



CIECIBA 2016

 I CONGRESO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS	Eje 1 ARTÍCULOS
--	----------------------------

1. Enseñanza de las Ciencias Básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo

- * *Enseñanza de las ciencias básicas en el nivel inicial, primario, secundario, terciario.*
- * *Enseñanza de las ciencias básicas en las diferentes carreras universitarias*
- * *Modalidades de evaluación y acreditación en la enseñanza de las ciencias básicas en los diferentes niveles del sistema educativo.*

ÍNDICE DE ARTÍCULOS *(hacer click en el tema)*

Análisis de errores en álgebra y geometría analítica. Dificultades en la apropiación del concepto de recta y plano

Análisis de la información de textos de matemática y química en carreras de ingeniería

Análisis epistemográfico sobre las dificultades algebraicas ligadas al estudio de funciones

Aprendizaje basado en problemas. El anillo dudoso

Aprendizaje, enseñanza y evaluación. Elementos básicos detrás de cada uno de ellos

Cómo funcionan las estrategias heurísticas en la resolución de problemas matemáticos. Ciclo básico y carreras de ingeniería

Como vencer a la intuición. Análisis de su influencia en el aprendizaje a nivel universitario

Construcción de una bio batería como alternativa de enseñanza en la obtención de fuentes de energías renovables para un desarrollo sustentable

Construcción de una cámara oscura y su implementación mediante un trabajo colaborativo entre instituciones de esc. primaria y secundaria

De la Ingeniería a la música con Mathematica

Determinación de "g". Una propuesta de trabajo experimental

Efecto Doppler. Como obtenemos evidencia final de este fenómeno

El aula-taller en la enseñanza de Matemática Básica en Carreras de Ingeniería

El enfoque CTS como aporte a la enseñanza de las ciencias básicas

El juego como estrategia para indagar los saberes previos en la enseñanza de las ciencias básicas en el nivel secundario

El manejo del lenguaje académico como parte de la formación inicial en carreras de ingeniería una propuesta didáctica

El péndulo pintor

Empleo de actividades curriculares en la formación matemática en carreras de ingeniería

Estrategia didáctica para la enseñanza del Teorema de Tales aplicado a la construcción de escalas termométricas arbitrarias

Estrategias lingüísticas para la inserción de los alumnos en el ámbito académico. El caso de FICH y trabajo social de UNL

Evaluación de la percepción del ambiente educacional por estudiantes de primer año de la FaciMed que cursan la asignatura introducción a la biología humana

Evaluación por competencias. Experiencia de su aplicación en la asignatura taller de laboratorio en el Profesorado de Química

Experiencias de incorporación de tecnologías digitales en el aula para la mejora del proceso de Enseñanza Aprendizaje

Experiencias exitosas en Ciencias Básicas en una Universidad Chilena

Hábitos de estudio en alumnos ingresantes al nivel universitario

Herramientas narrativas para la apropiación del conocimiento científico

Integral de superficie. Diferentes representaciones para facilitar la comprensión en cursos de cálculo multivariable

Intervención didáctica mediada por TICs en TP de Laboratorios de Física

La evaluación formal en el curso de química del CBC-UBA

Mejorar los índices de acreditación y lograr una revisión de las prácticas de enseñanza

Ordenamiento de los registros semióticos en la didáctica del álgebra en la escuela secundaria

Relevamiento de aprendizajes intuitivos mediante el registro de movimientos oculares

Relevamiento y análisis sobre evaluación en el Centro Regional de Profesores del Litoral en el año 2015 en carreras de nivel terciario para Formación Docente

Resignificación de contenidos y prácticas pedagógicas. El caso de álgebra y geometría analítica

Resultados obtenidos ante el cambio de estrategia en el proceso enseñanza-aprendizaje de Química en alumnos de primer año de ingeniería

Vinculación entre rendimiento académico y la asistencia a clases de química general en la facultad de ingeniería – UNLPam

ISBN: 978-987-1896-57-8

[← Volver a la página principal](#)

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional - edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar

©[Copyright]

edUTecNe, la Editorial de la U.T.N., recuerda que las obras publicadas en su sitio web son de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir la producción cultural y el conocimiento generados por autores universitarios o auspiciados por las universidades, pero que estos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

ANÁLISIS DE ERRORES EN ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA: DIFICULTADES EN LA APROPIACIÓN DEL CONCEPTO DE RECTA Y PLANO.

Bravo Barletta, Virginia Laura

Patiño Echeverría, Juan Carlos

Fundación Universidad Argentina de la Empresa
Lima 775, Ciudad de Buenos Aires, C1073AAO CABA, Argentina

vbravobarletta@uade.edu.ar

jpatino@uade.edu.ar

RESUMEN

El siguiente trabajo tiene por objetivo detectar y generar una taxonomía de los errores más frecuentes cometidos por nuestros alumnos al abordar el estudio de rectas y planos. La oportunidad de elaborar una taxonomía de errores propia, basada en nuestras experiencias, permitirá la posterior elaboración de una propuesta didáctica que permita la superación de las dificultades encontradas. La importancia del estudio radica en la necesidad de contar con una herramienta que nos brinde información sobre las dificultades de los alumnos en la apropiación de estos conceptos; conceptos, que desde nuestra perspectiva, tienen una importancia alta y a la vez un alto índice de equivocación durante la cursada en la materia Álgebra y Geometría Analítica, correspondiente al primer año de carreras de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas de la Fundación Universidad Argentina de la Empresa. Para lograr el objetivo, se estudiaron 310 exámenes finales (modalidad previa y regular) tomados a lo largo de los años 2013, 2014 y 2015, agrupando los errores encontrados en un listado de 9 tipos de errores creado a partir de las experiencias previas y de las regularidades encontradas durante el presente estudio por parte de los investigadores.

Palabras clave: Errores, taxonomía, rectas y planos.

1. Introducción

Desde un punto de vista constructivista, el error es considerado como una herramienta fundamental para la construcción del conocimiento. Es por este motivo que se hace necesario reflexionar sobre el origen de estos errores, ya que en ellos se plasman las dificultades que tienen los alumnos para la apropiación de un concepto. Como expresa Rico (1995), “al cometer un error el alumno expresa el carácter incompleto de su conocimiento y permite a los compañeros o al profesor ayudarlo a completar el conocimiento adicional o llevarlo a comprender por sí mismo aquello que estaba mal”.

De acuerdo con investigaciones anteriores (Rosso, Barros. 2013), realizar un análisis sobre los errores más comunes de nuestros alumnos, permitiría proponer en un siguiente trabajo, una

propuesta didáctica acorde que tenga en cuenta las dificultades encontradas. Es por este motivo, y preocupados por la tasa de equivocaciones encontrada en los exámenes finales de Álgebra y Geometría Analítica en los temas referidos a rectas y planos, que nos propusimos analizar en detalle el tipo de errores cometido por nuestros alumnos; con la idea de que al realizar un estudio exhaustivo pudiésemos tener respuestas que nos permitan lograr una mejora en la apropiación de estos conceptos en la materia.

En estudios anteriores, como los de Abrate, Pochulu y Vargas (2006, p. 139), los errores realizados por los alumnos pueden resumirse en un 72% en el siguiente tipo de errores:

- Errores debidos a inferencias o asociaciones incorrectas, generados por la aplicación de reglas y propiedades justificadas en esquemas similares, o por inferirse que son válidas en contextos parecidos o relacionados.

- Errores debidos a dificultades para obtener información espacial, atribuidos a deficiencias en la capacidad para pensar mediante imágenes espaciales o visuales, que llevan a interpretaciones incorrectas de información o hechos matemáticos.

- Errores debidos a la ausencia de conocimientos previos, causados por la carencia de aprendizajes relativos a hechos, destrezas y conceptos, que inhiben totalmente el procesamiento de la información e impiden dar una respuesta a la situación.

Si bien esta clasificación general estudiada por Abrate, Pochulu & Vargas, aborda de manera general el tipo de errores que se encuentran en el estudio de la matemática, sentíamos una necesidad de generar una clasificación mucho más particular y cercana a nuestro caso. Es decir, una clasificación que reflejara con mayor precisión el tipo de errores cometido por nuestros alumnos en los temas referidos a rectas y planos.

2. Marco Teórico

Clasificaciones de errores en matemática

Los primeros estudios realizados sobre el análisis de errores en matemática se remontan a las primeras décadas del siglo XX. Uno de los primeros trabajos es el de Smith, quien hace una recopilación de algunos errores en demostraciones de geometría de alumnos de escuela secundaria en los Estados Unidos (Cury, 1994). (Citado por Abrate, R.; Pochulu, M. y Vargas, J).

Por esta época, Weiner, quien es considerado el fundador de la investigación didáctica orientada al estudio de errores, muestra algunos de sus trabajos, como explica Rico (1995)

A partir de los años 50, ocurre una segunda fase en la investigación del análisis de errores, y viene de la mano con la nueva concepción del procesamiento de la información. Sobre esta concepción, muchos investigadores utilizaban técnicas en las cuales pedían a sus alumnos solucionar problemas en “voz alta”, y a través de ciertos protocolos, se analizaban las estrategias

(erróneas o no) utilizadas por los estudiantes para hallar la solución al problema. Resulta bastante interesante este método, ya que al aplicarlo, se puede dar cuenta del proceso lógico que utiliza el alumno al momento de intentar solucionar un ejercicio, y también el momento justo en el que comete un error.

Hasta ese momento, todas las investigaciones relacionadas con el análisis de errores, tenían algo en común: actuar como diagnósticos. Los investigadores se preocupaban por dar al profesor una clasificación de los errores cometidos por los alumnos para que éste, luego, aplicara metodologías de enseñanza reparadoras y pudiera subsanar las fallas de los alumnos. Según Abrate, Pochulu y Vargas (2006), esto termina reforzando una visión absolutista de la matemática, en la cual existe una verdad absoluta a la que se debe llegar evitando los errores.

Cury, hace una crítica sobre esta forma de estudiar al error, en pos de la eficiencia y en detrimento de la comprensión.

A partir de los años 60 y debido al ingreso de Piaget en el panorama, el estudio del error tuvo una visión más constructivista, en tanto se estimula su ocurrencia puesto que brinda posibilidades para el sujeto constructor de conocimiento.

Rico (1995) hace cuenta que hasta ese momento, los estudios sobre errores consistían en recuentos sobre el número de soluciones correctas e incorrectas realizados por los alumnos ante algún cuestionario y un intento de clasificación de estos errores para luego proceder a determinar cómo surge el error o qué factores pudieron haber conducido a ellos.

Radatz (1980). (Citado por Abrate, R.; Pochulu, M. y Vargas, J), hace una importante revisión de todas las investigaciones realizadas tanto en Europa como en Estados Unidos sobre el análisis de errores hasta finales de los años 70. En ella se rescatan algunos datos importantes:

- La Aritmética constituye el área de contenidos dominante en la mayor parte de los estudios sobre errores.
- Los desarrollos teóricos en análisis de errores muestran cierta continuidad en Estados Unidos, mientras que en los países europeos las producciones han sido esporádicas y carecen de continuidad en el tiempo hasta fechas muy recientes.
- Existe una pluralidad de aproximaciones teóricas e intentos de explicación de las causas de los errores.

Luego viene un estudio mucho más amplio de Borasi, en el que no solamente considera el error en un entorno limitado a la clasificación, sino con el interés de ir un poco más allá, y utilizar el análisis de errores para entender el funcionamiento de la mente. Los errores son analizados entonces para dos propósitos fundamentales: para eliminarlos o para estudiar sus potencialidades.

Abrate, Pochulu y Vargas (2006) explican la posición de Borasi de la siguiente manera: *“Si el foco de interés es el contenido técnico-matemático del error y queremos eliminarlo, procuraremos diagnosticar sus causas pues representa una falla del proceso; si pretendemos explorarlo, el error será considerado un estadio necesario en el proceso de aprendizaje puesto que puede llevar a nuevos descubrimientos en Matemática.*

Si nos centramos en la naturaleza de la Matemática, la eliminación del error estará ligada al entendimiento de la incomprensión del alumno sobre el concepto presentado y en retomar el tema con nuevos enfoques; si pretendemos explorar el error, este nos puede llevar a la reflexión sobre los límites y características de la propia Matemática.

Si estamos interesados en el proceso de aprendizaje de la Matemática, el error puede ser visto como instrumento de identificación de los problemas del currículo o de la metodología de enseñanza, y al analizarlos, podrán ser eliminados; si, por otro lado, queremos explorar el error, éste puede constituirse en un instrumento para la comprensión de los procesos cognitivos de los alumnos.”

En esta medida Borasi, no sólo hace un recorrido y clasificación de los errores realizados por los alumnos, sino que lo usa como herramienta didáctica para la comprensión de contenidos matemáticos, utilizando una visión constructivista del error.

Lo que se puede apreciar luego de hacer una revisión bibliográfica sobre el análisis de errores en matemática, es que el tipo de estudios se divide principalmente en dos enfoques: por un lado el enfoque diagnóstico/reparador, en el que se pretende eliminar los errores, enmarcado generalmente en un enfoque conductista y de procesamiento de información; Y por otro lado, el enfoque constructivista en el que se exploran las potencialidades del error como herramienta generadora de conocimiento.

3. Desarrollo Del Trabajo

El estudio realizado es de tipo diagnóstico-descriptivo, se pretendió hacer un análisis y una categorización de los errores cometidos en los exámenes finales (previos y regulares) por los alumnos de la materia Álgebra y Geometría Analítica particularmente referidos al tema de rectas y planos.

El análisis fue realizado a partir de 16 exámenes tomados a lo largo de los años 2013, 2014 y 2015 a 310 alumnos, de la materia Álgebra y Geometría Analítica que se ubica en los primeros años de todas las carreras de ingeniería o licenciatura de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas de la Fundación Universidad Argentina de la Empresa (UADE).

En un principio, se hizo una selección sobre los ejercicios referidos específicamente al tema de nuestro interés (rectas y planos), y una vez seleccionados, revisamos las respuestas de los alumnos. Luego de recopilar todas las respuestas, de hacer una revisión bibliográfica de las taxonomías de errores existentes y de una puesta en común sobre las percepciones propias que notábamos en la corrección de los exámenes, elaboramos una tabla que nos permitía de manera práctica agrupar los errores que cumplían

determinada característica, lo cual nos llevó a la realización de la siguiente categorización de errores.

3.1. Errores vinculados a errores de cuentas. (E1).

Dentro de este grupo, se encuentran errores cometidos por el olvido de algún signo en alguna expresión, de transcribir mal el enunciado a la resolución, y de todos los errores que estos descuidos podrían causar en la resolución de un ejercicio.

Ejemplo tomado de examen:

Hallar la distancia entre el punto $N = (0,4,1)$ y el complemento ortogonal del subespacio $S = \text{gen}\{(1,0,2), (1,1,6)\}$

Handwritten student solution for Figure 1. The student finds the orthogonal complement $S^\perp$ as the span of $\{(-2, -4, 1)\}$. They then calculate the distance from point $N = (0, 4, 1)$ to the line defined by $S^\perp$. The final result is $d(N, S^\perp) = \sqrt{\frac{136}{21}}$. There are several calculation errors in the intermediate steps, such as incorrect vector components and arithmetic mistakes.

Figura 1. Error de cuenta.

3.2. Errores vinculados a ejercicios incompletos, desarrollados a la mitad o hasta cierto instante. (E2).

En este grupo se encuentran los errores en los que el alumno no culmina un ejercicio y por lo tanto no contesta a la consigna pedida, pero durante el procedimiento realizado no comete otro tipo de error.

Ejemplo tomado de examen:

Hallar la distancia entre el punto $N = (0,4,1)$ y el complemento ortogonal del subespacio $S = \text{gen}\{(1,0,2), (1,1,6)\}$

Handwritten student solution for Figure 2. The student finds the orthogonal complement $S^\perp$ as the span of $\{(-2, -4, 1)\}$. They then calculate the distance from point $N = (0, 4, 1)$ to the line defined by $S^\perp$. The final result is $d(N, S^\perp) = \sqrt{\frac{136}{21}}$. The student stops the calculation at the final result without providing a final answer or conclusion.

Figura 2. Error de ejercicio incompleto. Encuentra la proyección pero no calcula la distancia.

3.3. Errores vinculados a resolución correcta de procedimientos pero con información no correcta, (no tiene lógica de dónde sacan cierta información). (E3).

En este grupo se engloban los errores en los que el alumno manifiesta capacidad de aplicar procedimientos algebraicos (factorización, resolución de sistemas, producto vectorial o escalar entre vectores, etc), pero los aplica en datos no relevantes a los solicitados.

Ejemplo tomado de examen:

Dada la recta r de ecuación vectorial $\vec{X} = (2,1,1) + t(1,2,-3), t \in \mathbb{R}$, y los puntos $M = (2,0,2)$ y $N = (4,0,1)$.

(a) Hallar la ecuación cartesiana del plano π que contiene a la recta r y al punto M . Graficar.

Handwritten student solution for Figure 3. The student finds the plane π that contains the line r and the point $M = (2, 0, 2)$. They use the vector $\vec{AM}$ and the direction vector of the line r to find the normal vector of the plane. The final result is $\pi: X - 2Y + 2Z = 0$. The student uses incorrect information (point M) to find the plane equation.

Figura 3. Error al utilizar información no pertinente.

3.4. Errores vinculados a la falta de conocimiento para abstraer información o buscar información de los enunciados. (E4).

Estos errores aparecen cuando el alumno es consciente de los procedimientos que tiene que desarrollar, pero no logra obtener los datos del enunciado o de otra fuente para solucionar el ejercicio.

Ejemplo tomado de examen:

Dada la recta: r , determinada por la intersección de los planos $\alpha: -x + 2y = 0$ y $\beta: x - 2y + 2z = 2$. Y la recta s , que pasa por los puntos $A = (-1, 1, -2)$ y $B = (-3, -3, 4)$

Hallar la distancia del punto A a la recta s .

Handwritten work showing the student's attempt to solve the problem. The student starts by finding the parametric equations for line s using points A and B . They then incorrectly assume that point A lies on line s , which leads them to conclude that the distance is zero. The work includes calculations for the direction vector of s and the parametric equations, but the final conclusion is based on a misinterpretation of the problem statement.

Figura 4. Error asociado a la falta de abstracción de información del enunciado. El alumno no interpreta que el punto A está sobre la recta s , por lo tanto la distancia entre ellos es cero.

3.5. Errores vinculados a desconocimiento del tema. (E5).

Son errores en los que se manifiesta pleno desconocimiento de los procedimientos, o de los conceptos para solucionar el ejercicio. A su vez incluye errores en los que la respuesta del alumno manifiesta claramente una incoherencia con los aspectos teóricos del tema.

3.6. Errores vinculados a la forma de presentar las respuestas. (E6).

Dentro de este grupo se encuentran los errores en los que el alumno presenta

incorrectamente la respuesta en términos de notación.

3.7. Errores vinculados a incoherencias o mezcla de conceptos sin sentido. (E7).

Estos son aquellos errores en los que el alumno muestra conocimiento de algunos conceptos pero no el vínculo entre sí, generando una mezcla de conceptos sin sentido para la realización del ejercicio.

3.8. Errores vinculados a falta de conocimientos sobre procedimientos algebraicos para desarrollar ejercicios. (E8).

Se incluyen en este grupo los errores en los que el alumno manifiesta el conocimiento sobre la forma de proceder para solucionar un ejercicio, pero queda limitado ante la necesidad de aplicar un procedimiento algebraico más básico (factorización, resolución de sistemas lineales, etc.)

3.9. Errores vinculados a la afirmación (o asimilación como verdaderas) de conceptos erróneos. (E9).

Dentro de este grupo se encuentran los errores en los que los alumnos dan como verdaderas propiedades que son falsas. Por ejemplo en algunos casos extrapolan conceptos previos y los dan por verdaderos en otros conceptos. No vinculan o renuevan con los nuevos conceptos adquiridos.

Un caso típico de este tipo de error encontrado en los exámenes es que al preguntárseles sobre la intersección entre dos rectas en el espacio y al obtener que no existe intersección entre éstas, afirman que las rectas son paralelas, sin considerar que podrían ser alabeadas.

4. Discusión

En cuanto a los errores más frecuentes que fueron los de tipo E1, E3 y E5, queremos realizar algunas observaciones: Los errores de tipo E1

(errores vinculados a errores de cuentas) podríamos considerarlos de Importancia baja, dado que pueden ser superados mediante un trabajo consciente por parte del alumno. Si bien su frecuencia es alta, no son tan relevantes para nosotros en cuanto a los objetivos del presente trabajo, dado que consideramos más importantes los errores vinculados a los conceptos de rectas y planos. En especial cuando este tipo de errores no modifica lo central del ejercicio y la resolución fue coherente.

Adjudicamos a los errores de tipo E3 y E5 una importancia alta ya que para lograr la superación del error se requiere una intervención más alta por parte del profesor y un trabajo conjunto entre éste y el alumno. En este tipo de errores se manifiesta una ausencia de contenidos teóricos y conceptuales alta. Y son, por tanto, los errores que pueden llevar a generar fracaso en el alumno.

Aunque menos frecuentes, atribuimos a los errores de tipo E4, E7, E8 y E9 una importancia alta ya que la tarea de obtener la información necesaria y pertinente del enunciado para la resolución del ejercicio, la vinculación entre conceptos, la falta de herramientas algebraicas y extrapolación de propiedades válidas en ciertos contextos a los nuevos contextos en estudio donde no necesariamente son válidas, requieren de una intervención más activa por parte del docente.

Los errores de tipo E2 y E6 tienen una importancia media dado que su superación requiere por parte del alumno una mayor cantidad de resolución de ejercicios, una revisión de ciertos conceptos teóricos, una lectura profunda de las consignas y especial atención a la presentación de las respuestas. Este trabajo no descarta la intervención del docente.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ha pensado para ésta (o para tener en cuenta en investigaciones similares futuras), otorgar una ponderación determinada a cada tipo de error, para poder analizar entonces la vinculación que existe entre la cantidad de veces que se comete determinado error y el peso de importancia que tiene este error.

La categorización de errores elaborada nos brinda información relevante sobre los errores más frecuentes cometidos por nuestros alumnos para la elaboración, en una segunda etapa, de una propuesta didáctica que los tome como punto de apoyo/partida. Además, sugieren la necesidad de un trabajo del docente con los alumnos en la lectura y comprensión de enunciados, atendiendo a qué se espera como una respuesta aceptable, poniendo énfasis en la notación (en especial cuando un pequeño cambio en la notación implique un cambio conceptual importante) y en la vinculación entre lo analítico y lo geométrico.

Conclusión

El estudio realizado sobre los errores referentes al tema de rectas y planos cometidos por los alumnos en los exámenes finales, nos permitió la elaboración de una taxonomía propia con la que hasta el momento no se contaba para nuestra institución. Es de gran importancia para nosotros contar con una herramienta que nos permita analizar la forma en que se equivocan nuestros estudiantes para de esta manera crear propuestas didácticas acordes a las dificultades encontradas. La elaboración de la taxonomía, nos permite también abrir la puerta a futuras investigaciones sobre errores en otras áreas de la matemática y la posible vinculación o semejanza que puedan existir entre ellas.

Encontramos también dificultades a lo largo del estudio realizado dada la complejidad de clasificar algunos errores en ciertas categorías, si bien la clasificación se realizó basándonos en la experiencia propia como docentes y en algunas investigaciones ya realizadas, la discusión sobre la pertinencia o no de algunas categorías de errores queda abierta a futuras investigaciones.

5. Referencias

- [1] Abrate, R.; Pochulu, M. y Vargas, J. Errores y dificultades en Matemática Análisis de causas y sugerencias de trabajo 1ª ed. Buenos Aires: Universidad Nacional de Villa María, 2006.

- [2] Di Blasi Regner, M. y Otros (2003). Dificultades y Errores: Un estudio de caso. Comunicación breve presentada en el II Congreso Internacional de Matemática Aplicada a la Ingeniería y Enseñanza de la Matemática en Ingeniería (Buenos Aires, Diciembre 2003).
- [3] Radatz, H. (1980). Student's errors in the mathematics learning process: A Survey. For the Learning of Mathematics. Vol 1 (1).
- [4] Rico, L. (1995). Errores en el aprendizaje de las Matemáticas. En Kilpatrick, J.; Rico, L. y Gómez, P. Educación Matemática. Grupo Editorial Iberoamérica. México.

Análisis de la información de textos de matemática y química en carreras de ingeniería. Un proyecto de investigación-acción para mejorar la lectocomprensión de los ingresantes.

Mattioli, Estela - Demarchi, Analía

Universidad Nacional del Litoral/Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
Ciudad Universitaria-Paraje El Pozo-Santa Fe-Argentina

mattioli.estela@gmail.com

demarchi.analia@gmail.com

RESUMEN

Este proyecto retoma resultados previos del equipo de trabajo obtenidos de distintas experiencias investigativas, las cuales han abordado las características del discurso de la ciencia en diferentes disciplinas y los modos más productivos de comunicarlo a los estudiantes universitarios de manera de favorecer su interpretación y reelaboración, para la adquisición de los conocimientos científico-disciplinares específicos. En esta oportunidad se analizará el avance de la información en textos de Matemática y Química que circulan en los primeros años de las carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral. Este trabajo interdisciplinario entre docentes de Lengua, Matemática y Química busca caracterizar los géneros habitualmente utilizados en el aula, como manuales, apuntes de cátedra e instructivos, con el objeto de identificar los aspectos que presentan mayor complejidad para su comprensión y, en función de ello, elaborar propuestas de enseñanza a desarrollar dentro de cada asignatura (Comunicación Oral y Escrita, las seis Matemáticas y Química General) que favorezcan el desempeño de los estudiantes. El trabajo se enmarca en la perspectiva que ofrece la Lingüística Sistémico Funcional (LSF), además de considerar los aportes del campo de la didáctica y las posibilidades del uso de las TICs.

Palabras clave: textos de estudio, formación inicial, carreras de ingeniería

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación interdisciplinaria se propone continuar los estudios previos sobre las características de los textos de ciencia y las herramientas lingüísticas que los estudiantes universitarios deben manejar para garantizar la lectocomprensión de los discursos académicos y consecuentemente la construcción de conocimientos en sus carreras. Particularmente, la problemática que abordará este proyecto se relaciona con el modo en que los expertos de Matemática y Química, asignaturas que se dictan en los primeros años de las carreras de ingeniería de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), presentan los contenidos de esos campos disciplinares para identificar las estrategias didácticas que desde las ciencias del lenguaje y

desde las propias asignaturas mencionadas, se pueden diseñar para colaborar en el desempeño académico de los estudiantes.

Los problemas que se identifican como centrales en ambas asignaturas se pueden sintetizar en: dificultades en el pasaje del lenguaje simbólico al natural y viceversa, inconvenientes para interpretar y concretar procedimientos planteados a través de textos instructivos, y limitaciones para identificar y comprender definiciones, expresar justificaciones adecuadas y resolver situaciones problemáticas que se les plantean.

Sostenemos que estas limitaciones están directamente asociadas a las competencias que los estudiantes poseen para interpretar los textos orales y escritos que utilizan para adquirir los diversos contenidos de estas asignaturas. En función de ello, este proyecto plantea una

propuesta de investigación-acción innovadora en el ámbito de FICH-UNL, a través de una tarea interdisciplinaria entre los equipos de Comunicación Oral y Escrita, Matemática y Química, enmarcada en los estudios discursivos integrados a los aportes de las didácticas específicas de cada disciplina y las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTICs).

2. Marco Teórico

2.1. La importancia de la lectocomprensión en la Universidad

Las dificultades que se presentan en relación con el tema son reconocidas de manera indiscutible por toda la comunidad académica como una realidad evidente y preocupante que afecta de manera determinante la apropiación de todos los contenidos impartidos a lo largo de las carreras, pero que cobra mayor dimensión entre los estudiantes de los primeros años, los cuales ingresan masivamente e inmediatamente presentan altos grados de deserción y desgranamiento.

Se considera que el ingreso y la permanencia en la universidad requiere que el alumno se empodere de los recursos semióticos y comunicativos del ámbito en el que comienza a insertarse, de modo de asegurar su participación activa dentro de la nueva comunidad y consecuentemente lograr aprendizajes efectivos. Esta concepción de la enseñanza y el aprendizaje es de base lingüística y otorga al docente un rol destacado: es necesario que en las clases se incluyan fundamentos sólidos sobre el lenguaje, que se desarrolle un metalenguaje áulico operativo y que se enseñen contenidos lingüísticos de forma explícita (Rose y Martin, 2012) [1].

“La formación del grado universitario no consiste solamente en la adquisición de contenidos, sino, sobre todo, en la enculturación de los estudiantes en las prácticas académicas que configuran las esferas disciplinares. Se trata de que los estudiantes se apropien de las formas socialmente consensuadas de construir, negociar y comunicar el conocimiento en la universidad” (Hayland, 2007:11) [2]

En los últimos años se ha logrado un fuerte consenso sobre la necesidad de que la universidad se haga cargo de la enseñanza de estas prácticas, si bien existe una importante discusión acerca de cómo realizarla (Carlino, 2013: 355) [3], es decir, si la tarea es realizada por los docentes de Lengua en sus materias específicas, si la incorporan los docentes expertos de cada campo disciplinar dentro de sus clases habituales o se constituye en una acción integrada en la que cada profesor incluya dentro del desarrollo específico de los contenidos del área, el trabajo y la reflexión sobre el uso del lenguaje a través del cual es posible aprender ciencia, opción en la que inscribimos nuestra propuesta.

En la situación planteada, los textos exigidos en las diferentes disciplinas cobran particular relevancia, en tanto responden a convenciones discursivas específicas de cada una y plantean desafíos propios del campo, que sólo pueden ayudarse a enfrentar dentro de su contexto y con relación a su contenido particular.

Bazerman et al (2005) [4] sostiene que cada disciplina genera nuevas formas de ver el mundo, de pensar sus problemáticas y de actuar en él. Esto naturalmente se debe a que cada una de ellas atiende a diferentes problemas, a disímiles evidencias y se basa en distintas teorías. El lenguaje que hace posible la comunicación de las ideas que se generan dentro de cada campo se conforma en función de ello, de allí que no se puede pensar en una competencia general sino en desarrollar las habilidades para la comprensión de cada campo del conocimiento en particular.

Abordar explícitamente las prácticas letradas científico-académicas en la universidad es importante en un doble sentido. Por un lado, es preciso escribir y leer para aprender, ya que estas prácticas sirven como instrumento privilegiado para explorar y aprehender aquellos contenidos disciplinares. Por el otro, es preciso aprender para escribir y leer, ya que los contenidos y conocimientos se enseñan, aprenden, negocian y evalúan según rasgos retóricos específicos en cada disciplina (Nesi y Gardener, 2012) [5].

2.2. La productividad de la LSF

Para abordar el tema específico sobre la organización informativa que presentan los textos de ciencia, particularmente los de matemática y química, la línea teórica metodológica de base será la LSF, iniciada por Michael Halliday (1978) [6] cuyas categorías de análisis nos permiten identificar los distintos segmentos con diferentes funciones comunicativa dentro de un texto para el intercambio de significados. La progresión temática, entendida como el mecanismo por el que se dosifica y organiza el desarrollo de la información en un texto, es uno de los fenómenos que más claramente manifiesta la cohesión textual, puesto que para que un texto presente esta propiedad textual ha de desarrollar un tema o tópico de manera que progresivamente se vaya añadiendo información nueva a la información ya conocida por el contexto.

Este concepto está íntimamente relacionado con el aspecto de periodicidad de cada género discursivo que considera los significados textuales que definen el ritmo del discurso o el modo en que éste se organiza. Este aspecto determina ciertas regularidades para cada tipo textual, lo que lleva a identificar etapas canónicas presentadas por cada género que ayudan al lector a reconocer los segmentos informativos que se presentan habitualmente en cada tipo de texto.

El abordaje didáctico de estas cuestiones hace que los alumnos cuenten con orientaciones que los ayuden a reconocer las funciones de los distintos segmentos informativos de los textos cuando leer y, a la vez, distribuir de manera coherente la información en los textos que ellos mismos producen, de manera oral y especialmente en sus trabajos escritos. En este sentido, es común encontrarse con producciones que pueden considerarse gramaticalmente correctas pero que a nivel global de sentido no presentan la adecuada conexión interfrásica ni responden a las demandas planteadas por los docentes, problema que muchas veces los expertos de la disciplina específica e incluso los de Lengua no saben cómo abordarlo. De allí la importancia de trabajar la temática de modo interdisciplinario, por los aportes complementarios que desde cada campo se pueden realizar (Narvaja de Arnoux et al, 2002 [7].

2.3. Los problemas que presentan los textos de estudio

Las observaciones realizadas en nuestra institución, factibles de ser extendidas a las unidades académicas universitarias en general, muestran que los resultados obtenidos en diferentes instancias de evaluación por los estudiantes de primer año no pueden ser calificados de satisfactorios. Es válido postular, entonces, que el abandono de los estudios universitarios durante el primer año o el desgranamiento que se observa especialmente en las carreras de ingeniería estaría asociado a las dificultades que el estudiante encuentra en esas asignaturas iniciales.

Si bien la naturaleza de los factores que contribuyen a estos resultados cubre un amplio espectro: aspectos sociales, educativos, políticos y económicos de los más diversos, se advierte, en particular, que las competencias cognitivas en matemática y química con las que el alumno inicia su vida universitaria distan de resultar suficientes y mucho más de adecuarse a las que se mencionan como necesarias.

Con clara incidencia en lo anterior, los estilos de enseñanza practicados tradicionalmente en las aulas universitarias y las propuestas innovadoras (o la ausencia de ellas) se constituyen en frecuente tema de estudio, en su relación con los resultados de aprendizaje.

En los últimos años, muchas investigaciones en educación matemática han puesto el acento en la valoración de estrategias para la comprensión de los contenidos y el aprendizaje, basadas en la coordinación y tránsito entre los distintos registros discursivos a través de los cuales los conceptos se presentan (Duval, 1998 y 2004) [8].

La jerarquización del uso de las representaciones visuales como herramientas para la construcción de significados en el proceso de aprendizaje, ha recibido tratamiento desde diversos enfoques en varias disciplinas; en particular, en matemática, la importancia del uso de los registros semióticos de representación radica en que los objetos matemáticos no son

alcanzables sino por medio de sus representaciones.

Por otro lado, desde distintas perspectivas y líneas de investigación se han analizado y evaluado los fenómenos vinculados a la incorporación y utilización de NTICs en la comunicación de los discursos disciplinares, que colaboren en la adquisición y comprensión de los contenidos. En tal sentido, se advierte un incremento notable de estudios evaluativos, informes de investigación y publicaciones académicas que se enfocan en el empleo y análisis del impacto de estas herramientas en la educación, advirtiendo, sin embargo, sobre las consecuencias de la incorporación de computadoras en la enseñanza por razones de mera actualización.

En casi todos los trabajos sobre el tema se coincide en que, más allá de su capacidad para hacer rápida y eficiente una serie de procedimientos, la importancia de las herramientas computacionales está asociada a la potencialidad para propiciar nuevas formas de comunicación y manipulación de los objetos de estudio y, consecuentemente, brindar innovadoras estrategias de acercamiento al conocimiento y al discurso que lo atraviesa.

En lo que atañe específicamente a la enseñanza de la Química, como ya señalamos, las dificultades de lectocomprensión de los textos de la disciplina han comenzado a abordarse en proyectos anteriores, y por tanto algunos resultados parciales de la investigación ya se están aplicando en la práctica diaria de las asignaturas de Química General y Comunicación Oral y Escrita. No obstante, en esta fase de trabajo, los estudios harán foco en la cuestión de la lectocomprensión de textos instructivos, género que ocupa un lugar central dentro de los discursos de expertos desarrollados en esta asignatura y que está directamente asociado a los textos de estudio ya que se constituye en el complemento de los mismos.

Desde el punto de vista lingüístico, el discurso instruccional tiene la función de guiar un procedimiento para llevar a cabo una tarea y así acceder a un conocimiento específico. La relación de asimetría en los saberes de los participantes justifica el uso directo, sin atenuación, de

expresiones típicamente directivas. Se organiza en una estructura con una secuencia jerarquizada de acciones que deben realizarse siguiendo un orden determinado. El modo de organizar la información va de lo general a lo particular y debería contar con tres condiciones: orden, precisión y cantidad adecuada de datos.

Según los docentes de la asignatura, que son quienes por lo general tienen a cargo la elaboración de dichos textos, reconocen que su interpretación por parte de los alumnos plantea dificultades importantes, identificándose problemas en tres momentos bien definidos y relacionados entre sí: 1. Interpretación de consignas, 2. Implementación de los tareas en el laboratorio y 3. Elaboración del informe correspondiente.

Sobre estas cuestiones, son destacables los aportes de de Villa et al (2015) [9], cuando refieren a la importancia que para el aprendizaje de la Química tiene la realización de experimentos y las dificultades que se les presentan a los estudiantes cuando tienen que llevarlos a cabo a través de las orientaciones de los docentes. Gracias a los experimentos, las teorías suelen encontrar sustento fáctico y explicaciones causales, pero para que éstos resulten exitosos es necesario que el estudiante desarrolle distintas habilidades como la búsqueda y procesamiento de la información, el dominio de los conceptos relacionados con la técnica a aplicar y el desarrollo de las habilidades manipulativas y comunicativas. Así, la comprensión de las instrucciones dadas para el desarrollo de este proceso constituye un factor fundamental y atraviesa todos los conocimientos involucrados, los cuales son de naturaleza conceptual, procedimental y actitudinal, de allí la complejidad que presenta la realización óptima de estas experiencias.

Pero los discursos instructivos no sólo están presentes en esta primera fase de los trabajos prácticos de laboratorio, sino que se tornan necesarios como guía previa a la lectura de los textos de estudio, dadas las características discursivas que generalmente presentan los manuales de expertos utilizados en la universidad para la enseñanza de la asignatura, los cuales

generalmente no responden a las convenciones del género, lo que termina ocasionando importantes dificultades para la comprensión y reelaboración de las explicaciones allí desarrolladas (Mattioli y Demarchi, 2010). [10]

“Las interferencias que se han podido observar en los textos de química se pueden sintetizar en: ausencia de un criterio general en el desarrollo de la información a nivel global del texto que permita anticipar el avance informativo por parte del lector; no recuperación de la información planteada en los paratextos; presentación desordenada, fragmentada e incompleta de las etapas del género explicativo; y falta de un cierre que destaque los conceptos principales de la explicación. En síntesis, la ausencia de un método de desarrollo de la información ocasiona obstrucciones en el flujo informativo y determina confusión en el nivel conceptual, como pueden ser ciertas asociaciones lógicas inadecuadas.” (Mattioli y Zanetta, 2015: 13) [11]

Perren y Odetti (2010) [12] confirman este problema presentado por los manuales de expertos y señalan que muchas dificultades de tipo conceptual podrían estar originadas o reforzadas por los libros de textos, a través de expresiones confusas, representaciones gráficas distorsionadas u omisión de conceptos importantes para la comprensión de los contenidos en Química.

Al mismo tiempo, investigaciones etnográficas realizadas por Raviolo (2011) [13] muestran que en muchos casos esas falencias de los textos en los libros utilizados se amplifican aun más en los aportes de los docentes, ya que muchos de ellos no reconocen la importancia de que el alumno pueda contar con información completa y ordenada, como, por ejemplo, en primera instancia la definición de los términos utilizados para poder identificar la clase y características del objeto de estudio, evitando proposiciones erróneas o generalizaciones imprecisas que atentan contra la adquisición de los conceptos y obstaculizan su aplicación en las experiencias de laboratorio.

3. Desarrollo del trabajo

Como señalamos al inicio, el marco teórico metodológico es el de la Lingüística Sistemática Funcional (LSF) para el estudio de los discursos disciplinares y el desarrollo informativo que presentan los textos seleccionados de Matemática y Química que resulten representativos para los distintos análisis planteados. El proyecto en general se inscribe dentro del paradigma interpretativo, que se centra en la comprensión, en el significado de la palabra y de la acción, en el sentido que se expresa en el lenguaje (Vasilachis de Gialdino, 2006) [14] con las ampliaciones provenientes de la lingüística y de la didáctica de la matemática y la química.

El trabajo se abordará a partir de distintos trayectos, y dentro de cada uno, se focalizarán diferentes aspectos de estudio (como por ej. interpretación de consignas, definiciones, resolución de problemas, justificaciones, uso de las NTICs, entre otros). En función de esto, se seleccionarán las categorías teóricas, descriptivas y analíticas correspondientes a cada análisis en particular.

En términos generales, se optará por el método de estudio de casos, sobre muestras de textos reales, no representativos desde el punto de vista cuantitativo y estadístico, sino significativos en tanto ejemplos concretos (actualmente utilizados por las cátedras involucradas). No se pretende realizar generalizaciones absolutas sobre los resultados del estudio, sino comprender las características del corpus analizado a fin de elaborar inferencias y proponer hipótesis que orienten la continuidad investigativa y aporten conocimientos teóricos y prácticos contextualizados en torno a los textos indagados. Por otra parte, el empleo de una metodología cualitativa determina que el proceso de investigación no se produzca de modo lineal sino circular, por lo cual los momentos del análisis se complementarán y alternarán con momentos de recogida de nuevos datos para rellenar huecos o comprobar nuevas hipótesis que emergen durante el análisis.

El proceso de análisis considerará tres instancias: (a) descripción, (b) interpretación y (c) explicación; aunque se focalizará fundamentalmente en el nivel descriptivo para demostrar cómo los recursos lingüísticos

seleccionados del potencial de significado hacen posible la interpretación y la elaboración de modelos conceptuales explicativos (Rodríguez, Gil y García, 1996) [15]. Este modo de análisis permitirá establecer interpretaciones sobre el funcionamiento de las opciones lingüísticas y simbólicas realizadas por los expertos disciplinares en relación con el modo de presentación de la información del campo para hacer comprender un determinado tema o para presentar consignas de trabajo. Se indagarán los recursos seleccionados por los hablantes para construir significado dentro del complejo sistema de redes relacionadas de la lengua, para considerar ciertos tipos de organizaciones esquemáticas de los textos que, a su vez, se corresponden con ciertos tipos de configuraciones gramaticales, y responden a un determinado tipo de razonamiento propio de cada disciplina. A su vez, el análisis de la estructura esquemática, de las condiciones de textura y de las selecciones gramaticales, permitirá hacer inferencias sobre el contexto de situación (registro) y el contexto de cultura (género) en los que el texto se ha producido.

El análisis del desarrollo temático de los textos implica la segmentación de cada unidad en elementos singulares, la descomposición del todo en sus partes. El criterio que se utilizará es semántico-gramatical, siguiendo la propuesta de Halliday (1978) [16], quien aporta la categoría de cláusula como unidad gramatical mínima a partir de la cual se puede analizar la organización textual en tema y rema. El conjunto total de cláusulas conforma la unidad máxima, es decir, el texto en relación solidaria con el contexto social en el que se produce.

Para asegurar un análisis profundo e integrado, se utilizará la estrategia de triangulación metodológica, que consiste en el control cruzado entre diferentes fuentes de datos o la combinación de éstos. El objetivo será realizar un abordaje multifocal del objeto de investigación que permita extraer del mismo su máximo potencial de significados e indagarlo en el contexto real de su puesta en funcionamiento, combinando diversas técnicas cualitativas (análisis documental, cuestionarios de consignas, entrevistas y observaciones etnográficas) y cuantitativas (tablas y registros numéricos), estos últimos principalmente

en la fase de recolección de datos y en una primera etapa del análisis de los mismos.

También se espera aplicar la lingüística contrastiva para el establecimiento de semejanzas y diferencias entre los modos comunicativos de las ciencias “duras” y las sociales, así como detectar y predecir regularidades del género al que pertenecen (Moreno 2008) [17].

4. Discusión

Los resultados de la investigación significarán un aporte al desarrollo del conocimiento en el campo de las áreas disciplinares involucradas en este proyecto, específicamente en la búsqueda de alternativas de enseñanza que contrarresten la problemática del bajo rendimiento académico y mejore la retención estudiantil en los primeros años de ingeniería de FICH-UNL.

La producción esperada tendrá un impacto directo en la construcción de propuestas didácticas para la enseñanza de la lengua, matemática y química en las carreras que forman ingenieros.

Se espera poder evaluar la productividad de realizar el proceso de investigación-acción desde una perspectiva totalmente interdisciplinaria, tanto durante la etapa de búsqueda y análisis de la información como en la instancia de elaboración de las secuencias didácticas antes mencionadas, contrastando los resultados con los obtenidos en experiencias anteriores en las que dicho proceso, si bien contó con la colaboración de los docentes de todas las áreas, fue llevado adelante por los docentes de Lengua.

5. Conclusión

En función de lo planteado respecto de las dificultades comunicativas que presenta el aprendizaje y uso del lenguaje de la ciencia, consideramos que la implementación de este proyecto que actualmente se encuentra en etapa de evaluación para la obtención de fondos que posibiliten su desarrollo de manera óptima, nos permitirá continuar en la búsqueda de alternativas didácticas que ofrezcan a los estudiantes de carreras de ingeniería un acercamiento verdadero

y profundo al conocimiento que los textos de estudio les ofrecen para el aprendizaje de los contenidos disciplinares específicos, a través de una experiencia de lectura y comprensión que asegure la adquisición reflexiva y crítica de los mismos así como las competencias discursivas necesarias para expresarlos y reelaborarlos.

6. Referencias

- [1] D. Rose y J. Martin "Learning to Write, Reading to Learn: Genre, Knowledge and Pedagogy of the Sydney School" London, Equinox Publishing. 2012
- [2] K. Hayland, "Genre pedagogy: Language, literacy and L2 writing instruction". Journal of second language writing, 16(3), 148-164. 2007 Intelectuales. Universidad del Valle, Colombia.
- [3] P. Carlinio "Alfabetización académica diez años después". Revista Mexicana de Investigación Educativa, vol. 18, núm. 57, 2013, pp. 355-381. 2013
- [4] Ch. Bazerman et al "Reference guide to Writing Across the Curriculum" West Lafayette, Indiana. The WAC Clearinghouse Parlor Press. 2005
- [5] H. Nesi y S. Gardner, S. "Genres across the Disciplines. Student Writing in Higher Education" Birmingham. Cambridge Applied Linguistics. 2012
- [6] M. Halliday "El lenguaje como semiótica social" México. Fondo de Cultura Económica. 1978.
- [7] E. Narvaja de Arnoux et al. "La lectura y la escritura en la Universidad" Buenos Aires, Eudeba. 2002
- [8] R. Duval "Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento" Investigaciones en Matemática Educativa II (Editor: F. Hitt). México: Grupo Editorial Iberoamérica. Traducción de: Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, volumen 5. 1998
R. Duval "Semiosis y Pensamiento Humano. Registros Semióticos y Aprendizajes" México: Grupo Editorial Iberoamérica. 2004.
- [9] A. Villa et al "El tratamiento metodológico aplicado al experimento químico: una experiencia en la carrera Biología-Química". Revista Universidad y Sociedad [seriada en línea], 7 (3). pp. 108-112. 2015 <http://rus.ucf.edu.cu/>
- [10] E. Mattioli y A. Demarchi "Mediaciones didácticas para resolver problemas de interpretación de textos de química en el primer año de las carreras de ingeniería". Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química. Santa fe, junio de 2010.
- [11] E. Mattioli y M. Zanetta "Algunas interferencias en el nivel textual que presenta la escritura en manuales de química. Descripción de la organización de la información en un estudio de caso". Revista Digital de Políticas Lingüísticas. Universidad Nac. de Córdoba. N° 7. 2015
- [12] M. Perren y H. Odetti "Los textos de química como origen de dificultades conceptuales en los temas presión de vapor de líquidos y ebullición". Revista Educación en la química, Vol. 16 N° 1, p. 3-8. 2010.
- [13] R. Raviolo "Las definiciones de los conceptos básicos de la química según los profesores". Revista Educación en la química V. 17 N° 1, pp 15-22. 2011
- [14] I. Vasilachis de Gialdino "Estrategias de la investigación cualitativa" Barcelona. Gedisa. 2006
- [15] G. Rodríguez, J. Gil y E. García "Metodología de la investigación cualitativa". Granada, Aljibe. 1996
- [16] M. Halliday "El lenguaje como semiótica social" México. Fondo de Cultura Económica. 1978
- [17] A. Moreno "The importance of comparing comparable corpora in cross-cultural studies" en U. Connor, E. Nagelhout, & W. Rozycki (eds.). Contrastive rhetoric: Reaching to Intercultural Rhetoric. Ámsterdam. 2008

ANÁLISIS EPISTEMOGRÁFICO SOBRE LAS DIFICULTADES ALGEBRAICAS LIGADAS AL ESTUDIO DE FUNCIONES

**Benítez, Natalia
Soledad**

nabenitez@uade.edu.ar

**Bolívar, María
Julia**

mbolivar@uade.edu.ar

**Alvarez, Flavia
Valeria**

falvarez@uade.edu.ar

Hollisch, Gisele

ghollisch@uade.edu.ar

Universidad Argentina de la Empresa
C1073AAO Lima 775 Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

Resumen

En este trabajo presentaremos brevemente el Análisis Epistemográfico (Drouhard, 2013) y explicaremos cómo fue utilizado para analizar los errores que cometen los estudiantes de primer año de la universidad al intentar resolver ejercicios sobre funciones.

El objetivo es analizar si las dificultades algebraicas de los alumnos de la materia Matemática Empresarial I de la UADE tienen influencia en el aprendizaje del tema función.

Este trabajo forma parte del proyecto de investigación: “Análisis Epistemográfico sobre el rol de las dificultades algebraicas ligadas al estudio de funciones en primer año de la Universidad” y es una continuación del trabajo de tesis de la Mg. Natalia Benítez. En ese momento no formaban parte de los contenidos de la materia cuestiones relativas al trabajo algebraico, mientras que actualmente estos contenidos constituyen la primera unidad del programa. Con estos cambios, el desafío del presente trabajo es realizar un análisis similar al efectuado en dicha oportunidad considerando la organización actual de la materia. Presentaremos aquí los primeros resultados.

El *Análisis Epistemográfico* nos permitió observar que las dificultades algebraicas de los estudiantes continúan siendo un punto clave que debe ser considerado por los docentes al momento de pensar la enseñanza del tema función.

Palabras clave: Análisis Epistemográfico, dificultades algebraicas, funciones.

1. Introducción

Una preocupación compartida por alumnos, docentes e investigadores es poder lograr que los estudiantes que ingresan a la universidad comprendan los conceptos y las actividades que se desarrollan en la clase de matemática. En este sentido, resulta interesante estudiar las dificultades en relación al trabajo algebraico que presentan los alumnos de primer año del nivel universitario en el aprendizaje del concepto de función.

Elegimos el tema función para observar dichas dificultades dado que se trata, por un lado, del primer tema de Análisis Matemático que deben abordar los estudiantes en Matemática de primer año. Por otro lado, pensamos que, tener conocimiento acerca de la relación existente entre los errores de naturaleza algebraica de los

alumnos y la comprensión de los temas referidos al concepto de función puede aportar elementos para re-organizar una enseñanza que ayude a sortear estas dificultades.

En un primer trabajo de investigación realizado en la Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales llevada a cabo por la Mg. Natalia Benítez con la dirección del Dr. Jean- Philippe Drouhard y la co-dirección de la Mg. Patricia Detzel se utilizó el Análisis Epistemográfico (Drouhard, 2013) para analizar los errores que cometen los estudiantes de primer año de la universidad al intentar resolver ejercicios sobre funciones. El objetivo de la investigación desarrollada fue analizar si las dificultades algebraicas con las que los alumnos ingresaban a la universidad tenían influencia en sus desempeños.

Los resultados de ese estudio indicaron que este tipo de dificultades representan un punto clave tanto para los estudiantes como para el trabajo docente; en este sentido, tienen una fuerte repercusión en la enseñanza y en el aprendizaje del tema función.

La investigación se realizó analizando parciales de la materia Matemática I de la Universidad Argentina de la Empresa tal como se organizaba en el año 2011. En ese momento, no formaba parte de los contenidos de la materia las cuestiones relativas al trabajo algebraico como ser operaciones con expresiones algebraicas, ecuaciones e inecuaciones, entre otras. Los alumnos se enfrentaban al estudio de funciones como primer tema del programa.

En el año 2012 se modificó el programa de la materia y en el año 2015 cambió también su nombre, pasándose a llamar Matemática Empresarial I. En el nuevo programa, los contenidos algebraicos constituyen la primera unidad mientras que la segunda trata sobre el tema función. A partir de estos cambios, buscamos realizar un análisis similar al efectuado en su momento con los parciales de los alumnos tomando en cuenta la organización actual de la materia. Nuestro objetivo es indagar si los cambios propuestos desde el currículo han influido, y de qué manera, en el aprendizaje de los alumnos analizando si estas dificultades algebraicas continúan siendo un obstáculo para realizar las actividades correspondientes al tema de funciones.

En esta primera etapa del trabajo de investigación hemos categorizado los errores de 83 estudiantes al resolver un ejercicio del primer parcial referido al tema de función, utilizando como marco teórico el Análisis Epistemográfico propuesto por Drouhard (2013) descripto en la próxima sección. Asimismo, hemos distinguido entre errores que son de naturaleza algebraica y aquellos que no lo son.

2. Marco Teórico

Nos interesa el estudio de errores porque como mencionan Abrate et al. (2006):

“El análisis de los errores sirve para ayudar al docente a organizar estrategias para un mejor aprendizaje insistiendo en aquellos aspectos que

generan más dificultades y contribuye a una mejor preparación de instancias de corrección”.

Creemos que, como señalan en su trabajo Del Puerto et al. (2004), el análisis de los errores cometidos por los alumnos en su proceso de aprendizaje provee una rica información acerca de cómo se construye el conocimiento matemático y, al mismo tiempo, constituye una excelente herramienta para realimentar el proceso de enseñanza-aprendizaje con el fin de mejorar los resultados.

Haciendo foco en el aprendizaje y el manejo de las técnicas que menciona Sessa (2005) y en las ideas de Kieran (2004) para nuestra investigación definimos la actividad algebraica como el uso de instrumentos algebraicos para operar sobre objetos considerados desde el punto de vista algebraico o reducidos a su dimensión algebraica. La “actividad algebraica ligada al estudio de funciones” sería en este sentido una actividad basada en el uso de instrumentos algebraicos para operar sobre funciones. Es decir, una actividad matemática que se caracteriza por el empleo de herramientas algebraicas para la resolución de problemas analíticos. La misma incluye acciones como: saber factorizar, desarrollar, simplificar, operar y trabajar con expresiones equivalentes.

Para realizar un trabajo adecuado sobre funciones los alumnos deben dominar todas estas acciones de lo contrario podrían convertirse en un obstáculo.

2.1 El Análisis Epistemográfico

Como señalamos anteriormente, para realizar este estudio elegimos analizar el trabajo de los alumnos utilizando la división en capas de análisis del trabajo matemático y la categorización utilizada en el Análisis Epistemográfico (Drouhard, 2013), la cual fue desarrollada para la organización de los conocimientos científicos. Esta elección surge a partir de la necesidad de categorías de análisis más finas que “dificultades ligadas al trabajo algebraico” o “dificultades no ligadas al trabajo algebraico”.

2.1.1. Capas de análisis de la actividad matemática

Según Drouhard (2014) la actividad matemática de los alumnos puede ser analizada desde cinco “capas”. Estas son: la capa del Contrato Pedagógico (capa CP), la capa del Contrato Didáctico (capa CD), la capa de Matematización y Modelización (capa MyM), la capa de los Discursos y del Razonamiento (capa DyR) y la capa de los Objetos de Saber y las Operaciones (capa OSO).

La capa CP abarca los saberes que los estudiantes y docentes deben tener para cumplir su rol respectivo de alumno y de profesor. No tiene ninguna relación con los saberes matemáticos y puede ligarse a la noción de “oficio de alumno” desarrollada por Philippe Perrenoud (1994).

En la capa CD se analiza lo que los alumnos deben conocer del *contrato didáctico* (qué es lo que ellos y el profesor deben hacer respecto a las tareas matemáticas, etc.).

En la capa MyM se estudia cómo se pasa del problema (matemático o extra matemático) tal como está formulado a otro problema matemático del cual el alumno tiene los instrumentos para resolverlo y cuya solución contribuye a hallar la solución del problema inicial.

En la capa DyR el análisis se centra tanto en los razonamientos (espontáneos o no, válidos o no) de los alumnos como en las formas discursivas usadas para expresar esos razonamientos.

La capa OSO es el lugar del análisis en términos de objetos matemáticos y de las operaciones sobre los mismos. Ejemplos de objetos pueden ser los números, las funciones de tipo $y = ax+b$, las ecuaciones e inecuaciones y su resolución tanto gráfica como numérica.

2.1.2 Categorías definidas por la Epistemografía: Dimensiones y Reglas del juego

Drouhard distingue dos tipos de saberes: los relativos a *objetos* (función lineal, gráfico de una función, ecuación, etc.), y los relativos a las “*reglas del juego matemático*” (las soluciones obtenidas por cálculo deben ser exactas, las sacadas de una resolución gráfica tienen un cierto grado de aproximación, etc.).

El Análisis Epistemográfico considera que los saberes relativos a los “objetos matemáticos” se sitúan en un espacio de tres dimensiones

principales: Nocional, Semio-lingüística e Instrumental.

Conocer un objeto matemático equivale a conocerlo en cada dimensión.

En la *dimensión Nocional* de los objetos se encuentran los saberes relativos a las definiciones y propiedades de los objetos matemáticos y, más generalmente, a cómo los objetos matemáticos están relacionados entre sí.

En la *dimensión Semio-lingüística* se hallan, por un lado, los saberes relacionados con el funcionamiento de todo el sistema de representación semiótico, en particular, su semántica, es decir, la relación entre las representaciones y los objetos matemáticos. También encontramos en esta dimensión los saberes relativos a la representación de los objetos matemáticos particulares del dominio. Necesitamos aprender los saberes de esta dimensión para leer, interpretar, escribir, dibujar, entender, procesar representaciones (escrituras, esquemas, gráficos, etc.) de los objetos de saber.

La *dimensión Instrumental* incluye saberes relativos a cómo se usan los instrumentos, en qué medida vale la pena o no usarlos, o cuáles son los costos y beneficios de hacerlo. Es decir que esta dimensión trata sobre el “cómo hacer”, sobre las diferentes formas de hacer algo, las ventajas y los inconvenientes de usar tal o cual manera para hacer.

Los saberes relativos a las “Reglas del juego Matemático” tienen que ver con conocer las “reglas del juego”. Éstas son las que rigen la validez lógica de los razonamientos, la aceptabilidad de las representaciones semióticas, el uso legítimo de los instrumentos, etc. Los saberes relativos a las reglas del juego matemático tratan sobre lo permitido y lo prohibido, a diferencia de los saberes instrumentales que tratan sobre lo posible y lo imposible (o lo fácil y difícil).

Además, es preciso saber nombrar, e identificar, las cosas (objetos, operaciones, reglas del juego), como por ejemplo fracción, numerador, denominador, etc.

3. Descripción de la experiencia y resultados

En esta primera etapa de nuestra investigación analizamos los errores que

cometieron los estudiantes al intentar resolver un ejercicio del primer parcial vinculado con el tema función. Consideramos una muestra integrada por 83 alumnos, provenientes de tres cursos diferentes, de la misma materia. En estos tres cursos se consideró la resolución del mismo ejercicio sobre el tema mencionado.

Sea $f: A \subseteq \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ la función dada por:

$$f(x) = \frac{\sqrt{-\frac{2}{3}(x+1)+2}}{x+2}$$

a. Determinar el conjunto A, dominio de la función.

b. Hallar analíticamente el conjunto de ceros de la función f.

c. Hallar el conjunto solución de la ecuación $f(x) = 1$.

Figura 1. Ejercicio considerado para este trabajo

Para analizar en detalle los errores de los estudiantes realizamos, en primer lugar, un “Análisis Epistemográfico” del ejercicio con el objeto de estudiar la relación entre el álgebra y el análisis matemático ligado al tema funciones. Este análisis consistió en identificar en cada ítem del ejercicio qué saberes los alumnos deberían poner en juego al resolverlos, para luego distinguir en qué capa de análisis (CP, CD, MyM, DyR, OSO) se sitúan esos saberes. Para aquellos saberes localizados en la Capa OSO identificamos qué dimensiones (Nocional, Semio-lingüísticae Instrumental) de dichos conocimientos deben poner en juego los estudiantes y si hay alguna regla del juego que éstos deban saber.

Este análisis nos permitió obtener algún indicio sobre dónde podrían situarse las dificultades de los estudiantes (en qué capas y dimensiones) al resolver el ejercicio mencionado en la figura 1.

Luego de desarrollar el Análisis Epistemográfico analizamos los errores que cometieron los alumnos al intentar resolver cada ítem del ejercicio considerado, distinguiendo a su vez entre errores algebraicos y no algebraicos. A

fin de realizar este análisis, construimos una tabla por cada apartado del ejercicio.

Nº de parcial	Presenta errores en este ítem					No presenta errores en este ítem	No resuelve
	Capa CP	Capa CD	Capa MyM	Capa DyR	Capa OSO		
1							
2							
3							
...							
83							

Figura 2. Tabla construida para analizar los errores sobre cada apartado del ejercicio

En esta tabla marcamos, considerando cada examen por separado, si el alumno cometió o no errores en ese ítem y, en caso de haber cometido alguno, lo localizamos en la capa de análisis correspondiente, realizando una breve descripción del mismo.

Nº	Presenta errores en este ítem					No presenta errores en este ítem	No resuelve
	Capa CP	Capa CD	Capa MyM	Capa DyR	Capa OSO		
1				X (no plantea la restricción de la raíz)			

Figura 3. Ejemplo de clasificación de error a través de la tabla referido al ítem a.

Luego de localizar los errores en las distintas capas de análisis obtuvimos que la mayor parte de ellos se localizaron en la capa OSO y en la capa DyR.

Por ejemplo en lo que se refiere al ítem a, un 31% de los errores se sitúan en la capa OSO y un 62% en DyR, el resto se localizan entre las capas CD y MyM. En el ítem b, un 51% corresponde a la capa OSO y un 29% a la capa DyR, y, por último, en el ítem c, encontramos un 55% en la capa OSO y un 43 % a la capa DyR.

A continuación analizamos los resultados de esta primera etapa y obtuvimos algunas

conclusiones sobre el impacto de las dificultades algebraicas en el desempeño de los alumnos.

Para el análisis de los resultados realizamos un estudio estadístico elemental. Con respecto a los porcentajes de errores de naturaleza algebraica y no algebraica obtuvimos los valores que se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Resumen de resultados de la primera etapa de la investigación

ítem	Porcentaje de alumnos que tuvieron errores en su resolución	Porcentaje de alumnos que tuvieron errores relacionados con nociones algebraicas (sobre el total de alumnos de la muestra)	Porcentaje de alumnos que tuvieron errores relacionados con nociones algebraicas (sobre el total de alumnos que presentaron errores)
A	73%	28%	38%
B	49%	17%	34%
C	82%	57%	69%

4. Discusión y acciones futuras

A partir de nuestro estudio, concluimos que las dificultades asociadas al trabajo algebraico continúan siendo un punto clave para los alumnos de Matemática Empresarial 1, a pesar de que éstos vuelven a trabajar y reforzar dichas cuestiones al inicio de la materia. En esta primera etapa obtuvimos resultados similares a los de la investigación anterior desarrollada en la tesis de Benítez (2014).

Como podemos observar en la Tabla 1, en los tres ítems del ejercicio considerado existe un alto porcentaje de alumnos que presentan errores en su resolución. En el ítem c es notorio el alto porcentaje de alumnos que presentan dificultades relacionadas con nociones algebraicas (ya sea si lo calculamos sobre el total de estudiantes de la muestra o sobre la total de alumnos que presentaron errores en la actividad). Si bien, en los ítems a y b este porcentaje es bastante menor no deja, de todas formas, de ser significativo.

Consideramos que en el ítem c pueden observarse mayores dificultades, por parte de los estudiantes, relacionadas con el trabajo algebraico debido a que es el ítem que involucra en su resolución mayor cantidad de nociones ligadas al álgebra (ver Figura 1).

Pudimos observar que, en todos los ítems estudiados las mayores dificultades de los alumnos se localizan en las capas de análisis OSO y DyR. Cabe destacar que no hemos hecho aquí la distinción entre errores de naturaleza algebraica y no algebraica. Es decir, que las dificultades consideradas pueden estar relacionadas con el trabajo algebraico o simplemente con cuestiones ligadas específicamente al análisis matemático.

A través del análisis detallado de los errores pudimos notar que las dificultades de carácter algebraico encontradas en los estudiantes de la muestra considerada se localizaron únicamente en la capa de análisis OSO. Creemos que, no hemos encontrado dificultades ligadas al trabajo algebraico en la capa de análisis DyR debido a que los alumnos, al realizar la actividad propuesta, están resolviendo ejercicios de análisis matemático relacionados con el tema “funciones”. En este sentido, si bien al resolver los ejercicios deben poner en juego conocimientos algebraicos, pensamos que, la parte del razonamiento como así también la de las formas discursivas usadas para expresar esos razonamientos están relacionadas con conocimientos que pertenecen al análisis matemático y no al álgebra.

En una segunda etapa de la investigación (no contemplada en este artículo) pretendemos hacer un análisis por examen (es decir por alumno). Realizaremos una descripción detallada de cada error de índole algebraico cometido por el estudiante e identificaremos en cuál o cuáles de las dimensiones del conocimiento que menciona la Epistemografía tuvo dificultades el alumno al cometer dicho error. Volcaremos esta información en una nueva tabla (una para cada alumno).

Luego de terminar el análisis para la totalidad de los estudiantes y ejercicios de la muestra (consideraremos también ejercicios del segundo parcial) estudiaremos los resultados y sacaremos conclusiones para el grupo de alumnos, continuando con el estudio del impacto de los errores algebraicos en el desempeño de los estudiantes y analizando si existe alguna “región” donde estos presenten mayores dificultades.

Compararemos resultados con la investigación anterior y realizaremos una propuesta didáctica para atender a las dificultades.

5. Conclusiones

Nuestro estudio permitió (a través de las discusiones generadas entre las integrantes del equipo al intentar localizar las dificultades de los estudiantes en las distintas categorías) obtener definiciones más refinadas de las capas de análisis mencionadas en la Epistemografía.

Pusimos a prueba el modelo de las tablas de análisis (Figuras 2 y 3) usando la Epistemografía, el cual fue utilizado por primera vez para analizar errores en la tesis de Benítez (2014) obteniendo resultados satisfactorios. Comprobamos que este modelo de tablas para clasificar los errores en algebraicos o no algebraicos y para localizar éstos en las distintas capas de análisis pudo ser utilizado en una nueva experiencia para analizar errores en una nueva muestra.

Tenemos por delante (en la segunda etapa de la investigación) el desafío de ver si las tablas para localizar los errores en las dimensiones del conocimiento (Nocional, Semio-lingüística e Instrumental) que describe la Epistemografía también son útiles en esta nueva experiencia.

Creemos que, a través de este estudio realizamos una contribución interesante a la Didáctica de la Matemática y por qué no a la de otras ciencias. El modelo utilizado de las tablas de análisis usando la Epistemografía podría usarse en otros estudios sobre análisis de errores así sea en Matemática como en otras disciplinas.

Es de nuestro interés continuar trabajando con el Análisis Epistemográfico en futuras investigaciones con el objetivo de identificar cuáles son sus potenciales y sus limitaciones.

6. Referencias

1. C. Kieran. "The Core of Algebra: Reflexions on its Main Activities". In K. Stacey, H. Chick & M. Kendal (Eds.), *The teaching and learning of algebra; The 12th ICMI study*. pp.21-33. Norwood, MA: Kluwer. 2004.
2. C. Sessa. "Iniciación al estudio didáctico del álgebra: orígenes y perspectivas". Libros del Zorzal. Buenos Aires. Argentina. 126 páginas. 2005
3. J-Ph. Drouhard. "La Epistemografía: un útil al servicio de la didáctica de la matemática y de las ciencias". Conferencia, Escuela de Invierno en Didáctica de la Matemática. 2011. DOI: 10.13140/2.1.1578.3201. 2011. El texto se encuentra en: http://www.researchgate.net/publication/235677433_La_Epistemografia_un_til_al_servicio_de_la_didctica_de_la_matemtica_y_de_las_ciencias
4. J-Ph. Drouhard. "El análisis epistemográfico: un análisis multidimensional de los saberes para la didáctica de la matemática". Comunicación en las XXIV Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia, La Falda, Córdoba. Universidad Nacional de Córdoba. 2013. DOI: 10.13140/2.1.4417.6645. 2013. El texto completo se encuentra en: http://www.researchgate.net/publication/266079746_El_analisis_epistemografico_un_analisis_multidimensional_de_los_saberes_para_la_didctica_de_la_matemtica
5. J-Ph. Drouhard. "Breve presentación de la epistemografía", versión provisoria. 2014. Artículo no publicado. Disponible en: http://www.researchgate.net/publication/237020908_Breve_presentacin_de_la_Epistemografia_%28versin_provisoria%29
6. N. Benítez. "Una mirada epistemográfica sobre el rol de las dificultades algebraicas ligadas al estudio de funciones en el ingreso a la universidad". Tesis de maestría. UNComa. Neuquén. Argentina. 2014
7. R. Abrate, M. Pochulu, J. Vargas. "Errores y dificultades en Matemática. Análisis de causas y sugerencias de trabajos". Universidad Nacional de Villa María. Córdoba. Argentina. 2006. Disponible en: <http://unvm.galeon.com/Libro1.pdf>
8. S. Del Puerto, C. Minnaard, S. Seminara. "Análisis de los errores: una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las matemáticas". Revista Iberoamericana en Educación. (ISSN: 1681-5653). Vol. 38 N° 4, pp.1-13. 2006. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/1285Puerto.pdf>

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

"El Anillo Dudoso"

Bryan Rondan y Alejandro Ayala

I.S.D.I.C.A

3200, Concordia, Entre Ríos, Argentina

RESUMEN

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es un excelente aliado en las aulas de Física y Ciencias Naturales, una metodología poco aplicada, pero que se torna fundamental para lograr la formación del alumno en Ciencias que se proyecta en el diseño curricular actual. El presente trabajo muestra la potencialidad del ABP, comparada con otros métodos de enseñanza, a través de un ejemplo práctico (El Anillo Dudoso) en el cual se explicita cómo diseñar las actividades y acompañar a los alumnos en el proceso de aprendizaje, el cual le genera una gran movilización de conocimientos y expectativas para poder solucionar y explicar el problema planteado.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas, Física, Metodología.

1. INTRODUCCION

El ser humano ha llegado a su estadio actual superando problemas, la naturaleza siempre supera problemas, nuestro entorno está lleno de problemas, y nosotros seguimos enseñando a nuestros hijos y alumnos que deben memorizar una interminable lista de formulas y definiciones para superar problemas. Ellos, a regañadientes, con esfuerzo y sin entender para que, estudian para la evaluación y para pasar de año. Aceptan, confían, se entregan a nuestra manos docentes para forjar su futuro.

Son chicos de 13, 14 y 15 años luchando por entender su rol en la vida, y nosotros los cargamos de sin sentidos. No sería más productivos prepararlos a que investiguen, analicen y se involucren, que revivan permanentemente el famoso ¿por qué? de su infancia.

Enseñarle ciencias, simulando ciencia y despertando su curiosidad, es nuestra propuesta para el aula de hoy día, así que abordaremos esta perspectiva de enseñanza utilizando el **Aprendizaje Basado en Problemas**, ya que el aprendizaje se debe hacer tanto con la cabeza - *heads on* - como con las manos - *hands on* - (Hake, 1998a).

En este trabajo, proponemos un ejemplo "El Anillo Dudoso", donde explicamos cómo se planifica una ABP para llevarlo al aula.

El Anillo Dudoso tiene como finalidad que el alumno adquiera al concepto de flotación, concepto que requiere de los patrones de razonamiento formal para conceptualizar que la

fuerza de empuje, junto con la fuerza gravitacional, son responsable del fenómeno de flotación.

2. MARCO TEORICO

El presente trabajo analiza la construcción del conocimiento por parte de los alumnos y propone una metodología que satisface plenamente el aprendizaje natural del ser humano basado en problemas.

2.1. Aprendizaje Auto personalizado

Un alumno que ingresan a un contexto de aprendizaje está condicionados por muchos factores, los internos: sus percepciones, sus experiencias anteriores, sus propios enfoques metodológicos que le permiten asimilar y acomodar nuevos conceptos y los externos derivados de la ambientación, del compañerismo, del horario, del profesor, en conclusión cada alumno tendrá su propio estilo de aprendizaje.

Guild y Garger (1998) describen "el estilo de aprendizaje como la manera en que ciertos elementos que proceden de la estimulación de los sentidos, afectan la habilidad de una persona para absorber y retener información, valores, hechos y conceptos" (p. 64), mientras que Aguilera & Ortiz (2010), menciona que "el estilo para aprender alcanza un mayor nivel de desarrollo cuando implica a la autoconciencia, es decir, que el sujeto sea capaz de conocerlo e identificarlo por sí mismo, estimulando un mayor autodesarrollo de la personalidad" (p. 29)

3. EL ANILLO DUDOSO



Figura 1. El Anillo Dudoso

El "Anillo Dudoso" es una propuesta de trabajo para utilizar la metodología APB en la escuela secundaria, para ellos recorreremos todo el proceso que nos permite planificar una unidad didáctica de Física, desde el enfoque ABP.

Las etapas de la planificación son :

- El Escenario o Problema
- Definición de términos
- Planteo de posibles hipótesis
- Identificación de necesidades de aprendizaje
- Objetivos de enseñanza
- Estrategias de evaluación,
- Recursos

3.1. El Escenario o Problema

Procedemos a mostrarle la imagen del anillo (Figura 1) y leemos el problema propuesto a los alumnos: *Diana compra un anillo de dudosa procedencia el cual su vendedor asegura que es de oro. Frente a la duda, Diana quiere comprobar si el anillo es verdaderamente de oro, entonces durante una clase de física decide preguntarle a su profesor como comprobar este supuesto. El profesor sugiere al resto de los alumnos que formen grupos de investigación para poder hallar alguna solución posible a este interrogante*

¿Qué propondrían ustedes como compañeros de Diana para saber si el anillo es realmente de oro?

3.2. Términos Objetivos de Aprendizaje

La situación planteada, busca que los alumnos puedan trabajar movilizandolos conceptos de física ya aprendidos que sustenten el o los nuevos conceptos buscado en la actividad. Conceptos que el docente debe definir previamente, en forma simple, mediante un listado.

Términos objetivos de aprendizaje

- Peso.
- Volumen.
- Masa.
- Densidad.
- Peso específico
- Prop. intensivas y extensivas.
- Flotación
- Principio de Arquímedes.

3.3. Planteo de posibles Hipótesis.

El escenario o problema planteado debe estar desestructurado, de tal forma que presente una situación, sin estructura evidente, para lograr estimular al alumno hacia múltiples hipótesis y posibles soluciones. En esta etapa, no es necesario que utilicen terminología científica para expresar la hipótesis, ya forma parte de su primer paso de aprendizaje auto dirigido.

En este espacio, pensamos las hipótesis que pueden proponer nuestros alumnos :

Listado de posibles hipótesis

- Comprobar si es verdadero por comparación con otra pieza de oro.
- Analizarlo con un microscopio.
- Comparar la dureza.
- Prueba con un imán.
- Una prueba química para determinar si es oro verdadero.
- El oro suena distinto
- Conductividad del material

Cuando se trabaje con los alumnos el planteo de hipótesis, se deben ordenar según su congruencia, dejando al final las menos solidas. estas hipótesis serán refinadas después del estudio independiente, y conforme el proceso avance y se cuente con mas información.

3.4. Necesidades de aprendizaje.

Hacer que los estudiantes se enfrenten a un problema, sobre el que no han recibido información previa , les ayuda a determinar cuánto saben y como pueden resolver el problema con los conocimientos y habilidades de los miembros del grupo. Y esto solo se activara con la pregunta del profesor y la discusión con sus compañeros. No nos damos cuenta de lo que ignoramos, hasta que nos involucramos en una tarea que necesita información que desconocemos.

El desconocimiento de las áreas de interés, despierta la motivación y da relevancia al aprendizaje, ya que el estudio que se emprende con la necesidad de aprender, es mucho más efectivo, póngase por ejemplo el caso de la lectura, uno lee con mayor atención e interés, cuando el estudio es relevante para un tema que nos estaría resolviendo un problema.

Todo ese desconocimiento, hará que el alumno, desarrolle ciertas competencias o habilidades que le permitan encontrar la solución.

Nosotros debemos prever las necesidades de aprendizaje que utilizaran o desarrollaran nuestros alumnos, para ello hacemos un listado detallado como el siguiente :

Necesidades de aprendizaje.

Los alumnos deberán:

- Aprender a resolver situaciones problemáticas.
- Buscar información seleccionándola objetivamente.
- Desarrollar actitudes para la toma de decisiones tanto grupales como individuales.
- Defender y fundamentar posturas.
- Vocabulario específico

3.5. Objetivos de enseñanza

Los objetivos de enseñanza-aprendizaje son fines o propósitos previamente concebidos, que guían la actividad de profesores y alumnos para alcanzar las transformaciones en los estudiantes, por ello debemos analizar y especificar cuáles son esos objetivos de enseñanza que deben adquirir los alumnos.

A continuación detallamos los objetivos de enseñanza de la propuesta ABP El Anillo Dudosos:

Objetivos de enseñanza

Que los alumnos aprendan a:

- Razonar para resolver situaciones problemáticas.
- Formular hipótesis.
- Interpretar. Analizar el objeto de estudio y la información disponible para obtener una explicación científica.
- Explicar. Función fundamental de la investigación científica, para ello deberán interpretar el objeto de estudio, argumentando juicios de

partida, establecer las interrelaciones de los argumentos y ordenar lógicamente las interrelaciones encontradas para poder exponer ordenadamente los juicios y razonamientos.

- Aplicar determinados conocimientos científicos relacionados con el objeto de estudio para obtener otros nuevos.
- Deducir. Método de razonamiento que va de las proposiciones generales a las conclusiones particulares.
- Evaluar. Fijar valor de la información obtenida, y de las conclusiones y trabajo de los diferentes grupos.
- Demostrar. Establecer una sucesión finita de pasos, para fundamentar la veracidad de una proposición o su refutación.
- Graficar. Representar relaciones entre objetos, tanto desde el punto de vista geométrico como de diagramas o tablas.

3.6. Secuencia Didáctica

Tabla 1: Secuencia Didáctica El Anillo Dudosos.

Sesión	Actividad
1 - 25'	Conformación de Equipos de Trabajo. Asignación de Roles. Funciones de cada Rol.
2 - 15'	Se lee el Problema con ayuda del docente para su correcta interpretación.
3 - 30'	Se plantean Hipótesis. Con ayuda del docente determinan cuáles investigar.
4 - 10'	Socializar e intercambiar ideas en el equipo.
5 - 40'	Se le presenta cuestionario guía. Que información conocemos ? Que estamos investigando ? Que se intenta responder ? Que es lo que se debe encontrar ?
6 - 40'	Cada equipo determinará qué temas son necesarios para resolver el problema.
7 - 120'	Cada equipo realizará la investigación y propondrá actividades demostrativas.
8 - 40'	Exposición de los temas investigados.
9 - 30'	Evaluación mediante Rubrica

3.7. Estrategia de evaluación.

Como es un proceso de auto-aprendizaje, generalmente se realizan procesos de autoevaluación y co-evaluación, utilizando Rúbricas, donde también el docente participa como evaluador.

Un proceso de evaluación se puede explicitar con el siguiente formato.

Cada grupo se valorará en función de:

- Trabajo cooperativo (Rúbrica): 30%
- Competencias y contenidos curriculares (Rúbrica): 30%
- Presentación de Portafolio individual y grupal (Rúbrica): 30%
- Presentación oral (Rúbrica): 10 %

O se puede evaluar mediante una sola Rubrica (Tabla 2) al finalizar la actividad, donde los integrantes de los grupos, evaluarán los objetivos de enseñanza-aprendizaje para la unidad didáctica que está en proceso de aprendizaje.

Modelo utilizado para evaluar el Anillo

Dudoso

Tabla 2 - Rubrica de Autoevaluación El Anillo Dudoso

Conceptos a Evaluar	3	2	1
Desarrollo de Hipótesis	Hipótesis bien desarrollada	Hipótesis medianamente desarrollada	Hipótesis pobre, falta de trabajo. No desarrollo Hipótesis
Recolección de datos	Datos relevantes, reunidos en tiempo y forma. Resumen que muestra muy	Datos relevantes, reunidos en tiempo y forma. El resumen no es claro en el	Datos relevantes, no reunidos en tiempo y forma o muy deficientes. No presento resumen.
Diagramas.	Proporcione un diagrama preciso, fácil de entender para ilustrar la forma que analizaron	Proporcione un diagrama no tan preciso, para ilustrar la forma que analizaron el anillo.	Proporcione un diagrama nada claro para ilustrar la forma que analizaron el anillo.
Descripción del procedimiento	Los procedimientos fueron explicados paso a paso de manera que	Los procedimientos fueron explicados paso a paso, pero tenían 1 o 2	Los procedimientos, estaban bastante incompletos, o en desorden o no lo presentaron.
Conclusión / Resumen	Proporcione una conclusión detallada, claramente basada en los datos y	Proporcione una conclusión algo detallada, basada en los datos y relacionada a	Proporcione una conclusión con algo de referencia a los datos y a las hipótesis, o no proporcione

Existen en internet, diferentes programas On-line para facilitar el armado de las Rubricas, como Rubistar (rubistar.4teachers.org/)

3.8. Recursos.

Los recursos hace referencia a los que el maestro debe proporcionar a los alumnos

Recursos Necesarios

- Criterios de evaluación (formato de entrega, herramientas a utilizar, aspecto a considerar para la evaluación del producto)
- Calendario, con las fechas de entrega, días de asesoría, retroalimentación grupal.
- Formatos para las tablas, reportes y esquemas.
- Formatos para evaluación y coevaluación entre compañeros.
- Fuentes de Información (libros, personas, sitios de interés)
- Herramientas tecnológicas necesarias, de no disponerla el alumno, para que logren desarrollar lo que se les pide.

4. CONCLUSION

El ABP es una excelente metodología de enseñanza que hace que el alumno se active e involucre en su proceso de formación, fomentando principios de colaboración, responsabilidad, respeto mutuo, participación, reflexión individual y grupal. Pero lamentablemente no se utiliza, o se utiliza muy poco en las escuelas secundarias de nuestro país. Por ello con nuestra propuesta, queremos brindar una pequeña guía de como implementar un ABP en el aula, en este caso específico, para que los alumnos puedan conceptualizar el porqué de la flotación de las cosas, el cual es un proceso complejo que requiere

de los patrones de razonamiento formal, que no lo brinda la enseñanza tradicional, por eso los alumnos nunca terminan de comprender que la fuerza de empuje es responsable junto con la fuerza gravitatoria del fenómeno de flotación.

5. REFERENCIAS

[1] J.E.G. Avila, G. Alarcon, A.A.M. Gonzalez, E. Piña Garza “Aprendizaje Basado en Problemas... un camino para aprender a aprender”, Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM, Mexico. 160p. 2013.

[2] R. Dunn, K. Dunn,. La enseñanza y el estilo de aprendizaje. Madrid. Anaya. 1984

[3] Carretero, M. Constructivismo y educación, Ed. Edelvives, Madrid, 1993

[4] Jorge Olguin Garcia. Tesis El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), una estrategia para abordar el principio de Arquimedes en el nivel bachillerato. Instituto Politécnico Nacional. México. 2013. Fecha de consulta : 24 de Junio de 2016. URL:

http://www.cicata.ipn.mx/OfertaEducativa/MFE/Estudiantes/Documents/Jorge_Olguin_2013_MCFE.pdf

Aprendizaje, enseñanza y evaluación: elementos básicos detrás de cada uno de ellos

**Freije, M. Luján; Gómez, Guillermina; Ryan, Brenda E.; Dimieri, Leonardo; Rodriguez, Karina V.
y Gasaneo, Gustavo**

Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS); IFISUR – CONICET; Instituto de Investigaciones en
Ingeniería Eléctrica (IIIE) – CONICET - UNS.
Av. Alem 1253 (8000). Bahía Blanca, Argentina
ggasaneo@gmail.com

RESUMEN

En este trabajo abordamos el estudio de varios aspectos que tienen que ver con los tres elementos básicos de la educación: el aprendizaje, la enseñanza y la evaluación. Centramos el análisis en relación con lo que ocurre en los primeros años en las aulas de la universidad, en particular en el estudio de la Física. Haremos hincapié en el estudio de la forma en que los conocimientos adquiridos se organizan en el cerebro, y en particular en las redes que se generan para su organización. En cuanto a la enseñanza, centraremos la discusión en que el docente debe hacer evidente el conocimiento que cada alumno trae. Debe reconocer la existencia de conceptos adquiridos por el alumno a través de su interacción con el mundo en su vida cotidiana y que dichos saberes, en muchas situaciones, no están de acuerdo con los saberes que se quiere transmitir por parte del docente. En función de esta aceptación es que se pueden definir estrategias de enseñanza. Finalmente analizaremos las razones detrás del proceso de evaluación y propondremos nuevas variantes a considerar para que ésta forme parte del proceso de la enseñanza mismo.

Palabras clave: Enseñanza, aprendizaje, evaluación.

1. INTRODUCCIÓN

La educación formal para la mayoría de nosotros comenzó desde muy temprano en la vida, generalmente alrededor de los 4 años de edad. Desde ese momento y hasta terminar la escuela secundaria, cada estudiante ha tenido la oportunidad de ver el desempeño de una gran cantidad de maestros y profesores. Ha visto la implementación de diversas técnicas y estilos de enseñanza, así como también una gran variedad de metodologías de evaluación. Este proceso de formación nos va creando una idea respecto de cómo se enseña y sobre cómo se evalúa. Cuando cursamos las distintas materias de la universidad (aquellos que hemos tenido esa oportunidad) vimos nuevamente diversos estilos de enseñanza y evaluación. Tal es así que cuando nosotros mismos nos convertimos en docentes de la universidad creemos saber claramente qué es lo que hay que hacer para llevar adelante una clase. Creemos saber exactamente cómo desarrollarla y también cómo, cuándo y qué evaluar. Sin embargo, detrás de cada uno de los elementos básicos que conforman el

proceso de enseñanza-aprendizaje (EA) hay muchos puntos a analizar si se pretende que este dicho proceso sea eficiente.

El objetivo de esta comunicación es poner la lupa sobre cada una de las partes: el aprendizaje, la enseñanza y la evaluación. Nos concentraremos en lo que ocurre en los cursos de Física 1 para estudiantes de Ingeniería en la Universidad Nacional del Sur (UNS), pero creemos que los resultados aquí presentados son válidos para todos los estudiantes de todas las áreas del saber. Pretendemos analizar algunos aspectos que tienen que ver con cómo los humanos aprendemos y cómo se organizan esos saberes en nuestros cerebros. Por otro lado, pondremos el ojo sobre cómo enseñamos y para ello analizaremos los resultados obtenidos por los alumnos en los distintos cursos de Física 1 de la UNS. En base a los resultados y a las conclusiones de nuestros estudios intentaremos brindar algunas estrategias que permitan mejorar la enseñanza en las aulas. Finalmente haremos un análisis sobre lo que implica evaluar y también sugeriremos estrategias en relación con esta parte fundamental del proceso de EA.

2. ¿Cómo aprendemos?

El estudio del comportamiento humano en términos de aprendizaje es realmente muy amplio. Contamos con mecanismos que nos permiten construir representaciones de distintos aspectos relevantes del mundo físico, biológico y social en el que vivimos [1]. Nuestro interés se enfoca en el aprendizaje abstracto complejo necesario para comprender una ciencia como la física, en particular la Mecánica Clásica (MC).

En cuanto a estudios del aprendizaje de la ciencia, hay algunas corrientes bien establecidas. La revisión de la literatura muestra que hay acuerdo general en la idea de que los niños que llegan a las escuelas no pueden ser considerados como “tablas rasas” [1]. A medida que el niño va creciendo, va adquiriendo conocimientos resultantes de su interacción cotidiana con el mundo. Las distintas corrientes de pensamiento sobre el aprendizaje humano y la educación se preguntan por la forma en la que el conocimiento se construye y, en términos más actuales, cómo ese conocimiento se construye en el cerebro [2-4]. Dos preguntas que a menudo se encuentran en la literatura son: 1) ¿Cuál es el conocimiento del mundo físico con el que los niños llegan a las aulas? y 2) ¿Cómo cambia dicho conocimiento a medida que los chicos se desarrollan, adquieren experticia y son instruidos formalmente? Existe acuerdo general en que los niños traen consigo conocimientos que les son útiles al momento de aprender ciencia, sin embargo existe mayor desacuerdo en relación a cómo articular las nuevas enseñanzas con los conocimientos previos [3]. Incluso, el formato en el que es provista la información relevante para los nuevos aprendizajes puede ser crucial para obtener un desempeño adecuado. Hay, en tal sentido, una corriente de pensamiento que afirma que a medida que el niño crece comienza la adquisición del conocimiento a partir de la organización de sus experiencias sensoriales bajo la influencia de la cultura y del lenguaje. Esta adquisición constituye una simple pero *coherente* estructura que permite explicar todo lo que ocurre en el mundo, la cual es, en general, inconsistente con la estructura explicativa basada en la ciencia. Por otra parte, y en oposición, diSessa ha impulsado la idea de que

el conocimiento que los niños traen está fuertemente *fragmentado* [2].

Al comienzo de los años ‘80 surgió la idea de que “aprender ciencias” implicaba el reemplazo de “*concepciones erróneas*” (CE) persistentes [5] que son difíciles de modificar o eliminar al momento de la enseñanza formal a través de los procesos educativos actuales. ¿Qué son las CE? Las CE están definidas como *los conceptos que los alumnos tienen incorporados y que los llevan a cometer errores sistemáticos al momento de aprender o resolver problemas*. Las CE son justamente las concepciones que el niño se hace sobre el mundo basadas primeramente en sus percepciones sensoriales y que luego, posteriormente cuando joven, elabora a partir de la educación que recibe. Estas elaboraciones pueden mantenerse, sin embargo, relativamente inmodificadas e inconsistentes en comparación con las teorías científicas. Hay ciertamente acuerdo en que estas CE existen y forman una parte importante del conocimiento que los jóvenes presentan al momento de comenzar una educación formal, aún a nivel de la educación universitaria. diSessa ha ido un poco más allá en la conceptualización de las ideas que los “novatos” traen y ha identificado una serie de *primitivas fenomenológicas* (*p-prims* según sus palabras en inglés: *phenomenological primitives*). Estas *p-prims* constituyen una serie de “leyes” que para nuestros cerebros parecen regir el mundo que nos rodea; en general, estas “leyes” no están de acuerdo con las teorías científicas aceptadas por la ciencia. A modo de ejemplo, 1) en la vida cotidiana se encuentra que para mantener un cuerpo en movimiento con velocidad constante debe aplicarse una fuerza no nula, 2) todo cuerpo sometido a una fuerza debe moverse en la dirección de la fuerza [6]. En la manera en que diSessa propone la construcción de conocimiento, inicialmente las *p-prims* son estructuras de pensamientos que están aisladas, y que permiten explicar ciertos fenómenos. Luego, y mediado por la instrucción, estas se van modificando e incorporando a un sistema más grande y complejo de conocimiento que terminan siendo las leyes de la Física. En el sistema de conocimientos de un experto las *p-prims* no pueden por sí solas explicar los fenómenos sino que deben hacerlo en conjunto con el resto de la estructura de conocimientos. Las

dificultades en el aprendizaje pasan por poder reemplazar las estructuras primitivas generadas por la interacción cotidiana con el mundo y su mezcla con una formación elemental incompleta, debido a que toman un carácter muy sólido dado su uso cotidiano en la vida de la persona. La propuesta de construcción de conocimiento de diSessa permite tener una idea de cómo evoluciona el conocimiento en una persona y, por otro lado, permite identificar los “ladrillos” que constituyen la estructura del conocimiento.

En el otro extremo, la postura de Vosniadou es aquella en la que el conocimiento que le permite a un niño explicar su mundo comienza a partir de la formación de presupuestos ontológicos y epistemológicos sobre la naturaleza del mundo y cómo este funciona [6]. Algunos de estos presupuestos ontológicos son, por ejemplo, que los objetos sólidos son estables, que el espacio fundamentalmente está organizado en las direcciones arriba y abajo, y que los cuerpos no soportados todos caen hacia abajo. Los niños, además tienden a creer, de manera similar a lo propuesto por diSessa, que el reposo es el estado natural de los cuerpos y que el movimiento tiene que ser explicado y que las fuerzas, entre otras magnitudes, son propiedades de los objetos. En la postura de Vosniadou el conocimiento está formado por un conjunto coherente de conceptos que forman una estructura compleja de conocimientos vinculados. Las dificultades que se observan en el proceso de aprendizaje estarían entonces asociadas al reemplazo de partes dentro de esta estructura. Esta reestructuración conlleva tiempo y resistencia en función de la habitualidad de su uso.

Para llevar estas ideas al plano de mediciones físicas respecto de cómo aprendemos, es necesario conectarlas con el funcionamiento físico del cerebro y la forma en que éste guarda y procesa la información asociada con los conceptos. En tal sentido se han desarrollado modelos basados en redes neuronales [7]. De acuerdo con estos modelos, los patrones de actividad de grupos de neuronas representan elementos de conocimientos y memoria. Cuando alguien usa un dado conocimiento, que está representado por un dado conjunto de neuronas, estas se activan [7]. La activación es altamente dinámica y puede ser encendida o apagada en

respuesta a cambios en el contexto tanto interno como externo. Muchos de los elementos de conocimiento pueden ser multimodales, generándose la activación ante muy diversos estímulos sensoriales y estructuras interpretativas, produciendo además activaciones en diversas partes del cerebro. Las redes neuronales resultan de la asociación de neuronas a través del crecimiento de sinapsis entre ellas. La asociación entre las neuronas puede variar en intensidad y se fortalece con las repetidas activaciones. Es así que una dada red de neuronas, asociada a un dado elemento de conocimiento, se torna más robusta con la práctica y la experiencia, que da lugar a repetidas activaciones de dicha red [4].

Debido a que la estructura del conocimiento está extendida en el cerebro y que las neuronas tienen una gran red de sinapsis, ciertos grupos de neuronas, que representan ciertos elementos de conocimiento, pueden estar múltiplemente conectadas a diferentes estructuras de conocimiento. El aprendizaje está asociado al crecimiento de nuevas conexiones sinápticas que conecten las diversas redes de conocimiento ya establecidas y que cambien la topología de dichas redes. En sí, el aprendizaje tiene lugar cuando ocurre la formación de nuevas redes a partir de las ya existentes, ya sea desarmando las viejas o reestructurándolas.

Los elementos básicos de conocimiento que los estudiantes poseen pueden identificarse como “recursos”. Un recurso puede identificarse como una red de conocimientos que representa o bien un elemento de conocimiento o un conjunto de conocimientos que el estudiante tiende a activar conjuntamente ante un dado estímulo [8]. Dado que los diferentes estudiantes pueden asociar sus conocimientos de distintas formas, cada uno de ellos puede establecer distintos tipos de redes y diferentes tipos de conexiones entre ellas. Un ejemplo de recurso es lo que diSessa propone como *p-prims*, elementos básicos, en muchos casos irreducibles, que permiten describir el mundo físico que nos rodea. Un punto importante sobre los recursos, y en particular las *p-prims*, es que estas no son correctas ni incorrectas. De hecho, el problema surge a partir de la utilización que se hace de ellas. Por ejemplo “una fuerza produce aceleración” es un recurso bien utilizado, pero “un desbalance de fuerzas es necesario para

que haya velocidad en un cuerpo” es incorrecto. El punto crucial para entender cómo ocurren los pensamientos es ver cómo es que se dan las activaciones de los recursos ante un dado estímulo, en cierto modo, por cuáles estímulos o ante qué combinación de ellos. Existen patrones de activación que corresponden a conjuntos de conexiones en los que la activación de un dado recurso de conocimiento da lugar a la activación de otro dado conjunto de recursos. La estructura que un estudiante activa depende en general, de las claves que el individuo percibe y cómo son interpretadas. El caso de, por ejemplo, la resolución de problemas en los que se trate de calcular el movimiento de un cuerpo, puede implicar la activación de la red que contenga la información sobre la segunda ley de Newton. La clave en el conocimiento es no solo que ante la explícita mención de “ley de Newton” se active esa red sino que se haya logrado una red de interconexiones que permita la activación de varios conjuntos de redes que sean útiles para la resolución de ciertos tipos de problemas [4]. Por ejemplo, que ante la mención de la descripción del movimiento se activen las redes de conocimientos que tienen que ver no solo con la dinámica, sino también, por ejemplo, con las redes asociadas a los conceptos de energía y cinemática. Ocurre que cuando los estudiantes aprenden, y en general en los tipos de clases que regularmente se imparten en las escuelas o en las universidades, estos crean estructuras de conocimientos que están débilmente conectadas y que pueden identificarse como locales. Por ejemplo, ellos aprenden cinemática, o dinámica o energía y estos conceptos están débilmente conectados. Tal es así que cuando se les dice que resuelvan un dado problema por dinámica quizás lo hagan correctamente. Ahora, ante la situación en la que no se les dice con qué recursos resolver, entonces pueden fallar en la resolución o utilizar un camino más complejo que no optimice la resolución. En tal sentido sus conceptos son superficiales y no están fuertemente interconectados. Lo mismo ocurre con sus conocimientos de matemática, estos pertenecen a otra categoría de conocimientos y no están, en general, conectados. Los conceptos adquiridos son en general fuertemente dependientes del contexto. Eso es lo que distingue a los novatos de los expertos. Ante un dado problema, los novatos

activan una dada red de conocimientos, que depende de las claves que identifique. Ante el mismo problema y las mismas claves, un experto activa un conjunto mucho mayor de recursos que implica la gran interconexión de sus redes de conocimientos [9].

Los antes mencionados son modelos de construcción de conocimientos basados tanto en redes neuronales como en teoría de la cognición. Sin embargo, no ha sido establecida una conexión firme entre dichas teorías y la dinámica de distintas regiones neuronales. Solo hay incipientes estudios que involucren parámetros físicos (datos electroencefalográficos o de fMRI) que intentan establecer cómo se da la estructuración del conocimiento y si las dimensiones de las redes de neuronas del cerebro son más grandes o no al hacer la comparación entre novatos y expertos. Hay otros estudios que han iniciado dicho camino utilizando técnicas de *eye-tracking* para analizar la influencia de las CE y las *p-prims* en el desarrollo de la experticia en ciencias físicas [10,11]. En particular, diversos estudios se han realizado recientemente en los que se analizan los patrones de observación de estudiantes de distintos niveles de formación sometidos a pruebas sobre problemas de física y han analizado los sectores en los cuales los novatos y los expertos “miran” al momento de resolver las pruebas [10,11]. Estos estudios permiten ver, fundamentalmente, qué cosa el cerebro considera relevante al momento de analizar un problema dado.

3. ¿Cómo enseñamos?

Como mencionamos en la introducción, al momento de dar clases, todos creemos saber qué es lo que debemos hacer. Sin embargo un análisis de los resultados obtenidos muestra que podría haber dificultades con dichas metodologías. En el caso de la UNS concretamente, podemos ver en la Fig.1 los resultados de las cursadas de los alumnos que ingresan en el primer año en todas las carreras de ingeniería. En el gráfico se muestra el número de desaprobados correspondiente a cada año desde el 2000 y hasta el 2014. Es de destacar que en dichos resultados se presentan datos correspondientes a distintos profesores, con distintas metodologías de enseñanza, distintos conjuntos de ayudantes de cátedra, etc. Como puede apreciarse, Álgebra y

Geometría y Análisis Matemático I muestran patrones similares de desaprobación y el número de alumnos desaprobados ha ido creciendo levemente. En todos los casos supera al 50% de los alumnos que comienzan la cursada. Por otro lado, Análisis Matemático II y Física I, también presentan patrones similares de desaprobación y ambas han crecido sistemáticamente desde alrededor de un 20% en el año 2000 hasta del orden del 55% en el 2014. En cierto modo, los resultados observados sugieren que la metodología utilizada no es suficientemente buena como para hacer que los alumnos aprendan lo que es necesario saber de acuerdo con la metodología de evaluación establecida en los cursos. Por otro lado, tomando un cuatrimestre en particular, podemos analizar cómo ocurre el proceso de EA en cada aula, de la materia Física 1.

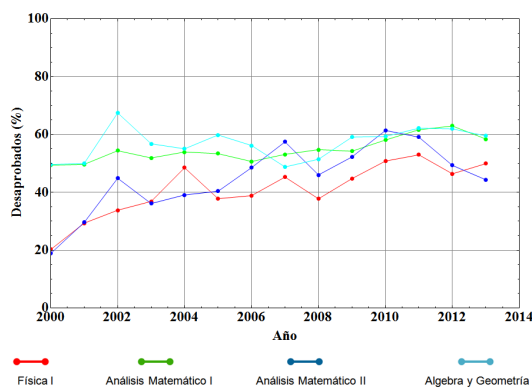


Figura 1. Número de alumnos de Ingeniería de La UNS desaprobados en cada cuatrimestre, desde el año 2000 al 2014.

Para ello, desarrollamos un cuestionario que incluye preguntas básicas de MC en las cuales se buscaba probar la presencia de las *p-prims*. Tomamos este cuestionario a todos los alumnos de ingeniería de todos los cursos a lo largo de los años 2014 y 2015. Solo uno de los cursos era dictado por un docente que tenía conocimiento sobre las *p-prims*. La clase se desarrollaba basándose en la discusión constante con los alumnos y haciendo evidente las concepciones erróneas que los alumnos traen. Se hacía hincapié en esos tópicos de manera de reemplazar los conceptos erróneos por los correctos y de generar conexiones entre los conceptos correctos pero aislados que ya traían los alumnos. En la Fig. 2 este curso se identifica como Curso 1. El Curso 2 es otro curso de Física 1 que se

desarrolla simultáneamente en la UNS en cada cuatrimestre. En la figura se comparan los resultados de los parciales tradicionales de cada curso con el resultado del testeo conceptual. En el curso 1 los porcentajes de aprobación del testeo conceptual son más altos que en el curso 2 (37% del 1 contra el 13% del curso 2), a pesar de que las notas de los parciales tradicionales indican un mejor desempeño en los mismos por parte de los alumnos del curso 2 (50% para el curso 1 – 64% para el curso 2).

Esto podría indicar que, si entendemos al proceso de EA como una metodología para que los alumnos construyan sus propias teorías marco y que lo hagan con el fundamento teórico adecuado para llevarse concepciones científicas correctas, la enseñanza en las aulas debería realizarse de manera de evidenciar la presencia de las *p-prims* y fomentando la discusión sobre las mismas en clase.

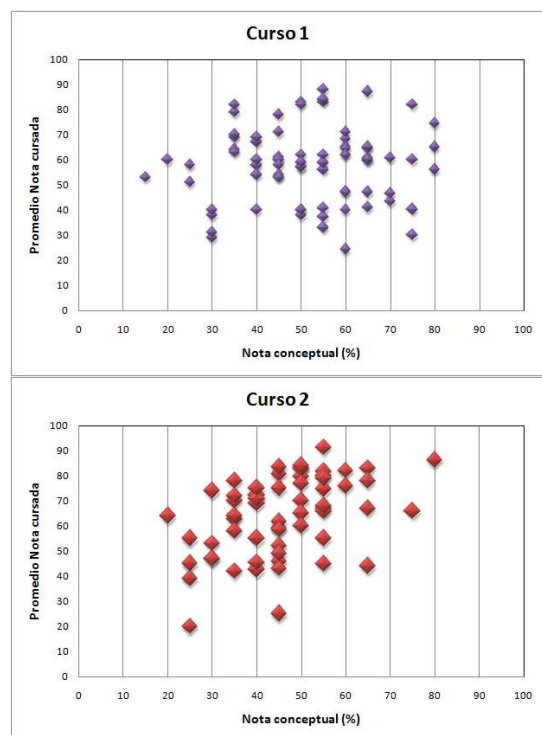


Figura 2. Comparación entre la nota promedio de cursada de Física 1 y el desempeño de los alumnos en el test conceptual.

Cabe destacar que al momento de responder el cuestionario ya habían sido evaluados en la cursada los contenidos del test, esencialmente cinemática y dinámica de una partícula puntual.

Los resultados claramente muestran una fuerte presencia de las *p-prims* aún después de que se han dado por aprendido los conceptos básicos de la materia.

En las Fig. 3a y 3b mostramos los resultados obtenidos para 2 de los 20 problemas del test.

En el teórico 1, la situación planteada era la siguiente: Se toman un disco de hockey de masa 2.5 Kg, y un cilindro, cuya base tiene las mismas dimensiones que el disco de hockey, que pesa 25 Kg y se los lanza con una velocidad de 5 m/s en la misma dirección. El coeficiente de rozamiento entre ambos discos y el hielo es de 0.1. Luego de recorrer cierta distancia los cuerpos se detienen.

- A) Los dos recorren la misma distancia.
- B) El disco de hockey llega más lejos.
- C) El cilindro llega más lejos.
- D) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

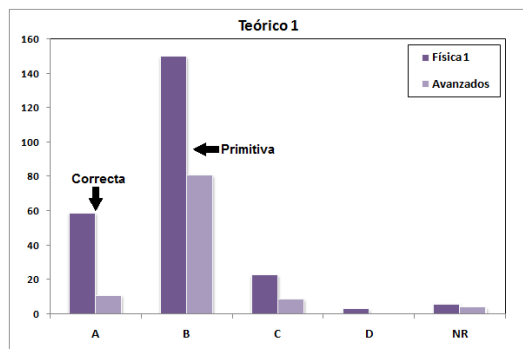


Figura 3a. Ejemplo de los problemas del test conceptual. Una sola es la respuesta correcta y una opción está asociada a la primitiva que se quería evidenciar.

El teórico 2 planteaba: La tierra es 81 veces más masiva que la Luna y la distancia que las separa en su órbita casi esférica es de, aproximadamente, 384000 km. La fuerza que la Tierra ejerce sobre la Luna es:

- A) ¿mayor que la que la Luna hace sobre la Tierra?
- B) ¿igual que la que la Luna hace sobre la Tierra?
- C) ¿menor que la que la Luna hace sobre la Tierra?
- D) No se puede responder con los datos dados.

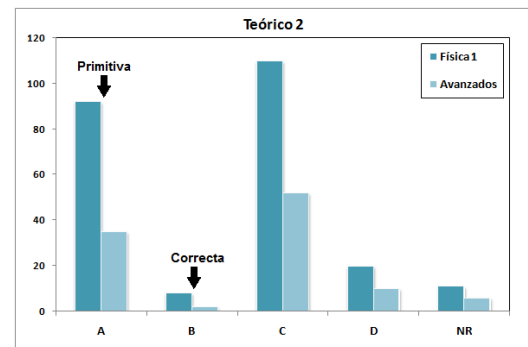


Figura 3b. Ejemplos de los problemas del test conceptual.

En la Fig. 4 reportamos los resultados que se obtuvieron para alumnos avanzados de los terceros años de las ingenierías. Estos alumnos ya habían aprobado el final de Física 1, pero ninguno había tomado un curso en el cual se utilice la metodología que hace explícita la presencia de las *p-prims*. Solo el 25% de los mismos fue capaz de aprobar dicho test (60% o más de respuestas correctas).

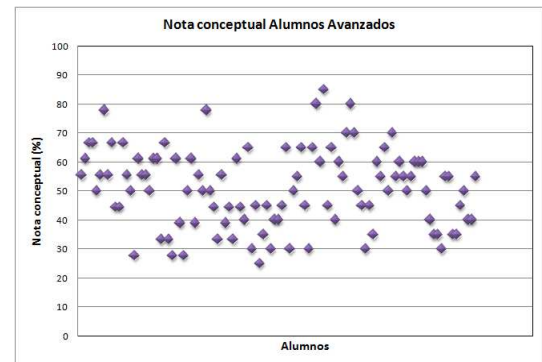


Figura 4. Resultados generales del test para alumnos avanzados de ingeniería.

Estos resultados son altamente significativos y ponen en evidencia, por un lado la fuerte influencia de la intuición y de las primitivas sobre los alumnos, quienes al tiempo de formar parte de un curso de física vuelven a recurrir a sus fundamentos originales para justificar los fenómenos que ocurren a su alrededor, evidenciando una resistencia al cambio conceptual.

Y por otro lado, una necesidad de modificar la forma de enseñar. En base a estos resultados se propone desarrollar clases de manera que se establezcan discusiones sobre los varios temas presentados, en las cuales los alumnos verbalicen los conceptos que traen aprendidos de manera de que puedan cotejarlos con lo que la teoría formal establece. De esa forma podrían darse cuenta de cuáles son sus errores en la fundamentación y qué conexiones deberían establecer entre los varios conceptos acertados, para finalizar el curso con las concepciones científicas adecuadas y firmes en el tiempo. Por otro lado, ocurre normalmente que si el alumno no se involucra en las discusiones puede ocurrir que él mismo crea haber aprendido un concepto y simplemente se queda con la idea que tenía del mismo al momento de comenzar el curso. La única manera de que ponga en duda y reemplace lo incorrecto por lo correcto, es que lo ponga a prueba mediante un proceso que lo haga dudar.

4. ¿Cómo evaluamos?

En la sección anterior hemos comparado resultados basados en evaluaciones. Generalmente asumimos que dichas evaluaciones nos permiten saber cuánto han aprendido los alumnos. Sin embargo, al cotejar las evaluaciones tradicionales con las del testeo conceptual vemos que lo que creemos puede que no sea tan cierto. ¿Cuál es el rol de las evaluaciones? Podríamos decir que hay al menos cuatro objetivos en evaluar: a) acreditar conocimientos, competencias o capacidades; b) dar una devolución al alumno y al profesor del proceso de aprendizaje en sí; c) nos permite saber si la persona que está aprendiendo va por el buen camino o no y d) sirve para dar cuentas a la sociedad sobre cómo se educa a los ciudadanos. De entre esas varias posibilidades, las acepciones que deberíamos poner en práctica en el aula son la b) y la c), sin embargo generalmente no ocurre eso. Los exámenes parciales no se utilizan con esa idea en mente, más bien es la a) la opción más utilizada. De hecho, el resultado mostrado por el testeo conceptual muestra que las cosas no se están haciendo bien y en buena medida los exámenes tradicionales contribuyen a ello. Si los alumnos se preparan simplemente para aprobar los exámenes y no para aprender, luego de un corto período de tiempo olvidan lo que estudiaron. Para evitar esto,

creemos que se deben reformular las evaluaciones de manera que los exámenes se ajusten más a las definiciones b) y c) mencionadas. En tal sentido, hemos implementado recientemente exámenes basados en la metodología *peer instruction*. Para ello hemos desarrollado la plataforma web votaGus en la cual los alumnos trabajan durante el examen (<http://www.votagus.16mb.com>). Por un dado período de tiempo ellos trabajan individualmente y al finalizar envían sus resultados, ver Fig. 5. Inmediatamente después, los alumnos trabajan nuevamente en el mismo examen discutiendo las soluciones en forma grupal. Luego de un dado período, cada alumno individualmente dentro de su perfil del sistema, envía nuevamente los resultados obtenidos para los problemas propuestos.



Figura 5. Alumnos desarrollando parte de su examen parcial con votaGus.

De esta manera, el examen mismo le sirve como una forma de evaluación metacognitiva al mismo tiempo que verifica con sus pares las distintas posibles soluciones y concluye cuál es la correcta. La nota de cada alumno resulta de un promedio pesado entre las notas obtenidas. Esta, a su vez, se promedia con la calificación proveniente de los trabajos de laboratorios desarrollados a lo largo del cuatrimestre. El trabajo de laboratorio incluye un proyecto desarrollado a lo largo de un mes y medio por grupos de alumnos. Dicho proyecto debe ser presentado y defendido ante la cátedra y ante el resto de los alumnos del curso. De esta manera los alumnos se comprometen fuertemente con el curso y, por otro lado, el espíritu mismo de la evaluación cambia. Ellos al percibir estos cambios se involucran fuertemente con aprender y con sortear las dificultades que van

surgiendo más que con simplemente estudiar para un examen y luego olvidar.

5. Conclusión

En este trabajo hemos discutido varios de los aspectos que tienen que ver con el proceso de EA. Hemos discutido cómo se da el proceso de aprendizaje desde tres posturas diferentes y también por qué es importante saber acerca de esto. En la segunda parte del trabajo vimos que el supuesto aprendizaje que debería estar ocurriendo en los cursos tradicionales de física en la universidad, no ocurre eficientemente. Los resultados muestran que los conceptos no son fijados ni durante el curso y menos aún posteriormente, luego de haber rendido los exámenes finales correspondientes a dichos cursos. Discutimos también cuál podría ser una metodología más eficiente, que en combinación con un proceso de evaluación como el discutido en la sección 4 puede conducir a un mejor desarrollo y a una enseñanza con aprendizaje más efectivo.

6. Referencias

[1] H. Gardner. "La mente no escolarizada". Paidós. Buenos Aires, Argentina. 2008.
[2] A. A., Disessa y B. L., Sherin. "What changes in conceptual change?". International journal of science education. 20. 10, pp.1155-1191. 1998.

[3] B. L., Sherin, M., Krakowski y V.R., Lee. "Some Assembly Required: How Scientific Explanations Are Constructed During Clinical Interviews". Jour. Res. Sci. Teach. 49. 2, pp. 166-198. 2012.
[4] M. S., Sabella y E. F., Redish. "Knowledge organization and activation in physics problem solving". Am. J. Phys. 75. 11, pp. 1017-1029. Noviembre 2007.
[5] M. McCloskey "Naive theories of motion" In D. Gentner & A.L. Stevens. Mental models. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1983.
[6] C., Ionnades y S., Vosniadou. "The changing meanings of force". Cognitive Science Quarterly. 2. 5, pp. 5-61. 2002.
[7] J. Fuster. "Cortex and Mind: Unifying Cognition". Oxford University Press. 16va ed. pp. 294. 2003.
[8] H. L., Roediger III y K. B., McDermott. "Creating False Memories: Remembering Words Not Presented in Lists". J. Exp. Psychol.: Learn. Mem. Cogn. 21. 4, pp. 803-814. 1995.
[9] J. Fuster. "Cortex and Mind: Unifying Cognition". Oxford University Press. Reino Unido. 1, pp. 294. 2003.
[10] A. D., Smith, J. P., Mestre, B. H., Ross. "Eye-gaze patterns as students study worked-out examples in mechanics". Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. 6. pp. 020118-1/9. Octubre 2010.
[11] A. M., Madsen, A. M., Larson, L.C., Loschky y N., Sanjay Rebello. "Differences in visual attention between those who correctly and incorrectly answer physics problems". Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. 8. 1, pp. 010122-1/13. Mayo 2012.

Cómo funcionan las estrategias heurísticas en la resolución de problemas matemáticos. Ciclo básico y carreras de ingeniería.

**Came López, Amelia B. Poco, Adriana N. Ponce de León Julio, Nadal, Jorgelina C.
Sanchis Bisio, Celia**

Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Concepción del Uruguay

Ing. Pereira 676, Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

cameb@frcu.utn.edu.ar pocoa@frcu.utn.edu.ar pocej@frcu.utn.edu.ar nadalj@frcu.utn.edu.ar sanchisc@frcu.utn.edu.ar

RESUMEN

El objetivo de este Artículo difundir los resultados del Proyecto de Investigación: “Estrategias heurísticas para la resolución de problemas matemáticos vinculados al perfil profesional en el primer nivel de las carreras de grado.” donde las interrogantes investigadas fueron las siguientes; ¿cómo aprende ese estudiante que recibimos?, que muchas veces, sabe más que sus docentes en aspectos, fundamentalmente relacionados con la tecnología, pero que, paradójicamente, tienen tantas dificultades para la abstracción, para la comprensión lectora, para la resolución de problemas.

¿Cómo enseñamos a ese estudiante? ¿Qué cosas tenemos que replantear, cuáles cambiar? ¿Con cuáles seguir? ¿Qué entendemos por “problema matemático”? ¿Los estudiantes aprenden mejor si enseñamos a través de problemas? ¿Qué metodología aplicamos?

Como punto de partida el proyecto se propuso observar y describir las estrategias heurísticas para la resolución de problemas usadas naturalmente por los alumnos del primer año de las carreras de grado para posteriormente extraer conclusiones y respuestas a algunas de las interrogantes planteadas.

Este trabajo busca conocer, cuáles son los conocimientos procedimentales con los que cuentan los estudiantes que ingresan a la universidad y cuáles son los que las cátedras con las que se enfrentarán al comienzo de la carrera deberán proveer a los estudiantes y de qué manera.

Palabras clave: Problemas Matemáticos, Estrategias Heurísticas para Resolución de Problemas, Enseñanza de la Matemática, Herramientas Heurísticas.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales líneas de investigación en educación matemática está relacionada con la implementación de la resolución de problemas como estrategia didáctica. Esta estrategia requiere de una conceptualización apropiada del término “problema matemático” y lo que significa su uso en el aula; así como también repensar la noción de problema desde la visión de un docente y de un estudiante que se encuentra inmerso en el contexto universitario. La formulación de un problema, las alternativas de solución y las estrategias heurísticas utilizadas para abordarlo y concluir en una exitosa resolución que conlleve a la acertada toma de decisiones, son situaciones propias de la vida profesional para las que el egresado de una carrera de grado, particularmente de ingeniería, debe estar preparado y poseer competencias eficientes y eficaces.

Existen numerosas investigaciones que avalan la problemática en cuestión e intentan describirla,

proponiendo diferentes modelos de enseñanza que faciliten el aprendizaje matemático a través de problemas, generando secuencias didácticas con ese mismo objetivo y hasta diseñando procesos de evaluación con este enfoque.

En la investigación realizada en la Universidad Nacional de General Sarmiento en conjunto con nuestra Facultad Regional C. del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional se citan algunas estrategias heurísticas útiles para la resolución de problemas:

- ➔ Recurrir a teoría relacionada (que no está explícita en el enunciado del problema)
- ➔ Recordar y recurrir a problemas o situaciones análogas abordadas anteriormente (suele verse redactado esta estrategia como “razonar por analogía”)
- ➔ Recurrir a dibujos, esquemas, diagramas o gráficos.
- ➔ Buscar datos adicionales que sean fáciles de obtener.

- Utilizar un método de expresión o representación adecuado: verbal, gráfico, algebraico, numérico.
- Modificar el problema para reducirlo a un problema ya resuelto
- Modificar el problema para reducirlo a un problema más sencillo
- Descomponer el problema en subproblemas
- Analizar casos particulares para buscar regularidades o patrones y luego generalizar (inducción)
- Considerar casos particulares
- Analizar casos especiales o casos límite
- Razonar por contradicción
- Empezar por el final :suponer que se tiene una solución y analizar sus características
- Trabajar hacia delante: partir desde las condiciones dadas en el problema
- Verificar usando casos particulares

2. Marco Teórico

2.1. Problema Matemático

El concepto de qué se entiende por un problema o por problema matemático, depende del contexto en el que el mismo se utilice y de la forma en la que se lo estructure. Para la conceptualización del término, teniendo en cuenta la orientación que tiene esta investigación, se destacan tres aspectos que caracterizan las diversas definiciones de problema matemático:

Aceptación: debe existir una motivación, ya sea interna o externa, que logre el compromiso del estudiante frente a la resolución del mismo. Si el estudiante no siente la utilidad de resolver un problema, y la necesidad de aprender a hacerlo, así como también los beneficios que dicho aprendizaje aportará a su desarrollo profesional no verá la recompensa de realizar el esfuerzo.

Conflicto cognitivo: tiene que existir un instante inicial en el cual el resolutor se sienta obstaculizado en la tarea, de manera tal que las estrategias simples que está acostumbrado a usar no sean suficientes para llegar a la solución, lo que debe motivarlo a la búsqueda de nuevas formas de abordaje.

Exploración: El compromiso asumido y la falta de herramientas conocidas para encarar la actividad, conduce a la exploración de nuevos contenidos, alternativas de procedimientos y búsqueda de métodos que faciliten el arribo a su resolución.

En esa exploración de conceptos, de instrumentos procedimentales y de estrategias de resolución está el aprendizaje y el desarrollo de las estructuras mentales para lograr la apropiación del conocimiento y el sólido manejo de algoritmos.

Tomando fragmentos de cada uno de los diversos autores que han profundizado en este tema, como son George Polya, Fredy Gonzales, John Dewey, Guy Brousseau, Alan Schoenfeld en el proyecto de investigación se define problema matemático de la siguiente manera:

Un problema, desde la visión matemática, es una situación en la cual un individuo se enfrenta a una situación que requiere solución, pero no cuenta con las herramientas inmediatas para hacerlo, por lo que necesita utilizar el pensamiento reflexivo y estratégico (Dewey J. 1910) para lograr su adaptación a los obstáculos y desequilibrios (Brousseau. G. 1997) que le genera, en pro de la consecución de habilidades imprescindibles para descifrar su esencia (Fridman, L.M. 1996) y efectuar el monitoreo permanente de su tarea (Schoenfeld, A. 1992) para resolverlo. Lo que se busca es establecer criterios que sirvan como marco de referencia para que, a través de la resolución de problemas que cumplan tales criterios, el estudiante pueda construir los conceptos matemáticos de manera significativa.

El tema es complejo pues puede referenciarse a la resolución de problemas como una cuestión vinculada con el entorno, o sea con su contexto social o como habilidades que permiten resolver ejercicios matemáticos de diferente nivel

de dificultad. Las diversas utilizaciones de estos términos llevan a Claude Gaulin a agruparlas de la siguiente manera:

1. Enseñar "PARA" la resolución de problemas
2. Enseñar "SOBRE" la resolución de problemas
3. Enseñar "A TRAVÉS" de la resolución de problemas

Son tres perspectivas diferentes, pero todas valiosas. En los dos primeros casos la resolución de problemas es un objetivo y, en el tercer caso, se la considera como un vehículo para enseñar o desarrollar otros contenidos. (Gaulin C., 2000)

Esta investigación, posicionándose en el primer nivel de las carreras de grado y, considerando el grado de madurez de los alumnos ingresantes, asume como convenientes las dos primeras categorías, dejando la tercera para ser incorporada en la enseñanza de materias de los ciclos superiores.

Se toma como propósito enseñar "para" resolver problemas y "sobre" la resolución de problemas; tareas para las cuales se requieren y cobran trascendencias las heurísticas del aprendizaje.

2.2. Heurísticas del Aprendizaje

La teoría cognitiva del aprendizaje, propuesta por Ausubel se fundamenta en la organización del conocimiento en estructuras y en las reestructuraciones que se producen debido a la interacción entre esas estructuras presentes en el educando y la nueva información.

Ausubel distingue diferentes clases de aprendizaje, él sostiene que el aprendizaje no puede incluirse en un solo modelo explicativo, pues cada situación pone al estudiante frente a un tipo distinto de aprendizaje. Surge así la necesidad de distinguir entre aprendizaje por repetición y significativo, de formación de conceptos, verbal y no verbal, de

resolución de problemas, etc.

El estudiante puede procesar la información que le llega por recepción de distintos modos y retenerla, transformarla o codificarla mediante un proceso estrictamente memorístico o repetitivo, como quien estudia las tablas de multiplicar, este es un aprendizaje por recepción y repetitivo. Puede en cambio incorporar el material que se le brinda para que pueda reproducirlo en el futuro. En este proceso de internalización el aprendizaje se transforma en un aprendizaje por recepción y significativo. (Sanjurjo, 1994) Existen situaciones en las cuales el aprendizaje por repetición y significativo coexisten, es decir que no son mutuamente excluyentes.

Por otro lado el aprendizaje puede ser logrado por descubrimiento, ya sea por descubrimiento guiado, tal es el caso de la aplicación de fórmulas para resolver problemas, o por descubrimiento autónomo, es decir soluciones conseguidas por prueba y error. El rasgo principal de este tipo de aprendizaje es que el material a ser aprendido no se da, debe ser descubierto por el estudiante antes de incorporarlo a su estructura cognitiva.

El aprendizaje por descubrimiento es muy diferente al receptivo, ya que el alumno debe buscar la información, re-ordenarla, relacionarla con su estructura cognitiva previa y alcanzar la transformación de dicha estructura para asimilar el nuevo conocimiento. También, en este caso, el aprendizaje puede ser por repetición, como la simple aplicación de fórmulas repetidas veces para hallar una solución, o significativo, cuando se parte de un problema desconocido, se realiza la búsqueda de información guiada por el docente o en forma independiente (investigación científica) y se llega a conclusiones que permiten resolverlo e implican la adquisición de un nuevo conocimiento.

El aprendizaje por descubrimiento implica el empleo de la inteligencia, no sólo de la memoria. En éste, además, el agente principal es el alumno, no el profesor. Aunque esto último no significa dominio del uno sobre el otro, ni pérdida de status, como muchos erróneamente creen. Sólo se trata de comprender, bajo el sentido común, que en un momento determinado quien tiene que aprender es el estudiante, y el profesor contribuye a ello.

En cuanto a las heurísticas como estrategias en la resolución de problemas, es primordial que los estudiantes perciban que no existe una única estrategia, ideal e infalible para resolver problemas. Es importante destacar que, si bien las heurísticas ofrecen una guía y ayudan a establecer un camino de resolución, su uso no asegura la resolución exitosa del problema (Carles Monereo 1998).

La heurística moderna trata de comprender el método que conduce a la solución de problemas, específicamente a las operaciones mentales útiles en este proceso, los pasos que a continuación se citan ilustran el concepto:

Si no consigues entender un problema, dibuja un esquema.

Si no encuentras la solución, haz como si ya la tuvieras y mira qué puedes deducir de ella (razonando a la inversa).

Si el problema es abstracto, prueba examinar un ejemplo concreto.

Intenta abordar primero un problema más general (es la “paradoja del inventor”: el propósito más ambicioso es el que tiene más posibilidades de éxito).

A las estrategias heurísticas se les llama también estrategias de búsqueda, pues constituyen el método principal para buscar los medios matemáticos concretos que se necesitan para resolver un problema y para buscar la idea fundamental de solución.

Las más usadas son:

El trabajo hacia adelante o método sintético

El trabajo hacia atrás o método analítico

2.3. Aprendizaje basado en problemas. (Problem based learning)

El aprendizaje basado en problemas (ABP o, del inglés, PBL, *problem-based learning*) es un [método docente](#) basado en el estudiante como protagonista de su propio aprendizaje. Es importante comprender que es una metodología y no una estrategia instruccional.

Carmen Vizcarro y Elvira Juárez de la Universidad Autónoma de Madrid, sostienen que debido a la evolución social tanto en aspectos tecnológicos como científicos y económicos hay una necesidad de una nueva forma de aprendizaje. Esto se debe a que hoy en día los conocimientos sobre casi cualquier disciplina cambian, y avanzan a pasos agigantados, tal es el ritmo de este cambio que cuando los estudiantes de hoy sean profesionales mañana “*se verán obligados a renovar sus conocimientos*” y a investigar las innovaciones de su campo, poder comprenderlas, y entenderlas para luego aplicarlas adecuadamente.

“Por lo tanto, un objetivo fundamental de la formación universitaria actual es que los estudiantes aprendan a aprender de forma independiente y sean capaces de adoptar de forma autónoma la actitud crítica que les permita orientarse en un mundo cambiante”.

En la opinión de las autoras el aprendizaje basado en problemas es un paso adelante en esta dirección.

El ABP es una metodología centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los alumnos para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor siendo estos quienes asumen la responsabilidad de ser

parte activa en el proceso.

Podemos decir que el ABP favorece el desarrollo de habilidades en cuanto a la búsqueda y manejo de información y además desarrolla las habilidades de investigación ya que, los alumnos en el proceso de aprendizaje, tendrán que, a partir de un enunciado, averiguar y comprender qué es lo que pasa y lograr una solución adecuada. Para intentar solucionar un problema los estudiantes pueden (y es aconsejable) necesitar recurrir a conocimientos de distintas asignaturas ya adquiridos. Esto ayuda a que los estudiantes integren en un “todo” coherente sus aprendizajes.

El ABP ayuda al alumno a desarrollar y a trabajar diversas competencias. Entre ellas, De Miguel (2005) destaca:

Resolución de problemas

Toma de decisiones

Trabajo en equipo

Habilidades de comunicación

Desarrollo de actitudes y valores: precisión, revisión, tolerancia...

Prieto (2006) citando a Engel y Woods añade:

Identificación de problemas relevantes del contexto profesional

La conciencia del propio aprendizaje

La planificación de las estrategias que se van a utilizar para aprender

El pensamiento crítico

El aprendizaje auto-dirigido

Las habilidades de evaluación y autoevaluación

El aprendizaje permanente

3. Desarrollo del trabajo

El proyecto se corresponde con actividades de carácter exploratorio, descriptivo, cuasi-experimental y evaluativo.

Dado el enfoque teórico y la temática a investigar, la perspectiva metodológica es de carácter eminentemente cualitativa. Entre las tácticas y estrategias metodológicas a utilizar

en diferentes momentos del trabajo, se destacan las siguientes:

1º Etapa – Profundización del marco teórico:

Elaboración teórica del objeto de estudio: con el objetivo de profundizar el tema y ampliar el marco teórico; tanto en la cuestión general, “resolución de problemas matemáticos”, como en las conceptualizaciones de las estrategias heurísticas necesarias y suficientes para los estudiantes de las carrera de grado y la posibilidad de su enseñanza y aprendizaje.

2º Etapa- Trabajo de campo:

a) Observación no participante: de situaciones didácticas en contextos áulicos reales que permitan la obtención de registros escritos, audios y videos; con el fin de efectuar un reconocimiento del comportamiento de los alumnos frente a la resolución de problemas en las materias del Área Matemática del nivel en estudio.

b) Observación participante: en la modalidad “participante como observador” en cuanto se registra y reflexiona sobre la propia actuación en el ámbito del salón de clases con vínculo en la resolución de problemas y el uso de estrategias heurísticas.

3º Etapa:

a) Aplicación de pretest: a un grupo de estudiantes, con el fin de recabar registros escritos de su desempeño como resolutores de problemas de índole matemático y que se vinculen con aplicaciones prácticas del futuro ingeniero, y evidenciar las estrategias espontáneas puestas en juego por los alumnos en la labor.

b) Entrevistas: de carácter abierto en algunos casos, y cerrado o estructurado en otros, con la finalidad de indagar e identificar las estrategias heurística espontáneas de los alumnos y el tipo de registros usados (algebraico, numérico, gráfico, entre otros) en la resolución de problemas. Dichas entrevistas se planificarán y diseñarán acorde a la información recaba en el pretest.

4º Etapa:

a) Aplicación controlada: equivalente al concepto de “experimentación” del paradigma cuantitativo. Etapa de diseño de un plan de acción para la enseñanza expresa de algunas estrategias heurísticas valiosas para la resolución de problemas matemáticos o para la optimización en el manejo de las estrategias heurísticas que los estudiantes ya poseen. Mediante la selección de un grupo control, el que continuará con la enseñanza tradicional y, otro experimental, en el que pondrá en práctica el plan para la enseñanza y el aprendizaje de estrategias heurísticas, se dispondrá de la información necesaria para realizar un análisis comparativo de casos. La comparación radica en la constatación de qué heurísticas el estudiante ya poseía antes de la experimentación y cuáles ha incorporado a sus competencias de resolutor como resultado del proceso diseñado para tal fin.

Diseño experimental

O1-----X-----O2

O3-----O4

O1, O3: pretests / X: tratamiento / O2,

O4: postests

Descripción sintética de procedimiento: los estudiantes son divididos en los dos grupos, el experimental y el de control. Al inicio del estudio se aplican los pre-tests a los dos grupos (O1, O3). Posteriormente se introduce el tratamiento (enseñanza y aprendizaje de estrategias heurísticas para la resolución de problemas matemáticos vinculados a las carreras de grado y al ejercicio profesional) al grupo experimental. Al finalizar el periodo experimental, se aplican los postests a ambos grupos.

b) Encuestas y entrevistas: a los estudiantes para recolección exhaustiva de información codificable sobre algunos tópicos descriptivos y opinables

5º Etapa:

a) Triangulación: como prueba cruzada de datos, resultados e información para corroboración de datos y perspectivas, para la confrontación de casos y resultados y, con el

objetivo sistémico de validar o rediseñar el plan de acción usado en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las estrategias heurísticas en cuestión.

b) Modelización: de un instrumento pedagógico que, avalado por los resultados de la investigación sirva como guía orientativa y provisional a los docentes universitarios abocados a la enseñanza de la Matemática a través de la resolución de problemas en el primer nivel universitario.

4. Discusión

En el año 2014 participaron voluntariamente 98 estudiantes de 1er año de las carreras de ingeniería.

Los siguientes gráficos se representan los procedimientos, estrategias, y medios auxiliares heurísticos, respectivamente que los estudiantes tenían incorporados al momento de cursar el 1er año de la carrera.

Es importante dejar en claro que los resultados expresados no son excluyentes, que queremos decir con esto, ejemplo: quien recurrió a la analogía puede haber utilizado también la deducción en otro ejercicio, así como todos los procedimientos mencionados.

Figura 1. Procedimientos heurísticos.

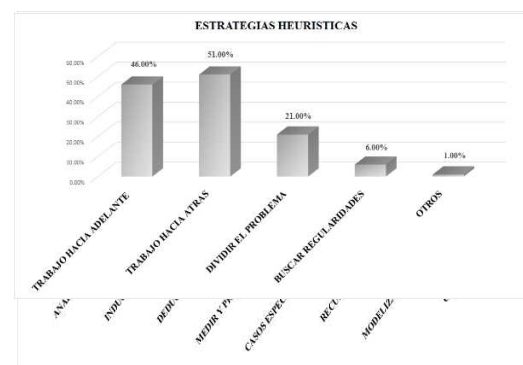


Figura 2. Estrategías heurísticas.

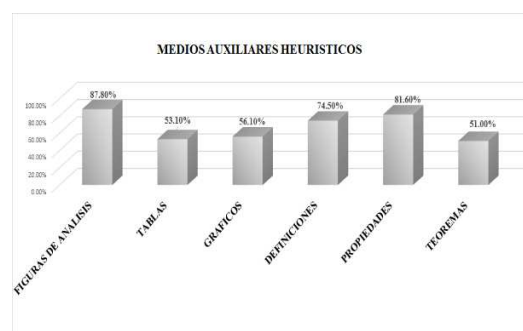


Figura 3. Medios Auxiliares Heurísticos.

5. Conclusiones.

Las conclusiones extraídas de los ejercicios propuestos en el test diagnóstico fueron las siguientes:

- ➔ Los modelos geométricos son interpretados correctamente pues la mayoría de los estudiantes transforma el problema al lenguaje geométrico mediante figuras de análisis y distingue entre perímetro y área.
- ➔ No hay problemas importantes con la transferencia de datos desde la figura de análisis y las funciones que usan como modelos.
- ➔ Se evidencian problemas para transferir problemas del lenguaje coloquial al algebraico (ecuaciones).
- ➔ Se observan dificultades en la comprensión e interpretación de los enunciados.
- ➔ Se advierte la falta de verificación de resultados.
- ➔ Se percibe una tendencia general a plantear casos particulares y no usar generalizaciones.

La misma experiencia se volvió a realizar en el año 2015, arrojando resultados similares en algunas de las categorías.

No se hace una descripción detallada de los resultados obtenidos en tal año ya que la muestra de estudiantes voluntarios se redujo a la mitad, pudiendo estos no ser representativos de la realidad de dicho año.

6. Bibliografía.

Hernández y Villalba 1994. George Polya: El padre de las estrategias para la solución de problemas.

Resolución de problemas según Polya. -Extraído del sitio web:
<http://estrategiamatematica.wikispaces.com/Resolucion+de+Problemas+segun+Polya>

Brousseau, G. 1997 Theory of Didactical Situations in Mathematics. Didactique des Mathématiques 1970-1990. Edited and translated by N. Balacheff, M. Cooper, Sutherland and V. Warfield. ISBN0-7923-4526-6

Libro Murcia, 2011: la metodología del aprendizaje basado en problemas, autores de la Universidad Politécnica de Madrid. Sitio web:
www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf
Ultimo acceso 30 de Junio 2016

Vizcarro C. Juárez E. El Libro “La metodología del aprendizaje basado en problemas”, Capitulo 1 en donde participaron como escritoras

Schoenfeld, A. Learning to think mathematically: problem solving, metacognition and sense making in Mathematics. En D. Grouws (Ed.), Handbook for research on mathematics teaching and learning. MacMillan (1992).

Fridman, L. M.: Metodología para resolver problemas de matemáticas. Grupo Editorial Iberoamérica. (1996)

Gaulin, D. Calude Tendencias actuales de la resolución de problemas. Revista SIGMA Nro 19
Septiembre de 2001 Iruila. ISSN 1131-7787, págs. 51-63

Wikipedia: https://es.wikipedia.org/wiki/Aprendizaje_basado_en_problemas

Monereo Carles 1998 Estrategias de enseñanza y aprendizaje España: SEP. Cooperación Española, Biblioteca del normalista, 1998, PP23-27

Prieto, L 2006. Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas, en Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales Vol.64. Núm. 124 págs. 173-196

De Miguel (Coord.) Metodologías de enseñanza para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior. Madrid: Alianza.

Dewey. J 1910 ¿Cómo pensamos? Nueva exposición de la relación entre pensamiento reflexivo y proceso educativo. Barcelona: pai2.1989

Sanjurjo, O. y Vera, M 1994. M.T. Aprendizaje significativo y enseñanza en los niveles medio y superior. Homo Sapiens Bs. As.

¿Cómo vencer a la intuición?: Análisis de su influencia en el aprendizaje a nivel universitario

Freije, M. Luján^{1,2}; Dimieri, Leonardo³; Agamennoni, Osvaldo³ y Gasaneo, Gustavo^{1,2}

¹Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS); ²IFISUR-CONICET; ³Instituto de Investigaciones en Ingeniería Eléctrica - IIIE (UNS) - CONICET
Av. Alem 1253 (8000). Bahía Blanca, Argentina
ggasaneo@gmail.com

RESUMEN

Las nociones de la física con las que los alumnos llegan al aula universitaria son el resultado de sus interacciones con el mundo que los rodea y la influencia de la educación recibida con anterioridad. Estas ideas previas pueden ser incorrectas, incompletas o encontrarse desconectadas entre sí, de manera tal que aún siendo correctas no sirvan como herramientas para fundamentar los fenómenos físicos con concepciones científicas adecuadas. Para conocer cuáles son los conocimientos que los alumnos tienen en los cursos básicos de Física, se elaboró un cuestionario de 20 problemas con múltiples opciones de respuesta que muestren la presencia de conceptos erróneos llamados primitivas fenomenológicas, en la cinemática y dinámica de un cuerpo puntual, y poder así elaborar estrategias educativas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se evaluó el cuestionario tanto a alumnos de Física 1 como alumnos avanzados de ingenierías, encontrando que no sólo existen primitivas sino que éstas son resistentes al cambio y perduran en el tiempo. También se compararon los distintos cursos de Física 1, para detectar la influencia del tipo de enseñanza en el desempeño académico.

Palabras clave: Cambio conceptual, Primitivas fenomenológicas, Física básica.

1. Introducción

Los alumnos llegan a la universidad luego de por lo menos 12 años de concurrencia a instituciones educativas, donde, en principio, se les enseñaron herramientas generales para resolver problemas y comprender conceptos físicos que fundamentan los fenómenos que ocurren a diario en el mundo que los rodea. Por otro lado, durante esos 12 años de educación formal, los estudiantes también incorporan conocimientos a partir de su interacción diaria con el mundo. En muchas situaciones, y debido a la forma en la que estos “saberes” se incorporan, ocurre que estos últimos aprendizajes están más fuertemente consolidados en el cerebro que los adquiridos en el proceso de educación formal al que los jóvenes están sometidos.

A la hora de cursar y aprobar un curso de física básica, estas ideas previas con las que los estudiantes llegan al aula tendrán particular influencia en lo fácil o difícil que les resultará lograr el aprendizaje de las distintas temáticas

abordadas. Dados los altos niveles de desaprobación que observan en los primeros años de las carreras de ingeniería, resulta claro que existe un importante desfase entre lo que los alumnos traen aprendido y lo que se supone aprendido. Este, claro está, es solo uno de los factores que juegan a la hora de analizar las razones por las cuales los alumnos desaprueban. Sin embargo, este es uno de los factores más relevantes a considerar. Saber cómo y cuándo utilizar conceptos y organizarlos mediante conexiones efectivas, es otro factor sumamente significativo que facilita el aprendizaje [1]. Por eso, es importante conocer con qué conocimientos o primitivas fenomenológicas los alumnos llegan al aula. Esto permite trabajar sobre las mismas para lograr una mejor comprensión por parte de los estudiantes a la hora de resolver problemas en física.

1.1. Aprendizaje como construcción y re-estructuración

Como se mencionó, los alumnos llegan a la formación universitaria con ideas previas adquiridas a partir de sus interacciones con el mundo que los rodea y de la educación recibida

anteriormente. Las ideas creadas intuitivamente pueden ser correctas o erróneas y, en este caso, será necesario lograr un cambio conceptual durante la enseñanza que permita transformar dichas ideas en concepciones científicas, a fin de alcanzar un mejor aprendizaje [2].

Existen varias propuestas en torno a la construcción del conocimiento por parte de los alumnos. Dentro de las dos visiones más discutidas en la literatura, la corriente encabezada por diSessa plantea el concepto de conocimiento fragmentado, en piezas llamadas primitivas fenomenológicas, según el cual los alumnos tienen ideas aisladas y tienen dificultades intrínsecas para desarrollar una visión integrada de los fenómenos [3]. Por otro lado, la corriente liderada por Vosniadou piensa el cambio conceptual como una adición de información al marco teórico que la persona ya posee, buscando lograr la coherencia de los conceptos correctos y revisando las ideas erróneas que entran en conflicto con los nuevos conocimientos que se deben adquirir [4].

2. Desarrollo del trabajo

Un cuestionario con 20 problemas de múltiples opciones relacionados a conceptos de cinemática y dinámica fue administrado a 346 alumnos de un curso introductorio en Física y estudiantes que llamamos avanzados, es decir, que cursaron dicha materia en años anteriores de su carrera. De los 20 problemas, 9 tenían relación a la cinemática del cuerpo puntual y 11 a temas vistos durante la cursada en relación a la dinámica del mismo. En cada problema se incluía entre las respuestas posibles, una opción que era la correcta y otra que representaba la primitiva fenomenológica que quería ponerse en evidencia.

El test se evaluó en horario de clases, siendo voluntaria la participación de los estudiantes y sin tener influencia en su nota de cursada. Para responder, los alumnos no necesitaban realizar ningún cálculo ni justificar su respuesta. Se les pedía que contesten según su conocimiento previo o su intuición.

De los 346 alumnos, 105 son considerados como avanzados ya que se encontraban cursando tercer o cuarto año de Ingeniería. El resto de los estudiantes pertenecían a cursos de Física 1

dictados por distintos profesores, razón por la cual se los distinguió con un número asociado a cada docente. En esta materia se tratan los tópicos que son de interés para el estudio de las primitivas fenomenológicas asociadas a la cinemática y dinámica del cuerpo puntual.

Tan sólo el 31% de los alumnos que respondieron el test conceptual lograron obtener un puntaje equivalente al 60% o más, que es el porcentaje que se les exige durante el cursado para la aprobación de la materia. En la comparación entre los alumnos que se encontraban cursando Física 1 y los estudiantes avanzados, se obtiene una nota promedio general para los primeros de 50.85, valor similar al obtenido por los alumnos avanzados (50.78%). Sin embargo, el porcentaje de aprobación para alumnos avanzados fue menor que para los estudiantes que cursaban Física 1, considerando aprobado el test conceptual cuando se respondía correctamente el 60% o más del mismo. En la Fig. 1 se muestra la comparación entre estos dos grupos, en porcentaje, dividiendo a los alumnos por intervalos de nota de 10 en 10.

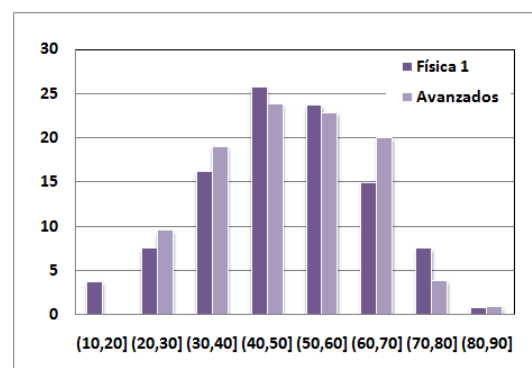


Figura 1. Comparación del rendimiento en el test conceptual, entre alumnos de Física 1 y avanzados.

Ahora bien, si se consideran solamente los alumnos que se encontraban cursando Física en los cursos identificados como 1 y 2, se encuentran diferencias notorias en el rendimiento de los estudiantes en el test conceptual.

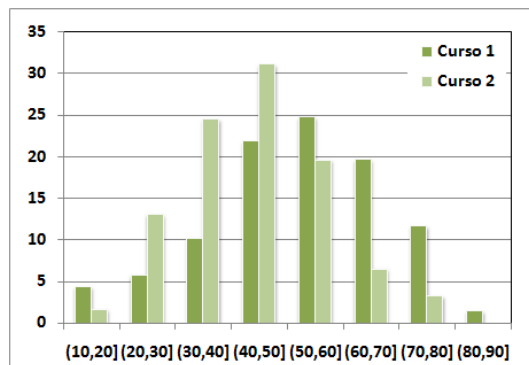


Figura 2. Comparación del rendimiento en el test conceptual, entre alumnos de dos cursos de Física 1.

En el caso del curso 1 el promedio general es del 54% mientras que para los alumnos del curso 2 la nota promedio ronda el 46%. En la Fig. 2 se presenta la comparación en el rendimiento entre ambos cursos en el test conceptual.

Analizando separadamente los problemas de acuerdo a la temática involucrada, en los 9 problemas de cinemática los alumnos obtuvieron porcentaje general de acierto del 57.52%, muy por encima del 44.83% que respondió correctamente los problemas de dinámica.

Dentro de los problemas de cinemática, se incluyeron análisis gráficos, para conocer las dificultades que presentaban los alumnos a la hora de extraer de una gráfica los valores y datos significativos de los mismos, que los ayuden a entender el movimiento descrito por el cuerpo puntual. En el caso que se presenta en la Fig. 3, un móvil se movía a velocidad constante y se daba la trayectoria seguida por el mismo. La mayoría de los alumnos asoció el concepto de “velocidad constante” con un móvil sin aceleración, olvidando lo aprendido en movimiento circular. En este problema, el 22.16% contestó correctamente, haciendo un análisis del comportamiento del cuerpo de acuerdo a la gráfica presentada, mientras que el 42.57% se inclinó por la primitiva.

Un móvil se desplaza con rapidez constante a lo largo de la trayectoria que se muestra en la figura

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- ☐ La aceleración es nula en todo el trayecto.
- ☐ Cuando el móvil pasa por x_2 la aceleración máxima y cuando pasa por x_4 es nula.
- ☒ Cuando el móvil pasa por los puntos x_3 y x_5 , la aceleración es nula y cuando pasa por x_4 es máxima.
- ☐ Ninguna de las afirmaciones anteriores es verdadera.

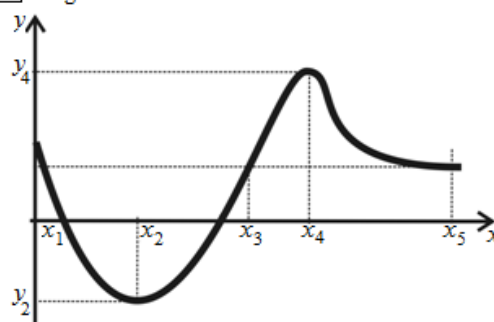


Figura 3. Ejemplo de problema de cinemática, con la respuesta correcta y la primitiva esperada.

Entre los problemas de dinámica, aquellos asociados a la fuerza de interacción entre dos cuerpos (como eran en ese ejemplo la Tierra y la Luna) son los que obtuvieron un peor porcentaje de acierto. De 346 alumnos, sólo 162 contestaron correctamente el problema que se encuentra como ejemplo en la Fig. 4.

La Tierra es 81 veces más masiva que la Luna y la distancia que las separa en su órbita casi esférica es de, aproximadamente, 384000 km. La fuerza que la Tierra ejerce sobre la Luna es:

- ☐ mayor que la que la Luna hace sobre la Tierra?
- ☒ igual que la que la Luna hace sobre la Tierra?
- ☐ menor que la que la Luna hace sobre la Tierra?
- ☐ no se puede responder con los datos dados.

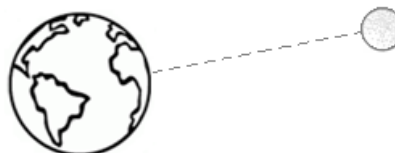


Figura 4. Ejemplo de problema de dinámica, con la respuesta correcta y la primitiva esperada.

A su vez, se encontró que en muchos casos los alumnos realizaban correctamente el diagrama

de cuerpo libre que representaba la situación planteada en los problemas, pero sin embargo terminaba seleccionando una opción incorrecta. Esto podría hablar de una mala interpretación del enunciado, del cual asumen situaciones que no son las que se les plantean realmente. El caso más común que ejemplifica esto es el que se muestra en la Fig. 5, de un bloque que es sostenido contra una pared gracias a la acción de una fuerza F . Si bien este problema alcanzó un porcentaje aceptable de aciertos, aquellos que se inclinaron por la primitiva realizaban un correcto diagrama de fuerzas.

Un bloque es comprimido contra una pared vertical con una fuerza F , como se muestra en la figura. Si el bloque permanece en reposo es porque la magnitud de la fuerza de rozamiento:

☐ es mayor que el peso.

☐ es igual a F .

☒ es igual al peso.

☐ es igual a la fuerza de rozamiento estático máxima.

☐ ninguna de las anteriores.

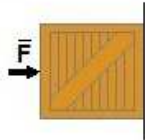


Figura 5. Ejemplo de problema de dinámica, con la respuesta correcta y la primitiva esperada.

Cerca del 57% de los estudiantes contestó correctamente, mientras que la primitiva obtuvo un porcentaje del 11%. Otra respuesta que tuvo alto porcentaje fue la que se corresponde con el estado de movimiento inminente del cuerpo, que sería la opción en la cual la fuerza de rozamiento toma su máximo valor posible, pero esta condición no estaba especificada en el enunciado.

3. Discusión

Gracias a la colaboración de los estudiantes, se pudo conocer más acerca de los conceptos previos con los cuales arriban al primer curso de Física que reciben en la universidad. Esto permitirá desarrollar clases interactivas donde se fomente el debate en torno a las ideas previas erróneas, que puedan influir negativamente a la hora de incorporar las concepciones científicas que se espera que aprendan en el transcurso del curso.

Por los resultados obtenidos, se pudo probar que no siempre aprobar significa haber aprendido

los conceptos físicos que dan un marco teórico a un problema planteado. Es llamativo que sólo el 31% de los alumnos haya podido responder correctamente más del 60% del test conceptual. La propuesta de enseñanza que se lleva a cabo, desde hace un tiempo, en algunos cursos de Física, en el cual sus profesores conocen acerca de la existencia y la solidez de las primitivas fenomenológicas, mostrará sus resultados en años siguientes. Se espera que gracias a reforzar los conceptos los alumnos logren adquirirlos y no olvidarlos con el paso del tiempo.

Se encontró que los alumnos avanzados no logran un mejor desempeño que los que se encontraban en el cursado de Física 1, aun cuando sus carreras estén relacionadas de forma directa a la física y las concepciones científicas vistas deberían ser reforzadas por la experticia.

Los alumnos de Física 1 demostraron tener desempeños dispares y se evidenció la diferencia entre participar de un curso en el cual se trabaje en torno a las primitivas fenomenológicas del área del conocimiento y uno en el cual se desconozca siquiera su existencia.

A su vez, los alumnos lograron un mejor desempeño en los problemas que ponían en juego conceptos asociados a la cinemática del cuerpo puntual. Una posible explicación a esto es que en las situaciones de la vida cotidiana, ellos están familiarizados con conceptos tales como velocidad, aceleración, realizan cálculos inconscientes para cruzar la calle, arrojar un objeto y acertar a un blanco, saltar un charco un día de lluvia y no fallar en el intento, etc. En cambio, la dinámica parece ser más compleja de interpretar por los estudiantes, los cuales sienten las consecuencias de las fuerzas a diario pero no logran realizar una representación abstracta correcta de lo que está sucediendo.

4. Conclusiones

Hemos mencionado que los alumnos que llegan a la universidad lo hacen luego de haber tenido unos 12 años de educación formal. Una vez en la universidad, y durante el primer año, los alumnos participan de cursos rigurosos de matemáticas y de física en los cuales se presupone

que los conocimientos adquiridos en la educación primaria y secundaria son sólidos. Los resultados obtenidos a partir de los estudios realizados por nuestro grupo de trabajo y parcialmente presentados en esta comunicación, muestran interesantes conclusiones respecto a lo que en realidad está ocurriendo. Vemos que las concepciones erróneas que han sido adquiridas a partir de la mera interacción con el mundo que nos rodea, están tan sólidamente arraigadas que no solo se resisten a la educación primaria y secundaria, sino también a la universitaria, mucho más rigurosa y específica. Es interesante destacar que el conocimiento de estas primitivas fenomenologías debieran ser tenidas en cuenta al momento de enseñar, no solo en la universidad, sino también en los cursos de enseñanza secundaria en los cuales se comienza a trabajar sobre conceptos de física. Es de destacar además, que primitivas fenomenológicas aparecen en varias áreas de las ciencias, tales como biología, matemática, geografía, química, etc. Esto

implica que se debe comprender cómo es que nosotros los humanos interpretamos el mundo a través de nuestras construcciones cerebrales al momento de establecer las estrategias de enseñanza efectivas en los distintos niveles de educación.

5. Referencias

- [1] M. S., Sabella y E. F., Redish. "Knowledge organization and activation in physics problem solving". Am. J. Phys. 75. 11, pp. 1017-1029. Noviembre 2007.
- [2] M., Carretero. "Construir y enseñar las Ciencias Experimentales". Aique. 2da Edición. Buenos Aires, Argentina. 1, pp. 247. 1996.
- [3] A. A., Disessa y B. L., Sherin. "What changes in conceptual change?". International journal of science education. 20. 10, pp.1155-1191. 1998.
- [4] S., Vosniadou. "Capturing and modeling the process of conceptual change". Learning and instruction. 4.1, pp. 45-69. 1994.

Construcción de una bio-batería como alternativa de enseñanza en la obtención de fuentes de energías renovables para un desarrollo sustentable

Lic. Grinman, Gabriela – Prof. Sogari, Jorge

E.E.T N° 2 “Pbro. José. María Colombo”

9 de Julio 195, Gualeguaychú, Argentina

Gabriela.grinman@gmail.com – j_sogari@yahoo.com.ar

RESUMEN

El presente proyecto se presenta como una articulación entre varias disciplinas, ya que encierra una gran cantidad de conceptos físicos, químicos y biológicos. Se llevó a cabo en la Escuela de Educación Técnica N°2, “Pbro. José María Colombo” con estudiantes que cursan el Ciclo Superior. Intenta, por una parte, trabajar la interdisciplinariedad atacando la compartimentación del saber ya que después de muchos años de trabajo se sabe que es la forma en que los alumnos se apropiaron de los conocimientos. Por otra parte apunta a investigar sobre la producción de energía eléctrica a partir de las plantas, ya que es una tecnología con pocos años de investigación. Los resultados obtenidos son de gran importancia para el aprendizaje e incentivación de los estudiantes, pero con respecto a su funcionamiento y obtención de energía útil, falta investigación. Hoy en día es muy importante el saber en el aula y en la práctica ya que los alumnos deben estar preparados para las problemáticas actuales y las nuevas tecnologías. A partir de esto se hizo viable la implementación de una propuesta didáctica para la enseñanza del manejo de las energías renovables.

Palabras clave: energía, enseñanza, electricidad

1. INTRODUCCIÓN

La generación de energía eléctrica a partir de las plantas no es una idea nueva. La electricidad, en este caso, se obtiene con plantas de jardín. Ellas obtienen su energía mediante la fotosíntesis [5], convirtiendo la luz solar (fotones) en CO_2 y agua en azúcares. Una parte de este azúcar la utiliza para crecer y otra la vierte de nuevo al sustrato a través de sus raíces. El azúcar que es desechado por sobrante, se descompone gracias a las bacterias y en este proceso libera electrones y protones. El objetivo de este trabajo es poder utilizar esta energía generada en el sustrato, para iluminación. Existen muchas investigaciones al respecto que lograron generar energía eléctrica a partir de plantas vivas, pero siguen en proceso de investigación ya que se quiere obtener en gran escala como medio alternativo a los combustibles fósiles. La información que existe sobre el tema es escasa y circunscripta a laboratorios de alto nivel tecnológico o universidades. En este proyecto de

trabajó en forma interdisciplinaria con profesores de química, física y biología. Junto con los alumnos se trató imitar, en cierta manera, la obtención de energía del sustrato. Más allá de los resultados, como se describen en el desarrollo del trabajo, fue muy importante la etapa investigativa y las distintas propuestas disparadoras. Tal como se encuentra la educación en la actualidad, el principal problema es la compartimentación en la enseñanza, hay que considerar que el alumno aprende más construyendo que deduciendo. Las planificaciones están aisladas con respecto al trabajo conjunto de los profesores y en una escuela de carácter técnico, no debería ocurrir.

También como dijera Gusdorf G. pasado, presente y futuro de la investigación interdisciplinaria. “La interdisciplinariedad no es otra cosa que la reafirmación y constante epistemológica de la reagrupación de los saberes”¹. En la ciencia moderna, la preocupación de sus principales exponentes — Galileo, Descartes, Bacon — por la sociedad científica interdisciplinaria fue invariable. La

diferencia radica sólo en que añadieron a esta agrupación interdisciplinar la necesidad de una comunicación entre las disciplinas, elemento que retoma la interdisciplinariedad a mediados del siglo XX. Fueron exponentes de estas ideas: *Gottfried Wilhelm von Leibnitz* y *Jean Amos Komenski* (Comenio). Este último propuso la *pansophia*, como pedagogía de la unidad, capaz de eliminar la fragmentación del saber de las disciplinas.

2. Marco Teórico

2.1. Integración curricular: Física – Química y Biología

Las transformaciones en el sistema educativo demandan el uso de diferentes estrategias metodológicas. Más allá del dictado académico de saberes en el aula el docente debe estar preparado para trabajar en forma interdisciplinaria, no hay manera que un alumno tome conocimiento de los temas si se lo enseñan en forma aislada como en compartimentos estancos. Según Morín (2001) [4] la interdisciplinariedad persigue como objetivo epistemológico la reunificación del saber y el logro de un cuadro conceptual global, mientras que como objetivo metodológico pretende investigar multilateralmente la realidad, por el propio carácter variado, multifacético y complejo de la misma y la necesidad de obtener un saber rápidamente aplicable, en consonancia con la creciente interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad (Álvarez Pérez et al, 2004) [1].

Una didáctica integradora (Marino, et al., 2005) [3] que implique educar y formar

¹ Gusdorf G. Pasado, presente y futuro de la investigación interdisciplinaria. En: Bottomore T (coord.) Interdisciplinariedad y Ciencias Humanas. Madrid: Tecnos/UNESCO. 1983;32-52

en ciencias naturales, utilizando las problemáticas como eje transversal de contenidos pertenecientes a diferentes campos disciplinares, posibilitará reconocer y

desarrollar contenidos de Física, Química, Biología ...,etc. La opción de un área de ciencias naturales integrada está en la dirección de las recomendaciones publicadas por la Comisión Nacional para el mejoramiento de la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática (Informe Final de la Comisión Nacional para el mejoramiento de la enseñanza de las Ciencias Naturales y la Matemática, 2007) [2]. En las mismas se menciona como diagnóstico “contenidos habitualmente fragmentados, discontinuos y desactualizados en ciencias naturales para los últimos años del nivel primario, además de la preponderancia excesiva otorgada a las ciencias biológicas en relación a las demás disciplinas que conforman las ciencias naturales” “contenidos poco motivadores y/o alejados de los intereses prioritarios de los alumnos....”

La necesidad de la formación científica en el ámbito de la Escuela Técnica, exige también la implementación de las autoridades de cursos, talleres, congresos, etc., para el plantel docente y así poder realizar la transposición didáctica al alumnado en forma interdisciplinar. En una época en que la tecnología avanza día a día es necesario que el estudiante conozca en forma cabal los métodos científicos, nuevos materiales y tecnologías para el mejoramiento del bienestar social.

3. Desarrollo del trabajo

En el inicio del proyecto se comenzó a investigar la forma en que las plantas producían su alimento, para esto se consultó diferentes bibliografías en las cuales explica la fotosíntesis como principal fuente de energía. En varias zonas de nuestro planeta no hay suministro eléctrico. Esto acontece en países como Perú o Filipinas, pero el nuestro no está exento de dicha realidad, tal como dijera el Profesor Ramírez Elmer: [6] “los alumnos estudian con la luz de un encendedor, lo cual malogra su vista y las vías respiratorias”².

² RAMIREZ, E.: profesor de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC) de Lima, Perú. Actualizada: 11 de noviembre de 2015. Fecha de consulta: 12 de junio de

Esta consta de dos etapas bien diferenciadas: etapa luminosa: consiste en la transformación de la energía luminosa procedente de la luz en energía química bajo la forma de ATP (Adenosín trifosfato). Como subproducto de esta etapa pero de vital importancia para la respiración aeróbica, se obtiene O_2 . Etapa oscura: consiste en la reducción de moléculas carbonadas inorgánicas, para formar moléculas orgánicas (monosacáridos). Cuando en la hoja de la planta se recibe radiación electromagnética con determinada longitud de onda (más de 600 nm y menos de 500 nm, los fotones (partículas de luz) incidentes chocan con determinadas moléculas productoras de energía, en este caso las moléculas de clorofila. Todas las células fotosintetizadoras presentan un pigmento llamado clorofila en cuyo núcleo se encuentra un ión Mg^{2+} y una cadena lateral hidrofóbica, que es un lípido llamado *fitol*. La etapa luminosa consta de cuatro sucesos principales:

- Excitación fotoquímica de la clorofila: las moléculas de clorofila absorben energía luminosa, lo cual da como resultado la excitación o activación de sus electrones. Estos electrones de alta energía son transferidos a moléculas aceptoras especiales.
- Fotooxidación del agua: es una ruptura oxidativa del agua para dar O_2 , electrones (e^-) y protones (H^+)
- Fotoreducción del NADP: el NADP (Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato), acepta los electrones desprendidos de la clorofila y los protones provenientes del agua, y como consecuencia se reduce a NADPH, el potencial reductor que se utilizará en la etapa oscura.
- Fotofosforilación del ADP: acoplada a algunas reacciones del transporte de electrones, que son altamente exergónicas, ocurre la reacción del fosforilación del ADP para dar ATP.

Una de las vías por la cual llegan los nutrientes a la planta es la intracelular: el agua ingresa por esta ruta debido a la diferencia de

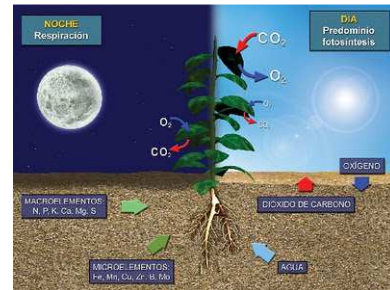


Imagen 1

concentración establecida entre el líquido del suelo y el contenido celular, (imagen 1).

Las sales se incorporan como iones disueltos. Algunos ingresan por difusión simple y otros son transportados a los tejidos conductores por las mismas vías de conducción que el agua. Otros iones son incorporados por transporte activo. Las finas columnas de agua ocupan sin interrupciones las vías conductoras del xilema, desde las raíces hasta las nervaduras foliares. Estas columnas no se rompen, debido a la cohesión entre las moléculas de agua. Luego de este proceso, la planta desecha en forma de glucosa y otras sustancias que no utiliza para su crecimiento, devolviéndolas al sustrato.

A continuación y teniendo esta información, se procedió a la colocación de electrodos de diferentes metales a ambos lados de las raíces. Se trabajó en la elección de los mismos por sus características de oxidación y reducción. Luego de probar con diferentes tipos, se llegó a la elección de electrodos de cobre y magnesio.

El tipo de electrodos fue un tema de mucha importancia a la hora de elegir los metales o no metales diferentes. Se probó con aluminio y cobre, logrando una diferencia de potencial de 0,71 volt. Luego se usó la combinación de cobre y zinc, también obteniendo valores muy similares. Se decidió entonces por magnesio y cobre (en forma tubular o de láminas). La composición del sustrato varía según el tipo de tierra que se utilice (ácida, alcalina, arcillosa, arenosa, etc.), por este motivo el cobre y el magnesio se comportaron correctamente a la hora de reducirse y oxidarse. En este caso la

tierra era levemente ácida. Se optó por plantas con hojas grandes dispuestas en diferentes macetas, así cada una actuaría como una celda electrolítica. Se usó un multímetro digital para tomar los valores de diferencia de potencial, a causa de los iones presentes en el sustrato y en cada planta se obtuvo aproximadamente 1,42 volt. Se hizo la conexión en serie de los electrodos de las cuatro macetas y en total se obtuvieron entre 5,5 y 6,02 volt, suficiente como para encender un led de 3 volt blanco (se aclara color blanco ya que cada color de led tiene una intensidad de corriente diferente), de 25 mA. Cabe destacar que no sólo la diferencia de potencial es la responsable de hacer funcionar un led, sino también se necesita cantidad de corriente (amperes), los cuales oscilaron entre 80 y 150 mA, suficiente para encender 3 o más leds en paralelo, pero por poco tiempo. La conexión se hizo soldando cable de cobre de 2,5 mm a cada uno de los electrodos, para conducir la corriente. Esta mediante un cargador casero de batería, hecho por los alumnos en el taller de electricidad, carga una batería de 3,7 volt y 1900 mA, suficiente como para mantener encendido 20 leds blancos durante casi 4 horas, (imagen 2).



Imagen 2

La carga de la batería es muy lenta debido a la poca intensidad de corriente, pero se comprobó que estando al sol, tardaría aproximadamente 19 horas, algo que no ocurre en estas latitudes, pero lo que alcanza a cargar es suficiente para el objetivo del gasto energético que es mantener estos 20 leds al menos durante 2 horas de noche como sistema auxiliar a la corriente eléctrica domiciliaria o para lugares en donde no llega la misma.

Los alumnos concurren varias veces al laboratorio e hicieron diferentes pruebas con distintos materiales que fueron detallados anteriormente. Esto sirvió para el aprendizaje

práctico de los elementos tecnológicos disponibles en el establecimiento escolar.

Llevaron diferentes tipos de plantas que el docente de biología aconsejaba y finalmente se decidieron por las de hojas voluminosas que tuvieran una gran superficie para recibir mayor radiación solar.

4. Discusión

Los alumnos intervinientes en esta investigación estuvieron muy entusiasmados viendo algo nuevo y diferente a las experiencias hechas en el laboratorio anteriormente en donde realizaban experimentos efectuados por científicos para comprobar la teoría en el aula expuesta por el docente. Se notó un mejor desempeño en las actividades prácticas de laboratorio y académicas en el aula. Entendieron que las ciencias naturales tienen que ver con lo social, ya que gran parte de la población mundial no tiene acceso a la luz domiciliaria, sea por lejanía a las centrales generadoras o por falta de inversión.

Esto es de suma importancia debido a que aprenden que las ciencias naturales, nos aportan soluciones de todo tipo para el bienestar de la humanidad. Este ejemplo de investigación nos hace pensar sobre las ciencias cruzadas siendo que de una disciplina se pueden interactuar conceptos y principios y dar lugar a nuevos campos de estudio. Así se refiere la empresa responsable de generación de electricidad a través de las plantas Plant-e: “La generación de energía a través del crecimiento de las plantas ha recorrido un largo camino desde aquellos proyectos de ciencias de las escuelas secundarias que experimentan con relojes alimentados por limones”³.

La novedad en este tipo de investigación es que no se requiere de gran aparatología y a su vez no se daña la planta en lo más mínimo.

³

Plant-e: Actualizada: 14 de noviembre de 2015.
Fecha de consulta: 12 de junio de 2016. Disponible en:
<http://www.plant-e.com>

5. Conclusión

Este proyecto tuvo como finalidad introducir conceptos de diferentes disciplinas a través de un trabajo de laboratorio. Los resultados fueron los esperados por los valores obtenidos y explicados en el desarrollo del trabajo. Fue muy enriquecedor para el plantel docente y el alumnado en general.

Se observa un mejor rendimiento a la hora de evaluar conceptos físicos, químicos o biológicos inherentes al proyecto y en general en los conceptos nuevos académicos.

La propuesta final sería implementarlo en otros campos de conocimiento.

La limitación fue la falta de tiempo, ya que al estar las asignaturas compartimentadas, se debe trabajar con los docentes quitando horas académicas en detrimento de la teoría áulica.

Los resultados de la investigación serán aplicados a modelos a escala, para hacer un seguimiento tecnológico y mejorar la calidad final del producto y su rendimiento.

6. Referencias

[1] ALVAREZ PEREZ, M. (2004): la interdisciplinariedad en la enseñanza

aprendizaje de las ciencias. Didáctica de las ciencias: Nuevas perspectivas. Colectivo de autores. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

[2] COMISION NACIONAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LA MATEMATICA (2007): Informe final Buenos Aires: Editorial del Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología.

[3] MARINO, L.; CARRERI, R.; ALZUGARAY, G. (2005): Un abordaje interdisciplinar en un diseño curricular disciplinar de carreras biológicas. Revista de Educación en Biología. Vol. 8 Nro 2 pp 28-36 ISSN 0329-5192.

[4] MORIN, E. (2001): La cabeza bien puesta. Buenos Aires: Ediciones Nueva visión.

[5] CASTRO, R.; HANDEL, M.; RIVOLTA, G. : 1994 Actualizaciones en Biología Cap. VII pp 178-191 Ediciones Eudeba ISBN: 9789502305912

[6] RAMIREZ E.: Profesor de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC) de Lima, Perú. Actualizada: 11 de noviembre de 2015. Fecha de consulta: 12 de junio de 2016. Disponible en: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/11/151109_tecnologia_plantalamparas_energia_electrica_selva_indigenas_luz_peru_amazonas_uteclb.

Construcción de una cámara oscura y su implementación mediante un trabajo colaborativo entre instituciones de niveles primario y secundario

Martínez, Horacio José ⁽¹⁾; Panozzo, María Rosa ⁽²⁾; Follonier, Liliana Mabel⁽²⁾; Sigot, Liliana María Celia⁽²⁾; Paiz, Gisella Analía⁽²⁾

(1) Escuela Secundaria N°31 “Benito Juárez” – (2) Escuela Primaria N°32 “Benito Juárez”

Ruta Provincial N°22 y vías del Ferrocarril – Estación Yuquerí – Departamento Concordia – Entre Ríos – Argentina

RESUMEN

Los nuevos escenarios sociales demandan de la escuela una función renovada que permita generar más oportunidades de aprendizaje. La función prioritaria de la escuela es hacer que cada sujeto se apropie de bienes culturales relevantes y necesarios para comprender e intervenir el mundo circundante. Es así que el diálogo entre sus miembros cobra especial importancia dado que permite compartir la necesidad de generar acciones conjuntas que favorezcan el intercambio de experiencias tanto hacia el interior como entre los distintos niveles educativos. Por ello y teniendo en cuenta lo antedicho se estableció como objetivo principal del presente trabajo propiciar una experiencia entre docentes de las escuelas primaria y secundaria “Benito Juárez” y alumnos del 5 y 6 grado que favorezca el trabajo colaborativo. La metodología adoptada, incorporó a la cámara oscura para el estudio en forma sencilla del diámetro solar y así el poder adquirir habilidades en el proceso de construcción de dispositivos de bajo costo como también en la medición y el análisis de los datos obtenidos, propio del trabajo experimental en ciencias naturales. Los resultados permitieron ser contrastados con los hallados en la bibliografía específica. Para favorecer el proceso, el trabajo fue socializado en una muestra educativa interinstitucional.

Palabras clave: Trabajo, Colaborativo, Interinstitucional.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día podemos considerar que no existe una nítida separación entre formación científica y formación ciudadana. Dicha formación implica el desarrollo de ciertas capacidades para las cuales la enseñanza de las ciencias adquiere un rol fundamental: la capacidad

de abstracción para ordenar el gran caudal de información que hoy está a nuestro alcance a partir de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación; la capacidad de experimentación, para llegar a comprender que existe más de un camino para llegar a descubrir nuevos conocimientos; y la capacidad de trabajo

en equipo, para promover el diálogo y los valores de solidaridad y respeto por los otros. Atendiendo a ello se propuso trabajar colaborativamente entre instituciones de niveles primario y secundario, donde los alumnos y docentes de la institución Escuela Primaria N°32 en conjunto con docentes de la Secundaria N° 31 “Benito Juárez” pertenecientes a la localidad de Estación Yuquerí del departamento concordia, reflejaron a través del método científico, observaciones y demostraciones, por medio de un trabajo experimental, que a lo largo del ciclo lectivo fueron desarrollando aulas adentro entre ambas instituciones.

2. MARCO TEÓRICO

Un ciudadano del siglo XXI debe estar equipado con una visión que le permita no sólo adaptarse a los cambios extraordinarios y vertiginosos que estamos viviendo, sino participar en las decisiones que deberá tomar la sociedad para definir el ritmo y las finalidades de los cambios [1]. Los nuevos escenarios sociales demandan de la escuela una función renovada que permita generar más oportunidades de aprendizaje a todos los niños y niñas. La función de la escuela es hacer que cada sujeto se apropie de bienes culturales relevantes y necesarios para comprender e intervenir en el mundo circundante. En este sentido, las Ciencias Naturales deben ser entendidas como lo que son, parte del acervo cultural de cada

ciudadano y, por ello ser parte de la formación [2].

Desde una perspectiva educativa que atiende a la inclusión social, entonces, no podemos privar a los alumnos del derecho a conocer un área de la cultura humana como las Ciencias Naturales. Esta es una construcción social más que, con aportes educativos propios e insustituibles, proporciona elementos para comprender y situarse en el mundo y contribuye tanto a la alfabetización básica como a la formación ciudadana. Las investigaciones en enseñanza de las ciencias y los resultados de las más recientes evaluaciones nacionales [3] e internacionales, muestran que tenemos un desafío importante: mejorar lo que sucede en nuestras escuelas, a la vez que replantearnos las formas en que su enseñanza ha sido desarrollada tradicionalmente.

3. DESARROLLO DEL TRABAJO

El diálogo entre sus miembros permitió establecer y consensuar los objetivos, anteponiendo como premisa fundamental el trabajo colaborativo entre docentes y alumnos. Es así que se propuso familiarizarse con una de las construcciones tecnológicas más sencillas y antiguas, basada en la propagación rectilínea de la luz, investigando sus características conceptuales e históricas. Se llevó adelante la realización en forma sencilla de una medición significativa del

diámetro solar y la adquisición de habilidades en el proceso de construcción de dispositivos, en la medición y el análisis, propio del trabajo experimental.

El relevamiento histórico respecto de este tipo de metodologías empleadas nos permitió revalorizar a quienes nos precedieron y en este caso en particular nos acercó a Aristarco quien nació en Samos - Grecia - en el año 310 a.C. y murió en el 230 a.C. El mismo fue discípulo de Estratón de Lampsacos jefe de la escuela peripatética fundada por Aristóteles. Años después Aristarco sucedería a Teofrasto como jefe de esta institución entre años 288 y 287 a.C. Fue un hábil geómetra pero es poco lo que se conoce de su vida. Aristarco consideraba al Sol como una estrella y probablemente suponía que las estrellas eran soles muy distantes. De lo que se conoce de los pensamientos de sus obras sobre el cosmos se puede resumir que fue uno de los primeros en promulgar la teoría Heliocéntrica. Aristarco pudo asumir que el Sol era una estrella más de las que se observan en el cielo. Desafortunadamente solo una de las obras de Aristarco nos ha llegado a los tiempos modernos, "Sobre las magnitudes y las distancias del Sol y de la Luna", y aunque la mayoría de sus ideas se conocen a través de terceros, se puede decir que fue uno de los que se ha presentado más avanzado a su época.

Medición indirecta del diámetro Solar: para llevar adelante las determinaciones se utilizó un artefacto conocido con el

nombre de cámara oscura, cuyo interior es un espacio sin luz y en una de sus paredes posee un orificio pequeño por donde puede ingresar de manera controlada la luz, el esquema de dicho funcionamiento lo detalla la figura 1, donde puede verse la geometría establecida entre los distintos rayos que ingresan a la misma y las distintas proporciones que pueden establecerse en base al ello. La medición puede hacerse en cualquier momento en que el Sol sea visible.



Figura 1. Esquema del funcionamiento de la cámara oscura para medir el tamaño angular del Sol.

Desarrollo: se partió de un tubo de cualquier material (cartón, PVC, etc.), en cual se lo cerró por un extremo con papel aluminio en el que se realizó un muy pequeño orificio con una aguja en su centro; al otro extremo del tubo se lo tapó con un papel milimetrado transparente o simplemente utilizando hojas blancas de carpeta según lo detallan las figuras 2 y 3.



Figuras 2 y 3. Alumnos en pleno trabajo de armado de la cámara oscura obturando sus extremos con hojas de carpeta.

Para llevar adelante las mediciones se apuntó con el tubo al Sol (tratando de no mirar al sol de forma directa. Es muy peligroso) se movió el tubo hasta que se proyectó en el papel milimetrado un disco brillante: la imagen del Sol producida por esta cámara oscura. Posteriormente se procedió a marcar en el papel milimetrado el borde de la imagen y quitar el papel para medir correctamente el diámetro de la misma (otra buena posibilidad es tomar una fotografía de la imagen sobre el papel milimetrado y luego medir sobre la fotografía) como lo detallan las figuras 4, 5, 6 y 7.



Figuras 4, 5, 6 y 7. Alumnos realizando el reconocimiento de la proyección obtenida en el extremo posterior del tubo y las mediciones respectivas.

Pasos posteriores a dichas mediciones involucraron la obtención del largo del tubo utilizado, para posteriormente aplicar la siguiente relación cuya expresión se detalla a continuación en la ecuación (1):

$$\frac{D}{L} = \frac{d}{l} \tag{1}$$

En donde
D: representa al diámetro solar
L: representa la distancia Tierra – Sol
d: representa el diámetro de la imagen
l: representa la longitud del tubo

Esta expresión permite relacionar en forma sencilla utilizando una proporción matemática, el diámetro de la imagen y la longitud del tubo empleado con la distancia tierra-sol y el diámetro solar. Los diferentes resultados obtenidos de estas determinaciones se expresan a continuación en tabla 1, donde se indican los mismos en centímetros y milímetros.

Tabla 1. Resultados correspondiente a las determinaciones de la longitud del tubo y del diámetro de la imagen obtenida.

Nº de Tubo	Longitud del tubo (en centímetros)	Diámetro de la imagen (en milímetros)	Diámetro de la imagen (en centímetros)
1	78cm	7mm	0,7cm
2	33cm	5,5mm	0,55cm
3	31,2cm	3mm	0,3cm
4	8,5cm	1mm	0,1cm
5	30cm	2mm	0,2cm
6	71cm	4mm	0,4cm
7	25cm	3mm	0,3cm
8	120cm	6mm	0,6cm

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los datos obtenidos y utilizando la fórmula propuesta se realizó el cálculo correspondiente para la obtención del valor del diámetro solar, encontrándose en: 1.346.153km. Posteriormente se procedió a realizar un relevamiento bibliográfico con el objetivo de poder contrastar dicho valor con el informado por otros autores. El valor del diámetro solar obtenido de bibliografía es de: 1.391.020km tomado de Néstor Camino. Pero sabemos desde principios del siglo XVII, gracias Kepler, que las órbitas son en realidad elípticas, con lo cual las distancia varía según la época del año. Para el Sol, tenemos 147.100.000 km y 152.100.000 km.

Sin tener en cuenta dichas variaciones debido a la posición de nuestro planeta en las distintas épocas del año, se procedió a comparar dichos valores (el bibliográfico y el experimental) y utilizando la proporción entre ellos se calculó la exactitud, logrando establecer un valor del 96,77%, es decir asumir que el error es menor al 5%.

Como puede verse, la aproximación que hemos obtenido es muy buena. Mejorarla, ya no depende de la geometría, sino de la tecnología para perfeccionar las mediciones.

5. CONCLUSIÓN

En base a lo anteriormente expuesto podemos concluir que los resultados obtenidos por la construcción llevada adelante por alumnos de 5 y 6 grado pertenecientes a la escuela primaria N°32

“Benito Juárez” asesorados por docentes de ambas instituciones y la metodología adoptada para el tratamiento de los datos obtenidos, permitieron no solo revalorizar el trabajo colaborativo entre docentes y alumnos, sino también enriquecer a otros miembros de la comunidad educativa, dado que la socialización de los resultados permitió compartir dicha experiencia entre todos los miembros de ambas instituciones al finalizar el año en la muestra educativa interinstitucional.

6. REFERENCIAS

[1] TEDESCO, J. C. 2007. Formación científica: prioridad nacional. En REVISTA EL MONITOR. 2007. N° 15. Nov/Dic. Pág. 1

[2] GUTIERREZ JULIÁN, M. S.; M. A. GÓMEZ CRESPO y M. J. MARTÍN DÍAZ. 2002. ¿Es cultura la ciencia? En: Membiela, P. (ed.) Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia Tecnología Sociedad. Formación científica para la ciudadanía. Narcea. Madrid. págs. 17-31.

[3] De acuerdo con el informe elaborado por el Ministerio de Educación de la Argentina en el año 2007, “La educación en ciencias en el país está en una profunda crisis que es imperioso revertir”. Para ampliar sobre este tema sugerimos leer: REVISTA EL MONITOR. 2007. N° 15. Nov/Dic. Por la alfabetización Científica. Págs. 46-49 y en el documento que realizó

nuestra provincia: Informe devolución
Operativo Nacional de evaluación 2007.
2010. Tomos I y II, Evaluación Externa.
Conceptos y desafíos.

[4] PINASCO, J. P.; AMSTER, P.;
SAINTIER, N.; LAPLAGNE, S.;
SALTIVA, I.; (2009). *Las Geometrías*.
Colección: Las Ciencias Naturales y la
Matemática.

De la Ingeniería a la Música con Mathematica

Martín, Héctor; Martín Gutbrod, Nicolás; Franzoi, Santiago; Peresón Marcos; Maidana, Gastón y Grenón, Martín.

GRUDIM, Facultad Regional reconquista de la UTN
Calle 44 n° 1000, Reconquista, 3560, Santa Fe, Argentina.
hmartin@frq.utn.edu.ar

RESUMEN

En el presente artículo se muestran un conjunto de trabajos realizados por alumnos en los Talleres de Mathematica que se dictan en la Facultad Reconquista. Estos talleres son para los primeros tres años de ingeniería en la Regional y tienen carácter de no obligatorios. En los mismos los alumnos realizan prácticos que son requeridos en asignaturas del mismo año, tales como Análisis Matemático, Álgebra y Geometría Analítica, Física, Química, Electrotecnia, Máquinas Eléctricas, Estabilidad, etc.. Se muestran ejemplos íntegramente realizados por los alumnos, de diferentes asignaturas y hasta incursiones en la música. La experiencia es gratificante para docente y alumnos cuando se logran superar los objetivos propuestos.

Palabras clave: Programa Mathematica, Transformadores, Música, Método Runje Kutta, Electrotecnia.

1. INTRODUCCIÓN

En la Facultad Regional Reconquista se han implementado desde hace varios años los Talleres de Mathematica. Los mismos se dictan fuera del horario de cursado y la asistencia no es obligatoria. Los alumnos de los tres primeros años de ingeniería deben presentar y defender trabajos vinculados a diferentes asignaturas. Además, en cada año se les solicita que investiguen sobre un par de comandos del programa, desarrollándolos completamente y explicándolo a todo el curso. Esto último ha superado realmente las expectativas que se habían propuesto, ya que, al tener la plena libertad, los alumnos han logrado trabajos muy interesantes. En este artículo se muestran alguno de ellos con una breve explicación para cada caso. Se ha observado también que muchos alumnos continúan utilizando el programa en asignaturas de los cursos superiores, sacándole provecho a las ventajas gráficas y de manipulación que posee.

2. Ejemplos desarrollados por alumnos.

En esta sección se muestran algunos de los logros obtenidos por los alumnos en los talleres mencionados. Es interesante destacar que los docentes han comenzado a utilizar desarrollos como los que aquí se muestran, para explicar los temas en sus cátedras.

2.1. Cálculo de tensiones en un sistema Trifásico

En el siguiente algoritmo se plantea la resolución de ejercicios prácticos de la asignatura Electrotecnia.

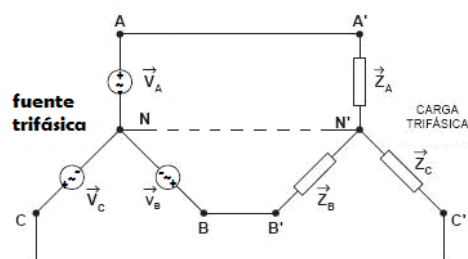


Figura 1. Ejemplo a resolver.

El ejemplo planteado consta de un circuito trifásico simple, como se muestra en

la figura 1. Se emplea una fuente trifásica en estrella en la entrada y las cargas (llamadas impedancias) conectada en cada fase también en estrella. Este esquema representa la distribución de tensiones y corrientes cuando no hay línea neutra.

La finalidad de este código es calcular la tensión de corrimiento del punto neutro para una carga desequilibrada conectada en estrella.

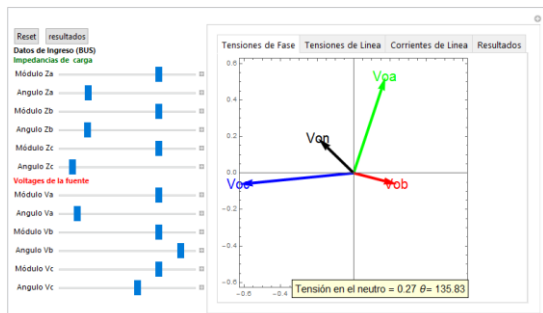


Figura 2. Pantalla de trabajo.

En la Figura 2 se indica la pantalla en un estado en el cálculo, donde, al modificar los valores de la izquierda se van mostrando los esquemas vectoriales automáticamente.

2.2. Método Runge Kutta

Los métodos de Runge-Kutta (RK) son un conjunto de métodos iterativos (implícitos y explícitos) para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales ordinarias, concretamente, del problema de valor inicial.

Uno de los métodos más utilizados por su buena aproximación y que no requiere cálculos complejos es el método Runge Kutta de cuarto orden conocido como el método clásico de Runge Kutta o simplemente RK4.

Con el fin de comprender mejor el método y utilizando los comandos de programación del Software, uno de los alumnos realizó un trabajo que permite llevar a cabo el procedimiento de cálculo de dicho método y por consiguiente la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

En un cuadro de ingreso de datos se coloca la ecuación diferencial, figura 3, luego se visualiza una pantalla en donde es posible

variar las condiciones iniciales y finales, además del paso en la iteración figura 4.

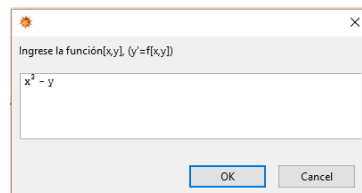


Figura 3. Ingreso de la ecuación diferencial.

El pequeño programita realizado, actualiza instantáneamente el gráfico de los valores hallados con el Método de Runge Kutta, indicados por puntos.

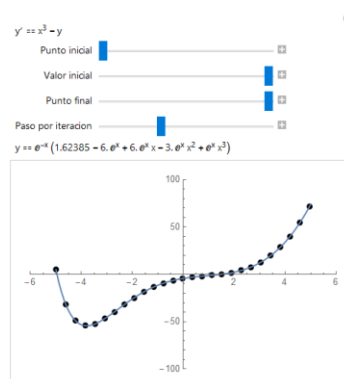


Figura 4. Pantalla de salida RK4.

Los resultados son comparados gráficamente con la solución que obtiene Mathematica a la ecuación diferencial en forma analítica con el comando DSolve, mostrados por la expresión de la función y la curva continua en la figura 4.

2.3. Transformadores reales

Los estudiantes abordan el estudio de los transformadores en la materia Maquinas Eléctricas, de cuarto año de la carrera Ingeniería Electromecánica. Ellos han desarrollando un programa con el software Mathematica en el que se simula el comportamiento del transformador real. Se introducen valores obtenidos por medio de ensayos, o brindados por los fabricantes y se obtienen las salidas gráficas vectoriales que permiten llegar a una mejor comprensión de su funcionamiento, facilitando el aprendizaje y la elaboración de conclusiones.

En los transformadores reales hay que tener en cuenta la resistencia de los arrollamientos y los flujos de dispersión. El

flujo de dispersión puede representarse añadiendo en serie con la entrada y salida respectivamente, de un transformador ideal; mientras que los arrollamientos se los reemplaza por resistencias cuyo valor es proporcional a la longitud de cada arrollamiento, a su resistividad característica es inversamente proporcional a su sección.

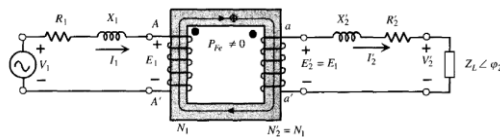


Figura 5. Circuito equivalente de un transformador real, Fraile Mora [2]

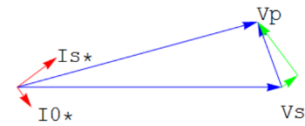
Se ha elaborado un algoritmo utilizando el programa Mathematica, aprovechando las ventajas en el cálculo complejo, la versatilidad de las gráficas vectoriales y los datos altamente modificables con recálculo de los resultados en tiempo real.

En el mismo se ingresan los datos característicos de un transformador, así como los distintos ensayos realizados al mismo.

Existe una interfaz en la cual el usuario ingresa los datos necesarios, y se calculan los datos específicos del transformador, lo cual se observa en la figura 6:

Figura 6. Ventana de ingreso de datos de ensayos

Al modificar el factor de potencia se puede observar como varían los resultados, por ejemplo para un factor de Potencia 0.8 Capacitivo (figura 10).



Regulación de Voltage: -0.536092%
Rendimiento: 98.9634%

Figura 7. Ventana grafica de resultados – FP=0.8 Capacitivo, obtenida del programa elaborado

2.4. Diagramas de esfuerzos en una viga apoyada.

Se ha logrado vinculación interesante también con la asignatura Estabilidad de segundo año. Se muestra a continuación un ejemplo de viga doblemente apoyada con carga $q(x)$. Se plantea la ecuación diferencial correspondiente a la elástica y se obtienen los diagramas de momento, corte, giros y elástica. Se muestra un ejemplo en la figura 8, se trata de una viga con carga en dos partes, una uniforme y otra triangular. Luego los diagramas obtenidos de Momentos, Corte, Giro y Elástica.

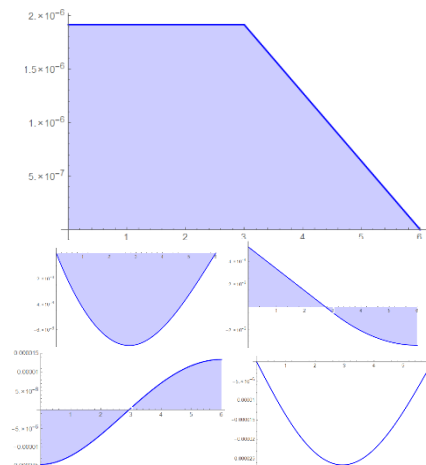


Figura 8. Viga simplemente apoyada con carga uniforme y triangular. Diagramas de esfuerzos (M y Q), giro y elástica.

2.5. Música con Mathematica

Uno de los prácticos solicitado a los alumnos consiste en investigar sobre un par de comandos elegidos por ellos mismos. En esta parte se muestra un trabajo creativo realizado por un alumno que, además de estudiante de ingeniería, es músico. Utiliza comandos para representar notas musicales, con opciones que permiten modificar el tono, la escala, la duración, el estilo, el volumen y varias otras características del sonido a reproducir. Es posible también el armado de acordes, donde varias notas se escuchan simultáneamente. En las figuras 9 y 10 se muestran dos melodías escritas, que son ejecutadas por el programa.



Figura 9. La cucaracha



Figura 10. Feliz cumpleaños

Se conoce la estrecha relación que existe entre la música y la matemática, siendo tal el caso que podemos observar matemáticos incursionando en la música y músicos incursionando en las matemáticas, desde Mozart con su famoso juego de dados para componer vales hasta Euler con su teoría de consonancia. Y es, gracias a esta mutua dependencia y a la versatilidad del programa que se pueden lograr cosas realmente interesantes solo con un poco de tiempo e interés.

3. Conclusión

La experiencia acumulada en estos años de implementación de los talleres permite comprobar la eficacia de esta instancia de aprendizaje, desde varias perspectivas. Desde

el alumno: Se verificó un aumento en el interés por participar en las clases, una mejora en el rendimiento académico en exámenes, promoción de la asignatura y mejora en la calidad de los trabajos realizados. Se plantearon trabajos de exploración sobre aplicación de contenidos a cuestiones prácticas, ya presentados en otros encuentros sobre experiencias de cátedra. Desde el docente: La experiencia para el equipo de cátedra resultó valiosa, permitiendo enriquecer el proceso enseñanza-aprendizaje, afianzar la comprensión de los conceptos y plantear nuevos temas de investigación exploratoria. Se ha logrado la aplicación de los temas matemáticos a situaciones problemáticas de otras asignaturas. La permanencia de esta propuesta didáctica permitirá que la misma se consolide, mejore y se perfeccione, con el aporte de alumnos y docentes de la cátedra y de otras asignaturas, en un intercambio continuo de experiencias.

4. Referencias

- [1] O'NEIL, P. Matemáticas avanzadas para ingeniería. Thomson. 6ta. Edición. 2008.
- [2] JESÚS FRAILE MORA (2003). Máquinas eléctricas. España: Transformadores. P.161-258.
- [3] STEPHEN J. CHAPMAN (2000). Máquinas eléctricas. España: Transformadores. P.61-153.
- [4] Erich Steiner. Matemática para las Ciencias Aplicadas. Madrid. Ed. Reverte. 2005
- [5] H. Edwards, D. Penney. Ecuaciones Diferenciales y Problemas con Valores en la Frontera. Cómputo y Modelado. Pearson Educación-Cuarta Edición. 2009
- [6] WOLFRAM Mathematica. Mc Graw-Hill.

Determinación de “g”: una propuesta de trabajo experimental.

Fleisner, Ana; Ramírez, Silvia; Sabaini, Ma. Belén

Universidad Nacional de Quilmes
Roque Sáenz Peña 352, Bernal, Buenos Aires
afleisner@gmail.com

RESUMEN

Desde la investigación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias básicas se señala la necesidad de un cambio en el enfoque de la enseñanza universitaria. Esta necesidad de cambio abarca también al tipo de prácticas de laboratorio que desarrollan los estudiantes. En este trabajo presentamos una propuesta de actividad práctica de laboratorio en la que los estudiantes deben diseñar una experiencia para determinar el valor de la aceleración de la gravedad. Para ello deben elegir el fenómeno a observar, establecer el modelo adecuado en relación con las magnitudes que deben medir y los enunciados de identidad de la física (leyes o definiciones) adecuados para dicha medición. Deben evaluar también las incertezas asociadas al proceso y elaborar un informe. De acuerdo a nuestras observaciones en el aula y en el laboratorio, este tipo de propuestas motiva a los estudiantes, los ayuda a comprender mejor las distintas características de las magnitudes físicas y favorece las denominadas actitudes científicas.

Palabras clave: Trabajo experimental, conceptos métricos, fenómenos físicos.

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace un tiempo, la investigación en enseñanza de las ciencias, señala la necesidad de un cambio en los roles del docente y del estudiante. El docente debería favorecer ambientes de aprendizaje implicando a los alumnos en la búsqueda y elaboración del conocimiento, mediante las estrategias y actividades apropiadas, teniendo en cuenta las características del alumno que llega al aula. El estudiante debería lograr una participación activa en la construcción de su proceso de aprendizaje, debería ser crítico, indagador, reflexivo, investigador y creativo.

Aprender a través de la comprensión y la toma consciente de decisiones promueve que los estudiantes establezcan relaciones entre lo que ya saben y la nueva información, facilitando el aprendizaje significativo (Ausubel *et al.* [1] y [2]). Por su parte al profesor le corresponde reflexionar y acompañar la lógica del proceso de comprensión y apropiación que va atravesando el alumno; con una intervención adecuada, tiene que tomar el riesgo y el desafío de llevarlo a construir el saber (Golombek [3]).

Mucho se ha escrito sobre la importancia de las actividades experimentales en el contexto del proceso

de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Existe consenso acerca de: el poco valor de las actividades experimentales de laboratorio solamente para la adquisición de habilidades o destrezas de laboratorio en sí mismas (Hodson [4] y [5]); la inutilidad de “seguir recetas” (Moreira [6]); la importancia de reflexionar - antes de proponer a los estudiantes un trabajo en el laboratorio- acerca de si dicho trabajo los motivará, si los ayudará a comprender mejor algunos conceptos, si brindará una adecuada visión de la práctica científica y si favorecerá las denominadas actitudes científicas. En definitiva existe consenso acerca de la poderosa herramienta que pueden resultar las prácticas de laboratorio en cuanto a potenciar el conocimiento conceptual y procedimental, la metodología científica, las capacidades de razonamiento fundadas en el pensamiento crítico y reflexivo (Hodson [4]; Wellington [7]; Carrascosa *et al* [8]; Salinas [9]; Salinas & Cudmani [10]).

Sin embargo, se sabe, desde hace mucho tiempo (Gil y Payá [11]) que los trabajos prácticos tradicionales no familiarizan a los alumnos con el quehacer científico, encontrándose tanto en los textos como en la forma en que los profesores los plantean, la ausencia de aspectos fundamentales, como el planteo de hipótesis o el diseño experimental a realizar. Así, la capacidad motivadora que los trabajos prácticos tienen

para los estudiantes, se transforma en decepción luego de realizarlos.

En carreras científico tecnológicas, las asignaturas correspondientes a las ciencias básicas están orientadas a que el alumno obtenga conocimientos disciplinares específicos y habilidades necesarias para los procesos de abstracción y modelización, mientras aprende habilidades generales necesarias para su desempeño como estudiante universitario y su posterior desempeño profesional (trabajo en equipo, expresión oral y escrita, gestión de la información, etc). Una de estas asignaturas es Física I. Esta materia se dicta en la Diplomatura de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes bajo la modalidad presencial y cuatrimestral. Se cursa en el primer año de las carreras: Ingeniería en Automatización y Control Industrial, Ingeniería en Tecnología de los Alimentos, Licenciatura en Biotecnología y Arquitectura Naval.

Desde nuestra experiencia como docentes, el poco interés que tienen la mayoría de los estudiantes de estas carreras por la física, obstaculiza el aprendizaje comprensivo y provoca la adquisición mecánica, poco durable y escasamente transferible de los contenidos. Esta situación nos lleva a intentar elaborar y utilizar alternativas de enseñanza que generen interés, curiosidad y gusto por aprender.

Centrando nuestra atención en los trabajos experimentales con enfoque de enseñanza tradicional de Física I, nos encontramos con distintos tipos de inconvenientes. Por una parte vemos que muchas veces los estudiantes están desorientados en el laboratorio y, aún habiendo leído la guía para desarrollar la práctica, no terminan de entender qué es lo que deben hacer, qué se pretende que logren con esas actividades y qué vínculo existe entre la actividad que se está desarrollando y los contenidos trabajados en las clases teóricas y de problemas. Muchas veces en las prácticas los alumnos se centran en obtener datos que son arrojados por distintos instrumentos de medición, pero no pueden hacer una interpretación de los mismos, es decir no le pueden asignar significado físico.

Por otro lado, al analizar los informes de laboratorio elaborados por los estudiantes -aún cuando logran hacer las mediciones que debían- se encuentra que no logran articular y estructurar un discurso que les permita comunicar correctamente aquello que hicieron. En sus informes se evidencia que no identifican variables a medir y no consignan con claridad el marco teórico que da sustento a las mediciones: consignan herramientas teóricas en las introducciones que luego no usan para el análisis de los resultados y/o usan

herramientas que no fueron consignadas en la introducción.

Creemos - como hemos expuesto en Wainmaier y Fleisner [12] - que, tanto el problema de la desvinculación del trabajo experimental con los contenidos teóricos, como el relacionado con la comunicación, pueden deberse al modo en el que habitualmente los docentes presentamos los conceptos físicos y a las características de las actividades propuestas.

Atendiendo a la problemática descrita y teniendo como objetivo mejorar el aprendizaje, se ha elaborado y llevado a cabo una propuesta didáctica de trabajo práctico de laboratorio de Física I, desde un enfoque constructivista.

2. Marco Teórico de la física para la elaboración de la propuesta

Si bien, desde diversas perspectivas epistemológicas se reconoce que el significado de un concepto no se reduce a su definición y se coincide en señalar que el significado viene dado por el sistema teórico al que este concepto pertenece, se suele presentar a los estudiantes los conceptos físicos atendiendo principalmente a alguna de las ecuaciones en las que éste se ve involucrado. Entendemos que cada magnitud física (concepto métrico) debe ser considerada en un sentido amplio y no sólo en tanto representación matemática y debe ser presentada de modo que queden contenidos en dicha presentación todos los aspectos relevantes de la misma.

Estimamos que los aspectos relevantes de toda magnitud física son cuatro (Fleisner [13]). El aspecto que denominaremos “ontológico”, contendrá una explicitación de cuál es la propiedad –o el tipo de propiedad– a la que se quiere asignar un valor numérico. Este aspecto es el correspondiente a la parte de la definición que se pretende acotar, aquello que la magnitud “es”, sin contener obligatoriamente toda la información necesaria y suficiente para una precisa identificación de la regularidad/característica que se desea especificar. Es decir, este aspecto de la definición sólo delimita alguna propiedad, con independencia de la forma en la que la magnitud podrá ser medida y con independencia también de las relaciones que pueda establecer con todas y cada una de las restantes magnitudes definidas en una determinada teoría. Ejemplo de este aspecto de una definición pueden ser las definiciones de la magnitud masa como la cantidad de materia que posee un cuerpo (masa inercial) o como

propiedad en virtud de la cual los objetos se atraen (masa gravitatoria).

Asignar un valor numérico a la propiedad a través de un proceso de medida, que incluye muchas veces otras magnitudes, nos lleva a tener en cuenta los siguientes tres aspectos.

El aspecto “experimental” de la definición de una magnitud debe dar cuenta de la relación entre la magnitud a medir y el montaje experimental mediante el cual se la mide; pone de manifiesto el modo de interacción que se supone entre objeto-instrumento de medición. Por ejemplo, podemos señalar las diferencias significativas que existen entre el modo en el que la incertidumbre experimental es concebida en el contexto de la mecánica clásica y la mecánica cuántica. En la primera no hay barrera teórica para el perfeccionamiento de los instrumentos y los procedimientos experimentales: en principio sería posible efectuar las mediciones con una incertidumbre arbitrariamente pequeña. En la segunda esta barrera viene dada por las relaciones de incertidumbre de Heisenberg y resulta prácticamente imposible medir en forma simultánea magnitudes complementarias con precisión infinita. Llegados a este punto cabe introducir una importante aclaración respecto de la naturaleza de la observación y la formulación de conceptos. Sostenemos, en coincidencia con Heisenberg [14] que tanto en el marco teórico de la mecánica cuántica como en el clásico, las condiciones de observabilidad se establecen desde la teoría, es decir que no vienen dadas por las condiciones de experimentación. En el caso de la mecánica cuántica, el principio de indeterminación establece la máxima precisión con la que pueden conectarse formalismo matemático y experiencia. Es siempre la teoría quien marca límites máximos de precisión en la operación de medición, independientes de los instrumentos utilizados y limita así la validez en la aplicación de los conceptos.

El aspecto “formal o matemático” de una magnitud es expresable mediante una estructura matemática (o fórmula) que la represente. A toda magnitud física, en tanto concepto métrico, es necesario asociarle una estructura matemática que permita la atribución de valores. La definición de cualquier magnitud involucra, al menos implícitamente, definiciones de magnitudes como el espacio y el tiempo. Estas magnitudes implican a su vez una determinada estructura matemática, ya que definen cuestiones básicas como el tipo de lugar en el que las entidades que presentan la propiedad o atributo –que hemos denominado magnitud física– están contenidas, y la relación entre este lugar y el orden temporal de los distintos sucesos. Así, la estructura que forman el

espacio y el tiempo en el contexto de la física clásica es distinta de la estructura del espacio y el tiempo en un contexto cuántico, y distinto a su vez en el contexto relativista. Estas estructuras matemáticas implican un tipo de métrica que influirá en la representación del resto de las magnitudes definidas en el marco de los distintos contextos. De esta forma, aunque dos expresiones matemáticas de una supuesta misma magnitud presenten una estructura similar, en marcos teóricos distintos pueden implicar métricas distintas.

Por último y dado que la mayoría de las magnitudes físicas involucra otras magnitudes, de forma tal que en conjunto conforman la estructura conceptual de una teoría, es necesario también tener en cuenta el aspecto “contextual”. En las definiciones de las magnitudes en el marco de cada teoría física, se suelen involucrar relaciones con otras magnitudes que aportan al significado de la magnitud. En distintas teorías físicas esas relaciones pueden ser distintas. Por ejemplo, parte del significado de la magnitud “masa” en el contexto de la relatividad especial implica una relación con la magnitud “energía” que no está contenida en la mecánica clásica. Los términos de género natural que incluyen los términos de magnitudes físicas, se aprenden simultáneamente con otros y a través de situaciones en las que conjuntamente ejemplifican alguna ley. Por ejemplo, según Kuhn [15] es imposible aprender el término “fuerza” si no es en relación con términos como “masa” o “peso” y recurriendo, por ejemplo, a las leyes de Newton sobre el movimiento. Los conceptos de fuerza y masa que figuran en la segunda ley de Newton diferían de los que eran habituales antes de la introducción de la ley, la ley misma fue esencial para su definición. De esta manera, el significado de los términos de magnitudes físicas de una teoría viene determinado por las leyes de dicha teoría, las cuales son aprendidas –y por tanto, también lo son los términos de género natural contenidas en ellas– mediante su aplicación a ejemplos paradigmáticos.

3. Propuesta de trabajo práctico de laboratorio

Determinación experimental del valor de “g”

Primera parte

El objetivo de este trabajo experimental es determinar el valor de “g”. Cada grupo de alumnos diseñará una experiencia que les permita determinar el valor de la aceleración de la gravedad y evaluar las incertezas asociadas a la medición. Harán las

mediciones que correspondan y, dados los primeros resultados, ajustarán el método experimental utilizado.

Actividades:

- a) pensar en un fenómeno físico en el que la aceleración de la gravedad “g” esté involucrada,
- b) elegir el modo en el que se va a estudiar el fenómeno (establecer un modelo) y establecer los supuestos y las limitaciones del modelo elegido,
- c) señalar las magnitudes a través de las cuales se estudiará el fenómeno y seleccionar las herramientas teóricas (leyes, definiciones) que permitirán establecer relaciones entre dichas magnitudes,
- d) encontrar las ecuaciones matemáticas que permitan vincular las magnitudes seleccionadas con el valor de “g” y “despejar” su valor de dichas ecuaciones,
- e) discutir acerca del tipo de errores que estarán presentes en la medida de “g” y establecer el método más adecuado para valorarlos y calcularlos.

Segunda parte:

Cada grupo de estudiantes analizará y discutirá los resultados obtenidos. Luego se realizará un plenario en el cual se compararán y discutirán los resultados obtenidos por todos los grupos.

Actividades:

- a) Analizar en el grupo los resultados y proponer mejoras experimentales si es necesario.
- b) Comparar los resultados (valores de “g” e incertezas) de los distintos grupos de alumnos y discutir las ventajas y desventajas de cada diseño experimental.
- c) Elaboración de un informe.

4. Fundamentación didáctica de la propuesta

A pesar de parecer una propuesta muy libre – en el sentido de que cada grupo de estudiantes puede trabajar con el fenómeno físico y el diseño experimental que prefiera – hay en todo momento una guía sumamente rigurosa que va permitiendo al estudiante vincular al fenómeno físico elegido con los distintos aspectos de los conceptos físicos involucrados (ontológico, matemático, experimental y contextual).

¿Qué se pretende lograr con cada uno de los pasos de la propuesta?

En la primera parte:

a) además de necesitar entender aquello que la *aceleración* es por definición, se pretende que el estudiante pueda encontrar un fenómeno en el que la misma esté involucrada, que identifique y vincule las

magnitudes físicas que ya conoce con distintos fenómenos que forman parte del objeto de estudio de la física. Esto implica poder relacionar un concepto físico (el de aceleración de la gravedad) con un contexto natural determinado, es decir, comprender el concepto de “g” más allá de su mera definición ontológica, atendiendo también a la característica contextual de la definición completa.

b) elegir el modo en el que se va a pensar el fenómeno acerca al alumno a la idea de que no se estudia “el mundo” o “la naturaleza” en el laboratorio, sino una de las posibles representaciones que del mundo o la naturaleza hace el hombre. A su vez, “recortar” un objeto de estudio, permite entender que cualquiera sea el modelo elegido, éste tendrá límites de validez.

c) relacionar a través de leyes y definiciones a la aceleración de la gravedad con otras magnitudes permite vincular el marco teórico estudiado hasta el momento con el experimento que se pretende realizar, es decir, establecer un vínculo posible entre las definiciones de los conceptos métricos y el montaje experimental que permite la atribución de cantidades al concepto.

d) la formalización de las relaciones entre magnitudes permite comprender, además de las definiciones ontológicas de los conceptos, las definiciones formales (matemáticas y lógicas) de los mismos.

e) llegados a este punto, los estudiantes han manejado distintas formas de evaluar las incertezas asociadas a las mediciones directas e indirectas, por lo que pueden seleccionar una forma de establecer los márgenes de validez de las mediciones que efectúen.

En la segunda parte:

a) y b) La discusión de los resultados e incertezas asociadas a las mediciones y la propuesta de mejoras en el diseño experimental fomentan el trabajo en equipo, la generación de procesos comprensivos y el juicio crítico y reflexivo.

c) La confección de un informe grupal favorece la comunicación oral y escrita y el correcto empleo del vocabulario científico y tecnológico.

De modo general, todos los objetivos tienen en común mejorar el rendimiento académico y lograr un aprendizaje constructivo, problematizador, comprensivo y significativo.

Si bien la actividad práctica propuesta puede realizarse en diferentes momentos de la cursada, resulta conveniente implementarla sobre el final de la misma dado que, el estudiante ya se habrá apropiado de conocimientos conceptuales, metodológicos y

diferentes habilidades tales como gestión de información y habilidades cognitivas lingüísticas.

5. Conclusiones

Consideramos que esta propuesta cumple con la intención de mejorar la formación científica y tecnológica del estudiante ya que lo induce a investigar, indagar, comparar, deducir, especificar, consultar y trabajar en equipo para planear, así como a comprender y analizar los resultados obtenidos por el grupo. La misma facilita el desarrollo de la creatividad ya que no se limita a una receta ni a los instrumentos disponibles en el laboratorio de física para llevarla a cabo.

Cuando los estudiantes desarrollan este tipo de actividades prácticas de laboratorio se favorece la comprensión del significado físico contenido en los enunciados formales y ecuaciones. Asimismo se promueve la gestión de información, el análisis y discusión de los resultados, la elaboración de conclusiones y el trabajo en equipo.

En los informes que los estudiantes elaboran de esta práctica hemos observado una adecuada mención del marco teórico que sustenta la experimentación y una correcta identificación de las variables a observar y medir. De modo general, observamos un mejor manejo del lenguaje técnico de la física y el desarrollo de habilidades, propias del quehacer científico tecnológico, como la planificación, la investigación, la experimentación, el análisis, la discusión de resultados y la expresión oral y escrita.

Sostenemos que la integración creatividad/experimentación es una poderosa estrategia de aprendizaje puesto que se propician condiciones adecuadas para que los conocimientos puedan adquirirse de manera comprensiva y significativa.

6. Referencias

- [1] D. P. Ausubel, J. D. Novak, H. Hanesian, "Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo". Trillas. México. 1983.
- [2] Ausubel, D. P. "Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva". Paidós. Barcelona, España. 2002.
- [3] Golombek, D. Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. IV Foro Latinoamericano de Educación: Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades. Madrid: Santillana. 2008.
- [4] D. Hodson. "A critical look at practical work in school science". School Science Review, Vol.70, pp. 33-40. 1990.
- [5] D. Hodson. "Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio". Investigación y experiencias didácticas. Enseñanza de las Ciencias, Vol. 12 N° 3, pp. 299-313. 1994.
- [6] M.A. Moreira. "A non-traditional approach to the evaluation of a laboratory in general physics courses". European Journal of Science Education, Vol. 2. pp. 441-448. 1980.
- [7] J. Wellington. "Skills and processes in science education: an introduction", en J. Wellington, (ed.). Skills and Processes in Science Education. Routledge, Londres. 1989.
- [8] J. Carrascosa, D. Gil Pérez, A. Vilches, P. Valdez. "Papel de la actividad experimental en la educación científica". Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Vol. 23 N° 2. pp. 157-181. 2006.
- [9] J. Salinas. "Las prácticas de Física básica en laboratorios universitarios". Tesis para optar al grado de doctor. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals, Universitat de València, Valencia, España. 1994.
- [10] J. Salinas; L. Cudmani. "Los laboratorios de Física de ciclos básicos universitarios instrumentados como procesos colectivos de investigación dirigida". Revista de Enseñanza de la Física, Vol. 5 N° 2. pp. 10-17. 1992.
- [11] D. Gil Pérez, J. Payà. "Los trabajos prácticos de Física y Química y la metodología científica". Revista de Enseñanza de la Física, Vol. 2 N° 2. pp. 73-79. 1988.
- [12] C. Wainmaier, A. Fleisner. "La Interpretación del lenguaje simbólico de la física: las lecturas de los estudiantes. Latin-American Journal of Physics Education Board, Vol. 9 N° 2. pp. 2501-1 a 2501-8. 2015.
- [13] A. Fleisner. "Hacia una teoría de la referencia para los términos de magnitudes físicas". Revista Latinoamericana de Filosofía, Vol. 37. pp. 5-33. 2011.
- [14] W. Heisenberg. "Física y Filosofía". Ediciones La Isla, Buenos Aires. 1959.
- [15] T. Kuhn. "Dubbing and Redubbing: The Vulnerability of Rigid Designation", en C.W. Savage (ed.), Scientific Theories (Minnesota Studies in Philosophy of Science, Vol. 14, Minneapolis, University of Minnesota Press, pp. 298-318. 1990.

Efecto Doppler: ¿Cómo obtenemos evidencia de la existencia de este fenómeno?

Di Laccio^{1,4}, José Luis; Ferrón², Mercedes; Gil³, Salvador; Alonso-Suárez⁴, Rodrigo

1.- Departamento de Física, Centro Regional de Profesores del Litoral. 50000, Salto, Uruguay.

2.- Liceo Departamental N°1. 50000, Salto, Uruguay.

3.- Escuela de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de San Martín, Campus Miguelete. San Martín, Buenos Aires. Argentina.

4.- Departamento de Física, CENUR Litoral Norte, Universidad de la República. 50000, Salto, Uruguay.

jdilaccio@unorte.edu.uy

RESUMEN

En este trabajo presentamos un experimento sobre el efecto Doppler acústico plausible de ser usado en enseñanza media. Los alumnos se dividen en grupos y cada uno mide, con una PC, una señal de audio de frecuencia conocida que es generada con un Smartphone que ellos mismos transportan. A partir de ello se detecta el cambio de frecuencia en la señal recibida debido al movimiento relativo entre el observador y la fuente. Esto se realizó para los casos en donde la fuente y el observador se acercan y se alejan respectivamente. Se determinan las frecuencias medidas por el observador por dos métodos diferentes y se comparan los resultados para ver el grado de aceptación que tiene la ecuación del cambio de frecuencia para este fenómeno. El acento de esta propuesta está puesto en el trabajo en equipo de los alumnos y en los procedimientos que usa la ciencia para validar el conocimiento, más que en la precisión absoluta de los resultados.

Palabras clave: Efecto Doppler, TIC, enseñanza de ciencias básicas.

1. Introducción

En este trabajo se presenta una propuesta de enseñanza del efecto Doppler acústico para el secundario. Se propone como estrategia la realización de un proyecto experimental de bajo costo con la incorporación de TIC [1]. El experimento recrea a escala reducida las facetas de una investigación científica: delimitación del problema de estudio, generación de hipótesis, diseño de experimentos, recolección cuidadosa de datos, análisis de los resultados, elaboración de conclusiones y construcción de informes. Esta propuesta busca principalmente profundizar en los aspectos metodológicos de la ciencia, además de transmitir información sobre la temática específica.

Si escribimos en el buscador de Google: “Efecto Doppler”, rápidamente nos ofrece cerca de 300 mil resultados con una búsqueda de menos de medio segundo. La información es de fácil acceso para nuestros alumnos. Lo anterior no está libre de inconvenientes ya que muchos de nuestros alumnos consideran que con “repetir” la información basta para saber del tema y que el tema se agota con esto. En general no se preguntan: ¿Cómo sabemos esto? ¿Por qué esto es correcto? Es decir, repiten información sin conocer la forma en que validamos el conocimiento. La idea que tienen muchos de nuestros alumnos al culminar el secundario es que la física está asociada a la resolución de ejercicios y que

éstos poco tienen que ver con su vida cotidiana. La forma en la que se presenta en los cursos de secundaria no permite que aprecien lo desafiante, divertida y motivante que es aprenderla. En general, la atención está puesta en la transmisión de información en un clima de seriedad y los alumnos poco podrán hacer con información en su trabajo o posteriores estudios, y posiblemente la olviden velozmente. Lo que entendemos es útil para su vida laboral y/o la continuación de sus estudios es aprender física “haciendo física”, vivenciando los procedimientos de la misma. Esto contribuye a consolidar su alfabetización científica y a que nuestros alumnos puedan participar en debates científicos de coyuntura, con herramientas de decisión fundadas y fomentar en ellos a su vez un espíritu crítico y reflexivo acerca de la información que se les presente.

2. Marco Teórico

2.1.El efecto Doppler acústico

Alguna vez esperando cruzar una calle hemos escuchado el sonido de una sirena de un vehículo. Recordaremos como va cambiando el sonido a medida que el móvil se nos acerca y, especialmente, el cambio del tono justamente al momento de pasarnos. Si

hubiésemos viajado en el coche no habiéramos observado este cambio.

Cuando una fuente de sonido en movimiento se nos acerca, y nos encontramos en reposo, detectamos un aumento en la frecuencia y entonces el tono lo escuchamos más agudo que el emitido. En cambio, al alejarse el tono es más grave. En la Figura 1 se muestran los diferentes frentes de onda de la sirena vistas por un observador parado en la calle. La frecuencia medida por el observador es, en cada caso:

$$f_{\text{Obs}} = f_{\text{fuente}} \frac{c + v_{\text{Obs}}}{c - v_{\text{fuente}}} \quad (1)$$

En esta ecuación, f_{fuente} es la frecuencia emitida por la fuente, c es el módulo de la velocidad del sonido respecto del aire, v_{Obs} es el módulo de la velocidad del receptor y v_{fuente} es el módulo de la velocidad de la fuente. En cada caso, los signos superiores se toman en el caso en que “se acercan” y los inferiores cuando “se alejan” [2] [3].

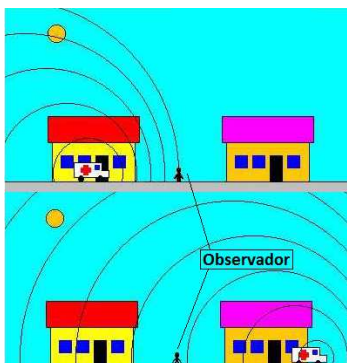


Figura 1. Frentes de onda vistos por el observador estacionario en la calle.

La velocidad del sonido en un gas no es constante, sino que depende de la temperatura. Tomando el modelo de gas ideal para el aire, la ecuación de la velocidad del sonido se expresa de la siguiente manera,

$$c = v_s = \sqrt{\frac{\gamma R}{M} (T + t_0)} \approx \sqrt{\frac{\gamma R}{M} + \frac{1}{2}} \sqrt{\frac{\gamma R_0}{M_0}}$$

donde $R=8.315 \text{ J/(K.mol)}$ es la constante universal de los gases, $M=28.95 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ es la masa molar del aire, $T_0=273.15 \text{ K}$ y $\gamma=1.4$. Esta última expresión es

aproximada y se obtiene al desarrollar $\left(1 + \frac{t_0}{T}\right)^{\frac{1}{2}}$ por el binomio de Newton [4]. Luego, la velocidad del sonido puede ser determinada a través de:

$$c = v_{\text{firo}} = 331.4 + 0.6 t_0 \quad (2)$$

El valor de 331.4 m/s es la velocidad del sonido en el aire a 0°C .

Si el observador se encuentra en reposo ($v_{\text{Obs}}=0$), digamos, una persona que escucha en la calle la sirena, la Ec. (1) se simplifica a:

$$f_{\text{Obs}} = f_{\text{fuente}} \frac{c}{c - v_{\text{fuente}}} \quad (3)$$

Si el observador mide el período en vez de la frecuencia, la frecuencia del observador se obtiene por:

$$f_{\text{Obs}} = \frac{1}{T_{\text{Obs}}} \quad (4)$$

3. Desarrollo del trabajo

3.1. Equipos necesarios y método

El objetivo central es que varios grupos de alumnos entiendan los mecanismos por los cuáles la ciencia evidencia determinados fenómenos. Aquí se utiliza el Efecto Doppler como medio para entender esos métodos.

Para el experimento en concreto se debe realizar la medición y grabación de señales de audio utilizando la tarjeta de sonido de la PC [5] [6]. Los equipos para realizar este experimento son de fácil acceso. Se necesitan por cada grupo de estudiantes cuatro Smartphones, una PC, un micrófono, una cinta métrica y un termómetro. En nuestra experiencia los Smartphones los aportan los alumnos al igual que la PC. Las aplicaciones (apps.) necesarias para la experiencia son sugeridas por los docentes y se obtienen gratuitamente desde internet. Estas permiten generar las frecuencias, medir aceleración, distancia y tiempo. Existen varias aplicaciones que cumplen con estos cometidos. Nosotros hemos seleccionado las siguientes: FrequencyGenerator para generar el tono emitido, AndroSensor para las mediciones de aceleración, Smart Measure para emular la cinta métrica y un temporizador digital o cronómetro para medir tiempo. La PC debe contar con un programa sencillo para grabar sonido. Las PC Magallanes (distribuidas en el secundario por el Plan Ceibal en

Uruguay) ya traen instalado el programa Audacity. No obstante, este programa se puede instalar en cualquier PC, bajando este software que es de distribución libre.

El análisis de la señal de audio permite determinar el cambio aparente de período debido al movimiento relativo entre el observador y la fuente y con ello podemos calcular la frecuencia a través de la Ec. (4). Cuando la fuente se acerca al observador el período “disminuye” respecto al emitido y cuando se aleja “crece”, y la frecuencia escuchada aumenta y disminuye respectivamente.

Otra forma de determinar la frecuencia recibida por el observador es utilizando la Ec. (3), a partir de la frecuencia conocida de la fuente, su velocidad y la rapidez del sonido respecto del aire. La velocidad del sonido respecto del aire se determina con la Ec. (2) usando la temperatura del aire ambiente durante el experimento, que es medida con un termómetro. Para determinar el módulo de la velocidad de la fuente se utiliza la Ec. (5). Se debe realizar el cociente entre la distancia recorrida por la fuente entre dos marcas de longitud conocida y el intervalo de tiempo necesario para recorrerlas, bajo la hipótesis de que la rapidez es constante. Para asegurarnos que la velocidad puede considerarse como constante usamos el acelerómetro del

$$V_{fuerza} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (5)$$

celular. Determinadas las frecuencias por ambos métodos podemos comparar los resultados que se obtienen. Además, se pueden comparar los resultados de cada uno de los grupos.

3.2.El trabajo de los grupos de alumnos

Se conforman diferentes grupos y en cada uno de ellos la PC actúa como observador. Un alumno de cada grupo transporta el Smartphone como fuente emisora de sonido y medidor de aceleración. Inicialmente se realizan marcas en el piso, espaciadas un metro, como indica la Figura 2. Estas, conjuntamente con el tiempo entre marcas, se usarán para determinar la velocidad de la fuente al acercarse y alejarse de la PC receptora mediante la Ec. (5). Colocamos la computadora en el centro ($x=0m$) y abrimos el programa Audacity, seleccionando la mayor frecuencia del proyecto permitida por este [6]. La frecuencia de la fuente es un tono de 5 kHz emitido por el Smartphone.

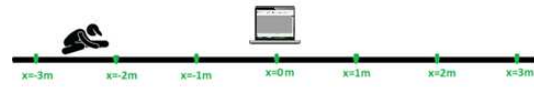


Figura 2. Marcas y PC (Observador) colocada al centro.

Luego, tres estudiantes sincronizan sus cronómetros y se ubican en las marcas $x=-2m$, $x=0m$ y $x=2m$, respectivamente. El cuarto estudiante se coloca en la marca $x=-3m$, activa la aplicación AndroSensor iniciando el registro de las componentes de la aceleración. Esto se hace con el fin de comprobar que la velocidad del alumno con Smartphone (AS), a medida que pasa por las diferentes marcas, es aproximadamente constante. Dicho de otra manera, que la aceleración de AS sea prácticamente cero. Esto se realiza observando la pantalla del celular directamente o exportando los datos registrados a una hoja de cálculo. Luego, AS abre la aplicación Frequency Generator y activa la emisión de un tono a la frecuencia de 5 kHz. Comienza a caminar en línea recta con pasos regulares, pasando por cada punto hasta llegar a la marca $x=3m$. Las medidas se hacen entre las marcas $-2m$ y $2m$ pero tomamos un metro más a cada lado para tener un movimiento regular en el tramo de interés. En la Figura 3 se presentan los diferentes momentos descriptos: (a) sincronización de relojes, (b) los alumnos se ubican en sus lugares y (c) luego de configurar el Smartphone comienza el recorrido.

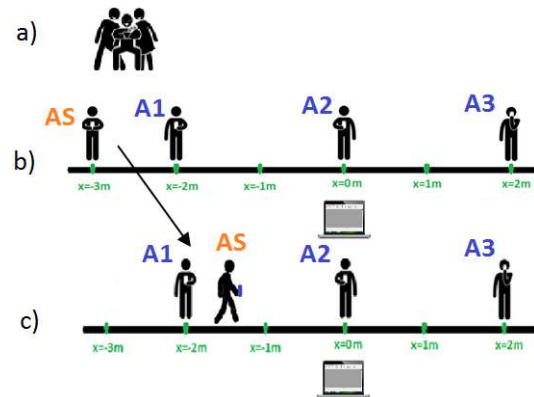


Figura 3. a) Los alumnos sincronizan los relojes. b) Cada uno toma su lugar. c) La fuente emisora inicia su recorrido.

El alumno 1 (A1) registra el momento en que se inicia la grabación de audio, el momento en que el AS empieza su recorrido y el momento en que éste pasa frente a él. El alumno 2 (A2) registra el tiempo en que el AS pasa justo frente a él. El alumno 3 (A3) registra el tiempo en que el AS pasa frente a él. Luego del recorrido el AS apaga el generador de frecuencia. La grabación de sonido finaliza cuando el estudiante AS pasa por la marca $x=3m$.

El alumno 2 (A2), que se encuentra frente a la PC, debe iniciar la grabación en la PC antes de que el alumno AS comience a caminar. El micrófono debe estar conectado a la PC y debe estar colocado en la misma línea en la que camina el estudiante AS, además de estar aproximadamente a la misma altura que el celular.

3.3.Resultados

Se presentan los resultados obtenidos por uno de los grupos. En la Tabla 1 se presentan los registros realizados.

Tabla 1. Datos de tiempo necesarios para analizar la señal y calcular la velocidad media de la fuente.

Acción	Tiempo(s)
Sincronización	00.00
Inicia grabación de señal	21.27
Inicia generador de frecuencias	27.11
AS camina	28.95
AS en lugar 1	30.91
AS en lugar 2	33.88
AS en lugar 3	36.52
AS se detiene	39.20

De acuerdo con los tiempos anteriores la señal de audio se estudia en las cercanías de 10s y 12s. Se toman al menos 30 períodos para luego determinar uno de ellos.

En la Tabla 2 se resume la información y los valores de frecuencias obtenidos con la Ec. (4).

Tabla 2. Determinación de la frecuencia al acercarse y luego alejarse del observador.

frecuencia de muestreo Audacity(Hz)	384000
$\Delta t(s)$ Paso de medición	2.60×10^{-6}
t(s)_período acerca	10.00
t(s)_período aleja	12.00
30T(s)_acerca	1.9913×10^{-4}
30T(s)_aleja	2.0069×10^{-4}
f(Hz)_acerca	5022
f(Hz)_aleja	4983

Las Figuras 4 y 5 muestran la señal ampliada en los tiempos correspondientes a cuando la fuente se acerca y cuando se aleja.

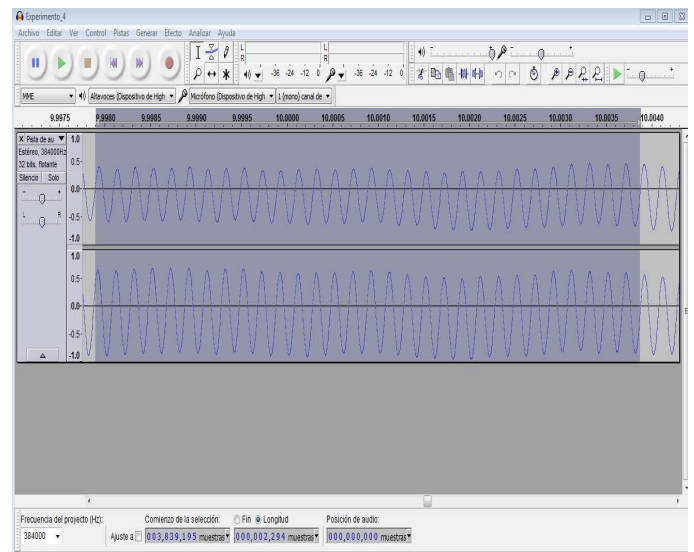


Figura 4. Se amplía la señal para determinar la cantidad de muestras correspondientes a 30 períodos próximos a 10s. Se obtienen 2294 muestras.

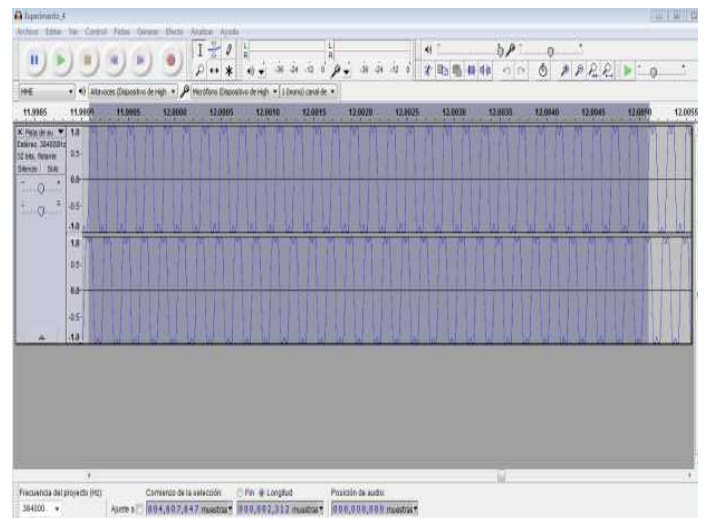


Figura 5. Se aumenta la señal en t=12 s para determinar la cantidad de muestras correspondientes a 30 períodos de la señal. Se obtienen 2312 muestras.

Para determinar la frecuencia de forma independiente, usando la Ec. (3), primero determinamos la velocidad del sonido a la temperatura de 15.5 °C que nos encontrábamos al realizar el experimento. Los datos relevantes para la determinación de la frecuencia se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Informaciones necesarias para calcular las frecuencias.

f_{fuente} (kHz)	5000
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	15.5
Δx (m)	2.0
Δt acerca(s)	2.97
v_{acerca} (m/s)	0.673
Δt aleja(s)	2.64
v_{aleja} (m/s)	0.757
v_{sonido} (m/s)	340.85

La velocidad del sonido es:

$$v_{\text{sonido}} = 340.85 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{sonido}} = 308.5 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{sonido}} = 340.85 \text{ m/s}$$

$$v_{\text{sonido}} = 308.5 \text{ m/s}$$

Y las frecuencias obtenidas son:

$$f_{\text{Obs-acerca}} = \frac{5000 \cdot 308.5}{308.5 + 0.673}$$

$$f_{\text{Obs-acerca}} \approx 5004 \text{ Hz}$$

$$f_{\text{Obs-acerca}} = \frac{5000 \cdot 308.5}{308.5 + 0.673}$$

$$f_{\text{Obs-acerca}} \approx 5004 \text{ Hz}$$

$$f_{\text{Obs-acerca}} = 5000 \frac{340.85}{340.85 + 0.757}$$

$$f_{\text{Obs-acerca}} \approx 4989 \text{ Hz}$$

El grupo obtiene valores de frecuencias mayores cuando se acercan y menores cuando se alejan.

Dado que el experimento se realiza en secundario no se desarrollan en profundidad los cálculos de incertidumbres. Se opta por la comparación entre los resultados obtenidos con la señal y la ecuación (3). Para compararlas y ver el porcentaje de diferencia se realiza el cociente entre el valor absoluto de la diferencia de las frecuencias dividida la frecuencia obtenida con la ecuación Doppler multiplicada por cien:

$$e_p = 100 \times \frac{|f_{\text{señal}} - f_{\text{ecuación}}|}{f_{\text{ecuación}}}$$

Cuando se acercan se obtiene:

$$100 \times \frac{|5004 - 5000|}{5000} \approx 0.2\%$$

$$100 \times \frac{|5004 - 5000|}{5000} \approx 0.2\%$$

Cuando se alejan se obtiene:

$$100 \times \frac{|4989 - 5000|}{5000} \approx 0.2\%$$

$$100 \times \frac{|4989 - 5000|}{5000} \approx 0.2\%$$

Otra opción para determinar las frecuencias con la señal obtenida es usar las herramientas de Audacity y realizar una transformada discreta de Fourier (FFT) para obtener las frecuencias. Para esto basta con seleccionar la región de la señal que nos interesa y utilizar la opción de análisis de espectro del menú “analizar” del Audacity.

Para reflexionar sobre los resultados se analizan fortalezas y debilidades que tiene el experimento realizado, buscando acciones para mejorar nuestro experimento.

4. Discusión

Las frecuencias aparentes obtenidas están de acuerdo con el Efecto Doppler, en el sentido de que aumenta al acercarse a la fuente y disminuye al alejarse. Los valores obtenidos por ambos métodos presentan pequeñas diferencias que son esperables, dado que el diseño del experimento no cumple con todas las hipótesis necesarias para obtener la Ec. (3). Si una persona camina a una velocidad de 1 m/s, a temperatura de unos 20°C y la frecuencia de la fuente es de 5 kHz, deberíamos esperar variaciones de frecuencias de unos 15Hz. En la caminata del alumno estamos dentro de éstos márgenes.

Cuanto mayor sea la velocidad que logremos del alumno al acercarse o alejarse del observador, podremos mejorar la visualización del cambio de frecuencia. También podemos recurrir a las herramientas del Audacity para obtener mayor precisión en el experimento.

El diseño de este experimento apunta a que los alumnos sean parte del experimento, caminando, usando los cronómetros, midiendo y luego procesando los datos.

Las acciones tendientes a buscar mejoras para el experimento llevaron a buscar otras alternativas, todas

ellas vinculadas con el aumento de la velocidad de la fuente:

- 1) Realizar el recorrido idéntico al de nuestro diseño inicial en bicicleta o patineta.
- 2) Modelizar la caminata a sistema de riel metálico y carrito de laboratorio, ver Figura 6.



Figura 6. Modificación posible del sistema inicial, usar riel metálico, celular, PC y celular.

- 3) Construir un péndulo siendo el smartphone la masa pendulante, emitiendo el tono y grabando las componentes de la velocidad angular, ver figura 7.



Figura 7. Péndulo físico con celular emitiendo en el extremo.

Las acciones anteriores son todas válidas pero la construcción del péndulo de unos 2.0 m de longitud aproximadamente nos da la posibilidad de tener velocidades de unos 5.0 m/s que son muy adecuadas para evidenciar cambios de frecuencias de unos 70Hz. Es de destacar como a partir de un diseño elemental, el caminar con la fuente, vamos luego enriqueciendo los conocimientos de los alumnos y generando nuevos desafíos.

5. Conclusión

Las frecuencias obtenidas por ambos métodos desarrollados están de acuerdo con el fenómeno conocido como Efecto Doppler. El experimento es simple y ayuda a que los alumnos aprendan el concepto de frecuencia a partir de sus experiencias personales y compartiendo con sus compañeros los resultados. Se cumple nuestro propósito de centrarnos en los

procedimientos de la ciencia ya que este experimento permite desarrollarlos.

Entendemos que estas actividades de aula movilizadoras del pensamiento llevan a que el alumno reflexione sobre su experimento y tome decisiones basadas en su experiencia. Lo coloca en un lugar de protagonista y aprende a trabajar con relativa independencia y bajo una metodología científica. Esta forma de trabajo lo ayudará a adaptarse a los constantes cambios y progresos característicos de nuestro tiempo y le brinda una ventaja comparativa frente a otros alumnos que sólo tienen informaciones concretas acumuladas.

En el contexto de un país en desarrollo como Uruguay donde hay una gran demanda de técnicos o profesionales con perfil tecnológico, estas experiencias colaboran en pos de lograr que más personas, en particular las más jóvenes, pierdan el miedo a la formación científico-tecnológica a través de la experimentación.

6. Referencias

- [1] Calderón, S. E., Núñez, P., Di Laccio, J. L., & Iannelli, L. M. (2015). Low cost laboratories using ICT. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 212-226.
- [2] García, F. (s.f.). *Física on ordenador: Efecto Doppler*. Recuperado el 25 de junio de 2016, <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/acustica/doppler2/doppler2.htm>
- [3] Gil, S. (2014). *Experimentos de Física usando TIC y elementos de bajo costo*. Buenos aires: Alfaomega.
- [4] García, F. (s.f.). *Física con ordenador: Variación de la velocidad del sonido con la temperatura*. Recuperado el 25 de junio de 2016, de http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/_ondas/acustica/sonido/sonido1.html
- [5] Patrik Vogt, Jochen Kuhn and Sebastian Müller. (2011). Experiments Using Cell Phones in Physics Classroom Education: The Computer-Aided g Determination. *The Physics Teacher*, 383.
- [6] Nicolás Pérez, Cecilia Pérez, Marco Aurelio Brizzotti, José Di Laccio. (2015). Determinación de la frecuencia natural de vibración de una barra. Parte 1, estudio experimental utilizando tarjeta de sonido. *Revista de la Enseñanza de la Física*.
- [7] Wikipedia: Audacity. (s.f.). Recuperado el 25 de Junio de 2016, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Audacity>

El aula-taller en la enseñanza de Matemática Básica en Carreras de Ingeniería

Seluy, Silvia; Zucarelli, Agostina

Universidad Nacional del Litoral/Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
Ciudad Universitaria. Ruta 168, Santa Fe, Argentina
silvia_seluy@yahoo.com.ar

RESUMEN

El bajo rendimiento observado en los alumnos de los cursos iniciales en las carreras de Ingeniería es una preocupación y medio de inspiración para investigar sobre distintas formas de vincular la resolución de problemas con la construcción del conocimiento matemático de los estudiantes. Para ello se implementó, como complemento de las clases tradicionales, un taller de resolución de problemas con el objetivo de conseguir una participación activa de los alumnos y lograr de este modo, cierta motivación por el estudio de la asignatura. Esta forma de Aula-Taller, se constituyó como complemento al trabajo áulico tradicional donde se desarrollan ejercicios rutinarios, que sirven de entrenamiento en el tema de estudio. Luego de esta clase, se aplicarán los mismos conceptos en el Aula-Taller, trabajando en problemas prácticos que serán abordados con mayor tiempo para reflexionar sobre los mismos, permitiendo al alumno, madurar el conocimiento y visualizar la importancia y aplicación de los conceptos matemáticos estudiados previamente.

Trabajar en las instancias de un Aula-Taller, pudo mejorar la comprensión de los conceptos de forma práctica así como también permitió a los alumnos, progresar en sus resultados académicos al familiarizarse en el empleo de estrategias heurísticas, aspecto fundamental para la formación del futuro Ingeniero.

Palabras clave: Enseñanza de Matemática, Taller de Resolución de Problemas, Aula-Taller de Matemática

1. INTRODUCCIÓN

Es importante que el docente investigue acerca de la manera de introducir mejoras para tratar de revertir, aunque sea en parte, la compleja situación de magros resultados que se observa en los estudiantes en el transcurso del primer año. De esta manera, se ha analizado la posibilidad de incorporar procesos de enseñanza más dinámicos y participativos para el alumno, con el objeto de revertir dicha situación. Se hace entonces una distinción entre lo que significa el aula como tal y algún otro espacio más dinámico como un taller.

La palabra “aula” evoca a una sala en la que se imparte la enseñanza de una disciplina científica; se asocia normalmente con sinónimos como clase o cátedra. En tanto el Taller pedagógico es el ámbito donde el profesor y el equipo de colaboradores

interactúan con los alumnos para buscar, descubrir y/o generar el conocimiento (Fernández et al, 1999).

Si analizamos los conceptos aisladamente se pueden resaltar sus diferencias: en el aula el profesor se ubica al frente de los alumnos asumiendo el rol activo de transmisor del conocimiento mientras que los alumnos actúan como receptores pasivos; en contraposición en los talleres se adopta una disposición física de alumnos y profesores que favorece la comunicación de los estudiantes entre sí y de los estudiantes con los docentes manteniendo todos un rol activo como constructores conjuntos del conocimiento. (Fernández et al, 1999).

En particular se implementa el Aula Taller en base al siguiente esquema: motivación, construcción de modelos matemáticos, interpretación y transferencia. La motivación origina el planteo del problema y finaliza cuando se arriba a la solución del mismo

otorgándole al alumno las herramientas para transferir lo aprendido. Por su parte el modelado matemático permite establecer la conexión entre las instancias de motivación, interpretación de resultados y transferencia. La interpretación de resultados es un ejercicio que no debe estar aislado de la resolución de un problema, ya que representa la esencia del problema mismo. Más allá de la correcta resolución, si no puede interpretarse el significado de los números que arroja una solución, ésta carece de valor.

2. Marco Teórico

En los cursos iniciales de Matemática se considera que los magros resultados de los alumnos pueden tener su origen en distintos factores de tipo académico, social, tecnológico, entre otros. En los alumnos que ingresan a la Universidad, se evidencian carencias en cuanto a la falta de hábitos de estudio y la escasa capacidad de razonamiento en sus producciones.

Por lo expuesto, se han incorporado -en la asignatura Matemática Básica- Talleres de Resolución de Problemas, teniendo en cuenta las ventajas que proporciona al alumno tener la posibilidad de contar con un espacio en el que pueda comprender el significado de las distintas situaciones problemáticas que se plantean.

Trigo, (1982) sostiene que un aspecto central en el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes es que adquieran los caminos, estrategias, recursos y una disposición para involucrarse en actividades que reflejen el quehacer matemático. Es decir, se reconoce la importancia de relacionar el proceso de desarrollar la disciplina con el aprendizaje o construcción del conocimiento matemático.

Es entonces que como docentes, no sólo debemos pensar en la integración de la teoría con la práctica a través de ejercicios rutinarios, sino también facilitar el proceso de afianzar los conocimientos adquiridos, por ejemplo, mediante la resolución de problemas

aplicados a la vida real donde el alumno no sólo observa la aplicación y el sentido que le debe dar a las matemáticas sino también, según Matías Pérez y Mejía (2012), la integración de los conocimientos con la vida. Siguiendo el pensamiento de Polya, según destaca Sepúlveda López et al (2009), él sentía preocupación por el mal desempeño de sus estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas, particularmente al resolver problemas; creía que era posible llevar al salón de clase su experiencia como matemático cuando se encontraba resolviendo problemas y de esa manera, ayudar a los estudiantes.

3. Desarrollo del trabajo

El cursado de la asignatura se divide en tres partes: clases teóricas, clases prácticas (resolución de ejercicios) y el taller de resolución de problemas incorporado a partir de 2015, con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, de manera que permita la actuación del docente como orientador a la hora de impartir la actividad con características de Aula Taller.

En dicho espacio se presentan problemas al finalizar el desarrollo de un tema, a modo de facilitar al alumno el uso de los conceptos matemáticos previamente estudiados. Las consignas se resuelven con un tiempo de devolución -extra clases- que les permita a los alumnos acceder a instancias de reflexión, sin pretender que lo hagan instantáneamente. En el desarrollo del Aula Taller los alumnos intercambian opiniones respecto de sus resoluciones y, a modo de conclusión de cada sesión, el docente proporciona a los estudiantes la correcta resolución de los problemas planteados.

La incorporación de los Talleres de Resolución de problemas, permitió aumentar los porcentajes de rendimiento de los alumnos en las evaluaciones. Se observó una mejora en el abordaje y planteo de la resolución de las consignas, incluso mayor facilidad para expresar sus reflexiones, lo que es atribuible al proceso de incorporar en el alumno paulatinamente estrategias

heurísticas como consecuencia del trabajo realizado en los Talleres.

A los efectos de realizar un análisis, se han tomado los resultados obtenidos a partir del año 2010. Tanto en 2010 como en 2011 la asignatura se dictaba sólo en el primer cuatrimestre del primer año de las Ingenierías. A partir de 2012 se implementó el cursado en el segundo cuatrimestre (señalado en la figura 1 como 2012R) y a partir de 2014 se fueron incorporando año a año, nuevos métodos de dictado de la asignatura llegando, en el análisis que se muestra, hasta la finalización del cursado en el primer cuatrimestre de 2016.

A modo de comentar cómo se desarrollaba la asignatura en el período seleccionado, se puede mencionar que por el año 2013 sólo se daban las clases en forma teórico-práctica, con dos clases semanales de 3 hs. cada una. Luego en el año 2014 hubo un cambio en la titularidad de la materia y se implementó el cursado con Teoría separada de la Práctica. A los efectos de ir incorporando cambios paulatinamente, en 2015 se implementó el Taller de Resolución de Problemas, para llegar a 2016 con un Taller más actualizado y además la incorporación de un cuestionario por la Plataforma Moodle, implementado previo a cada una de las dos evaluaciones escritas que tiene la asignatura en el cursado. Dada la extensión del presente trabajo, se considera sólo el análisis para el Aula Taller. Cabe aclarar que los resultados de la implementación de cuestionarios por la Plataforma Moodle, son motivo de otro trabajo.

Por lo expuesto, luego de un análisis estadístico de la situación planteada, se pudo arribar a los siguientes gráficos, que reflejan los porcentajes en alumnos promocionados (aquellos que obtuvieron porcentajes superiores a 70% como promedio de las actividades planteadas), alumnos regulares (aquellos que obtuvieron promedios superiores a 40%) y de alumnos libres (aquellos que no llegaron al 40% de promedio).

En la figura 1 puede apreciarse que no hay una tendencia bien diferenciada en cuanto a los resultados de los alumnos, expresados en porcentajes.

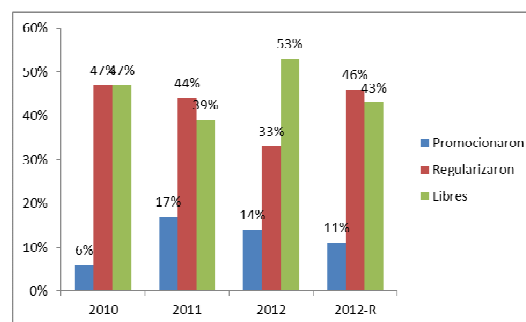


Figura 1. Distribución de resultados de alumnos en el período 2010- 2012.

En la figura 2, sucede algo similar al período anterior, hay fluctuaciones que no permiten concluir.

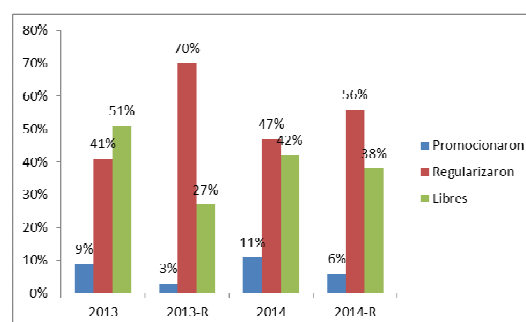


Figura 2. Distribución de resultados de alumnos en el período 2013- 2014.

Observando la distribución en la figura 3, para los años 2015 a 2016, puede observarse una tendencia más marcada al ir aumentando el número de los alumnos promocionados, en cierta forma también los regulares y satisfactoriamente, ha disminuido el porcentaje de alumnos libres, lo cual nos permite inferir que las propuestas de mejora, van dando resultados satisfactorios, al notar cierta estabilización de los resultados y con alguna mejoría en los resultados en años sucesivos.

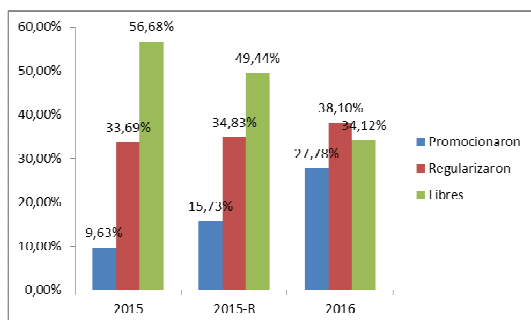


Figura 3. Distribución de resultados de alumnos en el período 2015- 2016.

4. Discusión

El aula taller, como complemento de las clases tradicionales teóricas y prácticas, se incorporó con el propósito de obtener algunas mejoras en los resultados de los alumnos al finalizar el cursado. Si bien los cambios no son inmediatos, se pueden evidenciar mejoras en el rendimiento de los alumnos a partir que se los instruye para que puedan tener espacios de reflexión, resultado de la instrucción que reciben en cuanto a la forma de analizar y resolver problemas. Las discusiones generadas entre los grupos de trabajo que se han formado, sirven como base para la formulación de criterios e incorporación de formas de expresiones congruentes con la actividad académica en la que se enmarcan. Ello permite que el alumno se apropie de los conocimientos de manera que pueda transmitirlos. (Sepúlveda López et al, 2009)

El incremento en la cantidad de alumnos que promocionan la asignatura, en el último período observado en la figura 3, era de esperar desde el equipo docente, ya que se observó mejoras en la calidad de los exámenes entregados. Los alumnos fueron capaces de responder preguntas teóricas a partir de una reformulación –correcta- de los teoremas dados en las clases de teoría. Comprendieron y resolvieron adecuadamente problemas que reunían varios contenidos a la vez.

Por otra, respecto a años anteriores, se observó en los alumnos mayor interés en las clases, mayor participación en el aula- taller, enriqueciendo de esta manera, el resto de las clases con preguntas y mayor participación.

En el primer cuatrimestre del presente año se observó un incremento muy significativo del número de alumnos que promocionaron la asignatura. Ello puede asociarse con las mejoras logradas en el aula taller y la incorporación de cuestionarios que los alumnos debían responder vía plataforma Moodle -con autocorrección- y en los que se tomaban conceptos sobre los mismos temas que posteriormente eran evaluados en cada parcial, la semana posterior al cuestionario. Se pudo vislumbrar cómo esta actividad que podría considerarse como de entrenamiento a los parciales, ha logrado motivar a los alumnos de primer año.

Por todo lo expuesto, se considera desde la asignatura continuar con esta propuesta que fue planteada inicialmente con un cambio en la modalidad del dictado y luego, a partir de allí, se fueron incorporando distintas actividades -a medida que transcurren los nuevos cursados- las que posiblemente puedan ir mejorándose año a año, en función de los resultados que se van obteniendo a partir de su implementación.

5. Conclusión

La modalidad de enseñanza adoptada ha sido un acierto para motivar y mejorar los hábitos de estudio e incrementar las herramientas que favorecen el razonamiento ya que se realizó la conjunción de las dos formas mencionadas para impartir la enseñanza, a saber: la forma tradicional con el docente al frente de la clase y con alumnos pasivos y la otra forma en la que el docente actúa como guía de sus alumnos e interactúa con ellos. Además se logró que los estudiantes adquieran capacidades para trabajar en equipo, se familiaricen con conceptos matemáticos y los puedan aplicar, reúnan habilidades para resolver problemas y puedan arribar a interpretaciones de los resultados obtenidos.

6. Referencias

- [1] V. Fernández, et al. "Educación Matemática para no Matemáticos". Editorial Fundación Universidad Nacional de San Juan. San Juan, Argentina.1999.

- [2] C. Matías & L. Mejía. “Los métodos en la enseñanza de la matemática. Una experiencia en el contexto histórico-cultural de los alumnos de la carrera de educación básica y de educación media”.2007. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa Vol.20. pp.400-405- Fecha de consulta: 26 de Junio de 2016. URLs:<http://funes.uniandes.edu.co/5282/1/P%C3%A9rezLosm%C3%A9todosALME2007.pdf>
- [3] A. Sepúlveda López, C. Medina García & D. Sepúlveda Jáuregui. “La resolución de problemas y el uso de tareas en la enseñanza de las matemáticas”. Educación matemática. 21.2, 79-115. 2009
- [4] L. Trigo. “La resolución de problemas matemáticos: avances y perspectivas en la construcción de una agenda de investigación y práctica”. Sociedad Española de Investigación en educación matemática. XII .p. 8.2008.

El aula-taller en la enseñanza de Matemática Básica en Carreras de Ingeniería

Seluy, Silvia; Zucarelli, Agostina

Universidad Nacional del Litoral/Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
Ciudad Universitaria. Ruta 168, Santa Fe, Argentina
silvia_seluy@yahoo.com.ar

RESUMEN

El bajo rendimiento observado en los alumnos de los cursos iniciales en las carreras de Ingeniería es una preocupación y medio de inspiración para investigar sobre distintas formas de vincular la resolución de problemas con la construcción del conocimiento matemático de los estudiantes. Para ello se implementó, como complemento de las clases tradicionales, un taller de resolución de problemas con el objetivo de conseguir una participación activa de los alumnos y lograr de este modo, cierta motivación por el estudio de la asignatura. Esta forma de Aula-Taller, se constituyó como complemento al trabajo áulico tradicional donde se desarrollan ejercicios rutinarios, que sirven de entrenamiento en el tema de estudio. Luego de esta clase, se aplicarán los mismos conceptos en el Aula-Taller, trabajando en problemas prácticos que serán abordados con mayor tiempo para reflexionar sobre los mismos, permitiendo al alumno, madurar el conocimiento y visualizar la importancia y aplicación de los conceptos matemáticos estudiados previamente.

Trabajar en las instancias de un Aula-Taller, pudo mejorar la comprensión de los conceptos de forma práctica así como también permitió a los alumnos, progresar en sus resultados académicos al familiarizarse en el empleo de estrategias heurísticas, aspecto fundamental para la formación del futuro Ingeniero.

Palabras clave: Enseñanza de Matemática, Taller de Resolución de Problemas, Aula-Taller de Matemática

1. INTRODUCCIÓN

Es importante que el docente investigue acerca de la manera de introducir mejoras para tratar de revertir, aunque sea en parte, la compleja situación de magros resultados que se observa en los estudiantes en el transcurso del primer año. De esta manera, se ha analizado la posibilidad de incorporar procesos de enseñanza más dinámicos y participativos para el alumno, con el objeto de revertir dicha situación. Se hace entonces una distinción entre lo que significa el aula como tal y algún otro espacio más dinámico como un taller.

La palabra “aula” evoca a una sala en la que se imparte la enseñanza de una disciplina científica; se asocia normalmente con sinónimos como clase o cátedra. En tanto el Taller pedagógico es el ámbito donde el profesor y el equipo de colaboradores

interactúan con los alumnos para buscar, descubrir y/o generar el conocimiento (Fernández et al, 1999).

Si analizamos los conceptos aisladamente se pueden resaltar sus diferencias: en el aula el profesor se ubica al frente de los alumnos asumiendo el rol activo de transmisor del conocimiento mientras que los alumnos actúan como receptores pasivos; en contraposición en los talleres se adopta una disposición física de alumnos y profesores que favorece la comunicación de los estudiantes entre sí y de los estudiantes con los docentes manteniendo todos un rol activo como constructores conjuntos del conocimiento. (Fernández et al, 1999).

En particular se implementa el Aula Taller en base al siguiente esquema: motivación, construcción de modelos matemáticos, interpretación y transferencia. La motivación origina el planteo del problema y finaliza cuando se arriba a la solución del mismo

otorgándole al alumno las herramientas para transferir lo aprendido. Por su parte el modelado matemático permite establecer la conexión entre las instancias de motivación, interpretación de resultados y transferencia. La interpretación de resultados es un ejercicio que no debe estar aislado de la resolución de un problema, ya que representa la esencia del problema mismo. Más allá de la correcta resolución, si no puede interpretarse el significado de los números que arroja una solución, ésta carece de valor.

2. Marco Teórico

En los cursos iniciales de Matemática se considera que los magros resultados de los alumnos pueden tener su origen en distintos factores de tipo académico, social, tecnológico, entre otros. En los alumnos que ingresan a la Universidad, se evidencian carencias en cuanto a la falta de hábitos de estudio y la escasa capacidad de razonamiento en sus producciones.

Por lo expuesto, se han incorporado -en la asignatura Matemática Básica- Talleres de Resolución de Problemas, teniendo en cuenta las ventajas que proporciona al alumno tener la posibilidad de contar con un espacio en el que pueda comprender el significado de las distintas situaciones problemáticas que se plantean.

Trigo, (1982) sostiene que un aspecto central en el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes es que adquieran los caminos, estrategias, recursos y una disposición para involucrarse en actividades que reflejen el quehacer matemático. Es decir, se reconoce la importancia de relacionar el proceso de desarrollar la disciplina con el aprendizaje o construcción del conocimiento matemático.

Es entonces que como docentes, no sólo debemos pensar en la integración de la teoría con la práctica a través de ejercicios rutinarios, sino también facilitar el proceso de afianzar los conocimientos adquiridos, por ejemplo, mediante la resolución de problemas

aplicados a la vida real donde el alumno no sólo observa la aplicación y el sentido que le debe dar a las matemáticas sino también, según Matías Pérez y Mejía (2012), la integración de los conocimientos con la vida. Siguiendo el pensamiento de Polya, según destaca Sepúlveda López et al (2009), él sentía preocupación por el mal desempeño de sus estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas, particularmente al resolver problemas; creía que era posible llevar al salón de clase su experiencia como matemático cuando se encontraba resolviendo problemas y de esa manera, ayudar a los estudiantes.

3. Desarrollo del trabajo

El cursado de la asignatura se divide en tres partes: clases teóricas, clases prácticas (resolución de ejercicios) y el taller de resolución de problemas incorporado a partir de 2015, con el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, de manera que permita la actuación del docente como orientador a la hora de impartir la actividad con características de Aula Taller.

En dicho espacio se presentan problemas al finalizar el desarrollo de un tema, a modo de facilitar al alumno el uso de los conceptos matemáticos previamente estudiados. Las consignas se resuelven con un tiempo de devolución -extra clases- que les permita a los alumnos acceder a instancias de reflexión, sin pretender que lo hagan instantáneamente. En el desarrollo del Aula Taller los alumnos intercambian opiniones respecto de sus resoluciones y, a modo de conclusión de cada sesión, el docente proporciona a los estudiantes la correcta resolución de los problemas planteados.

La incorporación de los Talleres de Resolución de problemas, permitió aumentar los porcentajes de rendimiento de los alumnos en las evaluaciones. Se observó una mejora en el abordaje y planteo de la resolución de las consignas, incluso mayor facilidad para expresar sus reflexiones, lo que es atribuible al proceso de incorporar en el alumno paulatinamente estrategias

heurísticas como consecuencia del trabajo realizado en los Talleres.

A los efectos de realizar un análisis, se han tomado los resultados obtenidos a partir del año 2010. Tanto en 2010 como en 2011 la asignatura se dictaba sólo en el primer cuatrimestre del primer año de las Ingenierías. A partir de 2012 se implementó el cursado en el segundo cuatrimestre (señalado en la figura 1 como 2012R) y a partir de 2014 se fueron incorporando año a año, nuevos métodos de dictado de la asignatura llegando, en el análisis que se muestra, hasta la finalización del cursado en el primer cuatrimestre de 2016.

A modo de comentar cómo se desarrollaba la asignatura en el período seleccionado, se puede mencionar que por el año 2013 sólo se daban las clases en forma teórico-práctica, con dos clases semanales de 3 hs. cada una. Luego en el año 2014 hubo un cambio en la titularidad de la materia y se implementó el cursado con Teoría separada de la Práctica. A los efectos de ir incorporando cambios paulatinamente, en 2015 se implementó el Taller de Resolución de Problemas, para llegar a 2016 con un Taller más actualizado y además la incorporación de un cuestionario por la Plataforma Moodle, implementado previo a cada una de las dos evaluaciones escritas que tiene la asignatura en el cursado. Dada la extensión del presente trabajo, se considera sólo el análisis para el Aula Taller. Cabe aclarar que los resultados de la implementación de cuestionarios por la Plataforma Moodle, son motivo de otro trabajo.

Por lo expuesto, luego de un análisis estadístico de la situación planteada, se pudo arribar a los siguientes gráficos, que reflejan los porcentajes en alumnos promocionados (aquellos que obtuvieron porcentajes superiores a 70% como promedio de las actividades planteadas), alumnos regulares (aquellos que obtuvieron promedios superiores a 40%) y de alumnos libres (aquellos que no llegaron al 40% de promedio).

En la figura 1 puede apreciarse que no hay una tendencia bien diferenciada en cuanto a los resultados de los alumnos, expresados en porcentajes.

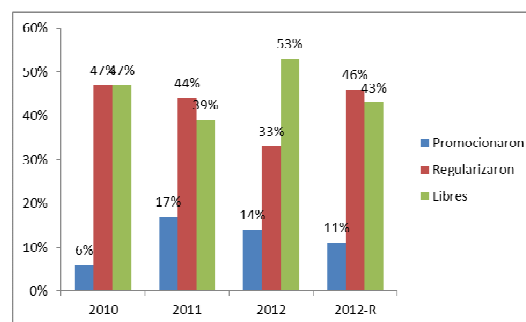


Figura 1. Distribución de resultados de alumnos en el período 2010- 2012.

En la figura 2, sucede algo similar al período anterior, hay fluctuaciones que no permiten concluir.

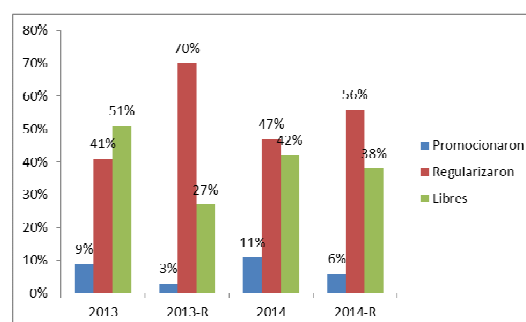


Figura 2. Distribución de resultados de alumnos en el período 2013- 2014.

Observando la distribución en la figura 3, para los años 2015 a 2016, puede observarse una tendencia más marcada al ir aumentando el número de los alumnos promocionados, en cierta forma también los regulares y satisfactoriamente, ha disminuido el porcentaje de alumnos libres, lo cual nos permite inferir que las propuestas de mejora, van dando resultados satisfactorios, al notar cierta estabilización de los resultados y con alguna mejoría en los resultados en años sucesivos.

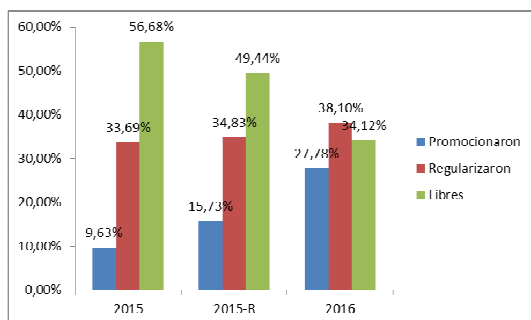


Figura 3. Distribución de resultados de alumnos en el período 2015- 2016.

4. Discusión

El aula taller, como complemento de las clases tradicionales teóricas y prácticas, se incorporó con el propósito de obtener algunas mejoras en los resultados de los alumnos al finalizar el cursado. Si bien los cambios no son inmediatos, se pueden evidenciar mejoras en el rendimiento de los alumnos a partir que se los instruye para que puedan tener espacios de reflexión, resultado de la instrucción que reciben en cuanto a la forma de analizar y resolver problemas. Las discusiones generadas entre los grupos de trabajo que se han formado, sirven como base para la formulación de criterios e incorporación de formas de expresiones congruentes con la actividad académica en la que se enmarcan. Ello permite que el alumno se apropie de los conocimientos de manera que pueda transmitirlos. (Sepúlveda López et al, 2009)

El incremento en la cantidad de alumnos que promocionan la asignatura, en el último período observado en la figura 3, era de esperar desde el equipo docente, ya que se observó mejoras en la calidad de los exámenes entregados. Los alumnos fueron capaces de responder preguntas teóricas a partir de una reformulación –correcta- de los teoremas dados en las clases de teoría. Comprendieron y resolvieron adecuadamente problemas que reunían varios contenidos a la vez.

Por otra, respecto a años anteriores, se observó en los alumnos mayor interés en las clases, mayor participación en el aula- taller, enriqueciendo de esta manera, el resto de las clases con preguntas y mayor participación.

En el primer cuatrimestre del presente año se observó un incremento muy significativo del número de alumnos que promocionaron la asignatura. Ello puede asociarse con las mejoras logradas en el aula taller y la incorporación de cuestionarios que los alumnos debían responder vía plataforma Moodle -con autocorrección- y en los que se tomaban conceptos sobre los mismos temas que posteriormente eran evaluados en cada parcial, la semana posterior al cuestionario. Se pudo vislumbrar cómo esta actividad que podría considerarse como de entrenamiento a los parciales, ha logrado motivar a los alumnos de primer año.

Por todo lo expuesto, se considera desde la asignatura continuar con esta propuesta que fue planteada inicialmente con un cambio en la modalidad del dictado y luego, a partir de allí, se fueron incorporando distintas actividades -a medida que transcurren los nuevos cursados- las que posiblemente puedan ir mejorándose año a año, en función de los resultados que se van obteniendo a partir de su implementación.

5. Conclusión

La modalidad de enseñanza adoptada ha sido un acierto para motivar y mejorar los hábitos de estudio e incrementar las herramientas que favorecen el razonamiento ya que se realizó la conjunción de las dos formas mencionadas para impartir la enseñanza, a saber: la forma tradicional con el docente al frente de la clase y con alumnos pasivos y la otra forma en la que el docente actúa como guía de sus alumnos e interactúa con ellos. Además se logró que los estudiantes adquieran capacidades para trabajar en equipo, se familiaricen con conceptos matemáticos y los puedan aplicar, reúnan habilidades para resolver problemas y puedan arribar a interpretaciones de los resultados obtenidos.

6. Referencias

- [1] V. Fernández, et al. "Educación Matemática para no Matemáticos". Editorial Fundación Universidad Nacional de San Juan. San Juan, Argentina.1999.

- [2] C. Matías & L. Mejía. “Los métodos en la enseñanza de la matemática. Una experiencia en el contexto histórico-cultural de los alumnos de la carrera de educación básica y de educación media”.2007. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa Vol.20. pp.400-405- Fecha de consulta: 26 de Junio de 2016. URLs:<http://funes.uniandes.edu.co/5282/1/P%C3%A9rezLosm%C3%A9todosALME2007.pdf>
- [3] A. Sepúlveda López, C. Medina García & D. Sepúlveda Jáuregui. “La resolución de problemas y el uso de tareas en la enseñanza de las matemáticas”. Educación matemática. 21.2, 79-115. 2009
- [4] L. Trigo. “La resolución de problemas matemáticos: avances y perspectivas en la construcción de una agenda de investigación y práctica”. Sociedad Española de Investigación en educación matemática. XII .p. 8.2008.

El enfoque CTS como aporte a la enseñanza de las ciencias básicas

Ferrando, Karina Cecilia

Páez, Olga Haydée

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Avellaneda

Av. Ramón Franco 5050, Villa Dominico, Buenos Aires, Argentina

kferrando@fra.utn.edu.ar ; opaez@fra.utn.edu.ar

RESUMEN

Consideramos que la alfabetización científico tecnológica es (o debería ser) un objetivo prioritarios para la comprensión de las implicaciones y aplicaciones de la ciencia y tecnología en los contextos de participación social de los ciudadanos. Diferentes estudios indican que la información sobre ciencia que circula en la sociedad es más desde los medios de comunicación que desde la educación formal. Este trabajo se realiza desde el campo disciplinar de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (CTS), una de cuyas líneas de investigación se ocupa de medir de qué manera los individuos se apropian del conocimiento en ciencia y tecnología en relación con la sociedad. Describiremos los supuestos que subyacen al enfoque CTS y presentaremos los resultados de un estudio que realizamos, en la UTN-FRA, sobre la percepción social acerca de qué es la ciencia y qué es la tecnología que tienen nuestros alumnos al momento de ingresar a la carrera de Ingeniería. Acercar la ciencia y la tecnología a la sociedad es crucial para contribuir a una mejor formación no sólo profesional sino también ciudadana, por eso encontramos conveniente incluir contenidos CTS en los programas de formación académica y docente como alternativa pedagógica de enseñanza-aprendizaje contextualizada socialmente.

Palabras clave: CTS, enseñanza, percepción de ciencia y tecnología

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo constituye un avance del Programa CTS FRA, uno de cuyos objetivos apunta a la capacitación docente en todos los niveles educativos, a fin de promover la incorporación del enfoque CTS como alternativa pedagógica que permita un proceso de enseñanza-aprendizaje contextualizado socialmente.

Consideramos que la alfabetización científico tecnológica es (o debería ser) uno de los objetivos prioritarios para la comprensión de las implicaciones y aplicaciones de la ciencia y tecnología en los contextos de participación social de los ciudadanos, y, al mismo tiempo, existe evidencia que indica que la información sobre ciencia que circula en la sociedad es más desde los medios de comunicación que desde la educación formal.

Realizamos nuestro análisis desde el campo disciplinar de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (CTS), una de cuyas líneas de investigación se ocupa de medir de qué manera los individuos se apropian del conocimiento en ciencia y tecnología en relación con la sociedad.

Haremos una breve descripción de los supuestos que subyacen en el enfoque CTS y presentaremos los resultados de un estudio que realizamos, en la UTN-FRA, sobre la percepción social acerca de qué es la ciencia y qué es la tecnología que tienen nuestros alumnos al momento de ingresar a la carrera de Ingeniería.

Acercar la ciencia y la tecnología a la sociedad es crucial para contribuir a una mejor formación no sólo profesional sino también ciudadana, por eso encontramos conveniente incluir contenidos de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología o CTS dentro de los programas de formación académica y docente.

2. Educación desde la perspectiva CTS

Son algunos de los objetivos de la educación en CTS:

La alfabetización para propiciar la formación de amplios segmentos sociales de acuerdo con la nueva imagen de la ciencia y la tecnología.

El desarrollo de una sensibilidad crítica acerca de los impactos sociales y ambientales derivados de las nuevas tecnologías o la implantación de las ya conocidas, transmitiendo a la vez una imagen más realista de la naturaleza social de la ciencia y la tecnología, así como del papel político de los expertos en la sociedad contemporánea.

Un elemento clave del cambio de la imagen de la ciencia y la tecnología propiciado por los estudios CTS consiste en la renovación educativa tanto en contenidos curriculares como en metodología y técnicas didácticas. En este sentido se han desarrollado los programas educativos CTS, implantados en la enseñanza superior de numerosas universidades desde finales de los años 60.

En este ámbito de la enseñanza superior, los programas CTS suelen ofrecerse como especialización de postgrado (cursos, diplomaturas, Master) o complemento curricular pregrado para estudiantes de diversas procedencias.

Se trata, por un lado, de proporcionar una formación humanística básica a estudiantes de ingenierías y ciencias naturales. *El objetivo es desarrollar en los estudiantes una sensibilidad crítica acerca de los impactos sociales y ambientales derivados de las nuevas tecnologías o la implantación de las ya conocidas, transmitiendo a la vez una imagen más realista de la naturaleza social de la ciencia y la tecnología, así como del papel político de los expertos en la sociedad contemporánea.*

3. Educación con contenidos CTS en Iberoamérica

La Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) viene trabajando desde hace varios años en un programa de formación para profesores de todos los niveles.

De los estudios que han llevado a cabo para diagnosticar el estado de la situación en la región presentamos las siguientes conclusiones:

El desarrollo de los enfoques CTS en los sistemas educativos iberoamericanos encuentra importantes dificultades.

Cabe identificar tres ámbitos de acción para enfrentar esas adversidades y promover la incorporación de los enfoques CTS en educación.

En primer lugar, la conveniencia de propiciar cambios normativos para la creación o activación de espacios curriculares en los que desarrollar este tipo de educación y la conveniencia de revisar en clave CTS los diseños curriculares de las disciplinas científicas y tecnológicas.

En segundo lugar, la insuficiencia de investigación básica y de estudios de casos propios del ámbito iberoamericano que hagan posible una educación CTS con contenidos endógenos y contextualizados.

En tercer lugar, la necesidad de una adecuada formación de los docentes que, además de sensibilizarlos hacia este nuevo enfoque, les capacite didácticamente y ponga a su disposición materiales curriculares con los que llevar a las aulas los cambios en las estrategias de enseñanza y aprendizaje de los contenidos científicos y tecnológicos.

En nuestro país, en los ciclos de licenciatura que se ofrecen como complemento para obtener el grado universitario se ha incluido una asignatura “Ciencia tecnología y sociedad” como parte de la formación, esto sucede por ejemplo en la Universidad Tecnológica Nacional en todos sus ciclos de complementación curricular.

Existen también, de manera incipiente, carreras de Profesorado en Educación Tecnológica, algunas con mayor cantidad de contenidos CTS que otras.

4. Percepciones sociales sobre las relaciones CTS

Existen varios estudios realizados en España para medir la percepción social sobre

las relaciones existentes en términos de ciencia – tecnología y sociedad.

La ciencia y la tecnología en la sociedad, su valoración y percepción serán medidas a través del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) que se encuentra ahora en pleno proceso de aplicación en los países de Iberoamérica.

El programa CTS de la OEI junto con otras instituciones trabaja para descubrir las nuevas necesidades culturales de los ciudadanos que viven rodeados de ciencia y tecnología en las sociedades del conocimiento, y propone una educación científica renovada, integradora y contextualizada, individual y socialmente.

Como una respuesta global a esos retos educativos que surgen de esta inquietud nació el lema de alfabetización científica y tecnológica para todos, que pretende mejorar la calidad de la educación satisfaciendo la necesidad social de comprensión pública de la ciencia y tecnología, y donde, la naturaleza de las mismas, el conocimiento sobre qué son y cómo funcionan ciencia y tecnología en el mundo actual, es el componente más innovador de la alfabetización para todos. En este marco, la evaluación de las creencias del alumnado y profesorado sobre estas cuestiones es esencial para diagnosticar sus ideas previas, y además constituye un objetivo actual y relevante de la investigación en didáctica de la ciencia y tecnología.

5. Estudio realizado en UTN-FRA

En el marco de nuestro proyecto de investigación, donde destacamos la importancia de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología como un campo disciplinar que propone una educación contextualizada y la formación integral de los ciudadanos, consideramos interesante realizar un diagnóstico de nuestros alumnos ingresantes a las carreras de Ingeniería en cuanto a su percepción acerca de la ciencia y la tecnología.

Para eso elegimos 3 afirmaciones del cuestionario COCTS:

1011 Definir qué es la ciencia es difícil porque esta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es:

A El estudio de campo tales como biología, química, geología y física.

B Un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida).

C Explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y el universo y cómo funciona.

D Realizar experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea.

E Inventar o diseñar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores, vehículos espaciales).

F Buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, curar enfermedades, solucionar la contaminación y mejorar la agricultura).

G Una organización de personas (llamados científicos) que tienen ideas y técnicas para descubrir nuevos conocimientos.

H Un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.

I No se puede definir la ciencia.

1021 Definir qué es la tecnología puede resultar difícil porque esta sirve para muchas cosas. Pero la tecnología PRINCIPALMENTE es:

A Muy parecida a la ciencia.

B La aplicación de la ciencia.

C Nuevos procesos, instrumentos, maquinaria, herramientas, aplicaciones, artilugios, ordenadores o aparatos prácticos para el uso de cada día.

D Robots, electrónica, ordenadores, sistemas de comunicación, automatismos, máquinas.

E Una técnica para construir cosas o una forma de resolver problemas prácticos.

F Inventar, diseñar y probar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores y vehículos espaciales)

G Ideas y técnicas para diseñar y hacer cosas; para organizar a los trabajadores, la gente de negocios y los consumidores; y para el progreso de la sociedad.

H Saber cómo hacer cosas (por ejemplo, instrumentos, maquinarias y aparatos).

10411 La ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas entre sí:

A Porque la ciencia es la base de los avances tecnológicos, aunque es difícil ver cómo la tecnología podría ayudar a la ciencia.

B Porque la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica.

C Porque aunque son diferentes, actualmente están unidas tan estrechamente que es difícil separarlas.

D Porque la tecnología es la base de todos los avances científicos, aunque es difícil ver cómo la ciencia puede ayudar a la tecnología.

E Ciencia y tecnología son más o menos la misma cosa.

Frente a cada afirmación se pide al alumno que seleccione 3 de estas frases escribiendo sobre la línea a la izquierda el número que representa su opinión, expresado en una escala de 1 a 3 donde 1 es la que mejor representa su valoración, 2 la siguiente en importancia decreciente y 3 la que le sigue en orden decreciente de importancia

En caso de que no pueda manifestar su opinión en alguna frase, escriba la razón:

- ⊙ E. No la entiendo.
- ⊙ S. No sé lo suficiente para valorarla.

5.1 Resultados

Hemos tomado 574 cuestionarios, sobre un total de 705 inscriptos a la asignatura Ingeniería y Sociedad en 2014, correspondientes a quienes estuvieron presentes el primer día de clase, antes de realizar la presentación de contenidos.

Sobre qué es ciencia, la opción adecuada que considera a la ciencia como un cuerpo de conocimientos para explicar el mundo físico es la más escogida:

B Un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida).

La segunda opción más elegida es la afirmación que contempla la ciencia como una forma de explorar y hacer descubrimientos del mundo y su funcionamiento:

C Explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y el universo y cómo funciona

Aquí nos encontramos con un punto de vista empirista.

Entre los totales sin discriminar por opción, con una frecuencia interesante (262/574), aparece una afirmación más adecuada, que muestra la ciencia como un proceso sistemático de investigación y el conocimiento resultante:

H Un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.

En términos generales, la concepción de la ciencia que manifiestan nuestros estudiantes se podría evaluar como relativamente apropiada, ya que éstos llegan a captar algunos de sus aspectos esenciales.

Sobre qué es tecnología, la opción más seleccionada en los totales sin discriminar por opción (381/574) confunde la tecnología con la aplicación de la ciencia; un punto de vista sesgado que está muy arraigado en los ambientes académicos:

B La aplicación de la ciencia.

Ya en el plano de las opciones, la afirmación más elegida como opción 1 (145/574) pero también como opción 2 (133/574) es una visión restringida de la tecnología que la identifica con sus productos; es decir, la creencia en la popular imagen instrumental o artefactual de la tecnología que procede de la ingeniería.

La tercera opción escogida es de algo más adecuada, pero sigue siendo artefactual o instrumental, deja de lado aspectos organizativos y económicos, así como a los consumidores (presentes en la afirmación G).

E Una técnica para construir cosas o una forma de resolver problemas prácticos.

Una cuestión que recibió poco apoyo (51/574) es la opción que afirma que la tecnología es muy parecida a la ciencia.

En síntesis, en cuanto a su manera de concebir a la tecnología, la visión que

plasmaron nuestros estudiantes es bastante más ingenua que la de ciencia.

Sobre la relación entre ciencia y tecnología, se da por supuesto que hay una estrecha relación entre ciencia y tecnología y se intenta saber si es mayor la contribución de alguna de ellas sobre la otra. La opción adecuada es la que muestra una interacción entre ambas con un peso similar de cada una: *C Porque aunque son diferentes, actualmente están unidas tan estrechamente que es difícil separarlas*

Fue elegida en segundo lugar si sumamos todas las opciones (415/574 cuestionarios) y aparece colocada con mayoría de votos como opción 2 y 3 en el grado de valoración de los estudiantes.

La opción ingenua que indica la dependencia jerárquica de la tecnología respecto a la ciencia, que se considera la base de los avances tecnológicos, opción: *B Porque la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica.*

Fue elegida por mayoría si sumamos todas las opciones (534/574 cuestionarios).

Cabe destacar que la opción que establece que la tecnología es muy parecida a la ciencia casi no recibe apoyo; por lo tanto, encontramos que nuestros estudiantes diferencian entre ambas.

6. Conclusiones

A partir de la aplicación del cuestionario en la FRA y luego de analizar los resultados, encontramos que nuestros estudiantes ingresan a la carrera de Ingeniería con una visión bastante más acertada acerca de lo que es la ciencia de los que es la tecnología.

En cuanto a la relación que creen existe entre ambos tópicos, la misma es lineal e instrumental de la ciencia como elemento a partir del cual se obtiene la tecnología. Recordemos que la amplia mayoría (381/574) cree que la tecnología es ciencia aplicada.

Desde la perspectiva CTS se pretende lograr una formación más integral de los ciudadanos, presentando y reflexionando

acerca de los modos de relación que existen entre los tres elementos: ciencia, tecnología y sociedad.

Por otro lado, los estudios de este mismo tipo que se han llevado a cabo en poblaciones de profesores han mostrado que las percepciones de estos son similares a las observadas en los grupos de estudiantes.

Por todo lo aquí expuesto, más otros estudios analizados y realizados, si bien nuestro objetivo inicial en el grupo de investigación tenía que ver con incorporar contenidos CTS al diseño curricular de las carreras de Ingeniería, en la actualidad encontramos necesario modificar también los programas de formación del profesorado y de todas las profesiones en general, tendiendo a una cultura científica contextualizada; esto es, abierta a otros saberes como la historia, filosofía y sociología de la ciencia, que conforman buena parte de los fundamentos CTS

7. Referencias

- [1] Acevedo Díaz, Vázquez Alonso y otros, (2005) Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. Revista Iberoamericana de Ciencia, tecnología y sociedad, Vol. 2, N° Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185000132005000300005&script=sci_arttext (consultado mayo 2015)
- [2] Cuestionario COCTS <http://www.oei.es/COCTS/>
- [3] Ferrando, K. y Páez, O. (2015) El enfoque CTS: entre la divulgación y la apropiación. Percepción social de la ciencia y la tecnología en ingresantes a la carrera de Ingeniería. Presentado en Jornadas Pre Alas 2015. Facultad de Ciencias Sociales. UBA., Publicado en, Silvia Lago Martínez y Néstor Horacio Correa (Coordinadores) (2015) Desafíos y dilemas de la universidad y la ciencia en América Latina y el Caribe (ISBN 978-987-723-057-4)
- [4] Fourez, G. (1997) Alfabetización científica y tecnológica, Buenos Aires, Ediciones Colihue.
- [5] López Cerezo, J.; Valenti, P. (1999), "Educación Tecnológica en el siglo XXI",

- en Polivalencia, N°8: Universidad
Politécnica de Valencia.
- [6] Pacey, A. (1990), La cultura de la
tecnología, Fondo de Cultura Económica,
México.
- [7] Vázquez, Á.-Alonso, M. A.
Manassero, J.A. Acevedo-Díaz y P.
Acevedo-Romero “Consensos sobre la
naturaleza de la ciencia: la ciencia y la
tecnología en la sociedad”. Disponible
[http://quimica.unam.mx/blogs/andoni/files/
2008/03/vazquez-manassero-acevedo2-eq-
2007.pdf](http://quimica.unam.mx/blogs/andoni/files/2008/03/vazquez-manassero-acevedo2-eq-2007.pdf) (consultado mayo 2016)

El juego como estrategia para indagar los saberes previos en la enseñanza de las ciencias básicas en el nivel secundario

Pelaez, María Paula¹; Hernández, Sandra Analía²

^{1,2}Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur

²Instituto de Química del Sur (INQUISUR / CONICET- UNS)

Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Buenos Aires, República Argentina.

shernand@criba.edu.ar

RESUMEN

Es sabido que el conocimiento previo es una de las variables que más influye en la adquisición de nuevos conceptos. Ya en 1963, David Ausubel resaltaba que si se quiere promover el aprendizaje significativo en los estudiantes, se debe averiguar dicho conocimiento y enseñar de acuerdo con el mismo. Frente al desafío de motivar a los estudiantes, los juegos didácticos como recursos materiales y simbólicos constituyen soportes sobre los que los alumnos pueden realizar actividades, desarrollando no solo habilidades prácticas sino también cognitivas y afectivas. Con el propósito de generar ambientes de distensión y aprendizaje por parte del alumnado se propone el diseño y puesta a punto de juegos didácticos teniendo en cuenta que, desde el punto de vista educativo, el juego potencia el aprendizaje activo, fortalece la enseñanza en valores, desarrolla la sociabilidad y el espíritu de colaboración y favorece un aprendizaje más duradero. Se presentan las actividades lúdicas llevadas a cabo con alumnos de distintas edades en cuatro establecimientos de educación secundaria de la ciudad de Bahía Blanca. Los juegos fueron propuestos con la intención de evaluar saberes previos del tema *estructura de la materia* de acuerdo a los Diseños Curriculares de la Provincia de Buenos Aires.

Palabras clave: juego motivador, conocimientos previos, enseñanza de las ciencias

1. INTRODUCCIÓN

Los saberes previos son aquellos conocimientos que el aprendiz ya sabe acerca de los contenidos que se desean abordar en una clase. Se vinculan con el nuevo conocimiento para producir aprendizajes significativos y aunque algunas veces suelen ser erróneos o parciales, es lo que el estudiante utiliza para interpretar la realidad. Se activan al comprender o aplicar un nuevo conocimiento con la finalidad de organizarlo y darle sentido.

En la enseñanza de las ciencias básicas es de fundamental importancia conocer los procesos cognitivos que desarrolla el alumno en la construcción de su conocimiento. Ignorar dichos procesos sería dar por sentado que la transmisión de saberes se realiza en forma pasiva, sin la participación del estudiante. En este sentido, es de relevancia el indagar sobre concepciones previas que puedan ayudar a la construcción del saber que se pretende enseñar. Por esta razón, desde una

perspectiva constructivista, el docente necesita identificar las ideas previas y una vez identificadas, pone en práctica estrategias que promuevan el cambio conceptual (Limón y Carretero 1997).

En sus reflexiones acerca de por qué la ciencia es tan difícil de aprender, Johnstone (1991) establece: “Lo que realmente sabemos y entendemos controla lo que aprendemos.”

El uso de los juegos en la educación en ciencias básicas es una estrategia que permite indagar saberes previos de manera distendida y atractiva para los estudiantes. Mediante el juego se pueden crear situaciones de máximo valor educativo y cognitivo que permitan descubrir, experimentar y reflexionar. Las implicaciones de tipo emocional, favorecen la motivación y proporcionan una forma distinta a la tradicional de acercarse al aprendizaje. (Muñiz-Rodríguez *et al*, 2014)

Con el fin de trasladar a la práctica esta metodología en la detección de saberes previos, se presentan las actividades lúdicas llevadas a cabo con alumnos de distintas edades en cuatro establecimientos de educación secundaria de la ciudad de Bahía Blanca, tres estatales y uno privado:

3er. año C de la E.S.B N° 307 (estatal)
3er. año C de la E.E.S N° 11 (estatal)
2do. año del Colegio M. M de Güemes (privado)
5to. año del Colegio M. M de Güemes (privado)
3°1° de la E.E.S N°2 (Bachillerato de Adultos).

Las actividades lúdicas a describir se realizaron en los cursos antes mencionados con la intención de evaluar saberes previos del tema *estructura de la materia* de acuerdo a los Diseños Curriculares de la Provincia de Buenos Aires¹.

2. Marco Teórico

Uno de los principales retos al cual se enfrentan los docentes de ciencias es lograr que la incorporación de contenidos, por parte de los estudiantes, se traduzca en verdaderas experiencias de aprendizaje.

Es importante tener en consideración que la estructura cognitiva del alumno tiene una serie de antecedentes y conocimientos previos, un vocabulario y un marco de referencia personal, lo cual es además un reflejo de su madurez intelectual. (Díaz-Barriga y Hernández Rojas, 2002).

¹ En la página http://servicios2.abc.gov.ar/recursos/educativos/editorial/catalogodepublicaciones/disenio_curricular.html se encuentra disponible una colección conformada por los diseños curriculares vigentes en la jurisdicción para cada uno de los niveles del sistema educativo provincial. Se trata de documentos producidos en línea con el Marco General de Política Curricular, el cual otorga sustento teórico, filosófico-epistemológico, ideo-lógico y ético-político a los documentos curriculares que forman parte fundamental de la política pública para la educación en la provincia de Buenos Aires.

En el aprendizaje significativo, el aprendiz no es un receptor pasivo, sino que debe hacer uso de los significados que ya internalizó, para poder captar los significados de los materiales educativos. En este proceso, reorganiza y construye su conocimiento a partir de la identificación de semejanzas y diferencias.

Pensar el aula como un lugar donde puedan incorporarse distintas actividades y materiales, permite crear un espacio de oportunidades diferentes para que los alumnos puedan descubrir, experimentar y aprender. Dependiendo de lo que hagan se implicarán y se relacionarán con el contenido a aprender de determinada manera. (Gvirtz y Palamidessi, 2000).

“Cuando lo que mueve el aprendizaje es el deseo de aprender, sus efectos sobre los resultados parecen ser más sólidos y consistentes que cuando el aprendizaje está movido por motivos externos” (Alonso Tapia, et al, citado en Pozo, 1998: 48)

Frente al desafío de motivar a los estudiantes, los juegos didácticos como recursos materiales y simbólicos constituyen soportes sobre los que los alumnos realizan las actividades; desarrollando no solo habilidades prácticas sino también cognitivas y afectivas.

Neus Sanmartí, en su libro *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria* (2002) expone que “el juego no se define sólo por su componente lúdico, sino también por ser un producto de la civilización caracterizado por la combinación de conjuntos de reglas y de azar. Esta visión del juego le confiere un especial interés didáctico y hace que “jugar” sea una actividad muy rica y valiosa en el aprendizaje.”

Con el propósito de generar ambientes de distensión y aprendizaje por parte del alumno se propone el diseño y puesta a punto de juegos didácticos teniendo en cuenta que, desde el punto de vista educativo, el juego potencia el aprendizaje activo, fortalece la enseñanza en valores, desarrolla la sociabilidad y el espíritu de colaboración y favorece un aprendizaje más duradero.

Teniendo en consideración que la cooperación es un valor fundamental de la educación de las generaciones actuales y futuras,

participar en juegos de estructura cooperativa permite ensayar comportamientos deseables en la construcción de valores implícitos en la sociedad. Se fomentan valores como la ayuda mutua, la confianza en los otros, la tolerancia, la búsqueda de estrategias y de consenso. En el juego cooperativo se busca una meta en común sólo alcanzable a través de la actividad conjunta de todos los participantes. (Johnson *et al*, 1999).

3. Desarrollo del trabajo

A continuación se irán presentando y explicando las características y los alcances de cada juego de acuerdo a la siguiente secuencia: 3.1. “El diccionario”, 3.2. “Dígalo con dibujos”.

La duración de cada juego, no debería superar los 40 minutos de clase, de manera de poder contar con un tiempo extra para la presentación del nuevo tema que contemple los saberes recuperados a través de la actividad lúdica.

3.1. “El diccionario”

Un diccionario es una obra en donde se consultan palabras o términos que se encuentran ordenados alfabéticamente. De las palabras se proporciona su significado, etimología, ortografía, y en el caso de algunos idiomas, fija su pronunciación, separación silábica y forma gramatical. En la actualidad podemos ampliar la indagación de significados a buscadores de internet, libros de temas, etc. por lo que llamaremos de un modo genérico y práctico para nuestra dinámica a dichas fuentes mencionadas “el diccionario” como voces portadoras de contenidos certeros.

3.1.1. Desarrollo del juego

El/la docente, según su criterio, selecciona palabras con sus definiciones referentes a la ciencias básicas de acuerdo al tema a abordar; las mismas serán consultadas en alguna de las fuentes de información señalada anteriormente, la cual será considerada durante el desarrollo del juego como la correcta.

Luego de proponer a la clase que se dividan en grupos, el/la docente les facilitará oralmente a los equipos la primera palabra, a partir de la cual, con su propio lenguaje, deberán armar y redactar

por escrito una definición que consideren apropiada según su bagaje de ideas.

Una vez redactadas las definiciones en los escritos identificadas por grupos, se las entregarán al docente, quien las plasmará en el pizarrón junto con la proporcionada por “*el diccionario*” sin que el resto de la clase pueda ver qué significado se está copiando. Luego de un debate grupal e intercambio de opiniones, los alumnos seleccionarán la que consideren correcta. Dicha deliberación permitirá al docente construir el significado más apropiado a partir de los aportes del grupo clase.

La puntuación será la siguiente: se le asignará un punto al grupo que adivine la definición correcta y un punto al grupo que haya redactado la definición que los compañeros reconozcan que más se aproxime a la acertada.

Al terminar, se repite el procedimiento con una nueva palabra del tema a desarrollar.

La finalidad última no es solo acercarse a la definición “real” del diccionario sino generar en los estudiantes la autoconfianza necesaria para recuperar sus ideas previas referidas al tema a abordar.

3.2. Dígalo con dibujos

Esta dinámica tiene su base de instrucción en un juego legendario que seguramente todos hemos practicado alguna vez y con el cual nos hemos divertido mucho, el “*dígalo con mímica*”. En nuestro caso reemplazaremos la mímica por dibujos.

3.2.1. Desarrollo del juego

Previamente al desarrollo del juego deberán seleccionarse diferentes titulares de películas, cortos, obras, etc. que contengan palabras referentes al tema que se va a trabajar. Debe tenerse en cuenta el grado de dificultad de las palabras que conforman las frases, considerando que los alumnos deben tener herramientas escolares o de uso cotidiano para poder plasmarlas en un dibujo.

Una vez dividido los grupos de trabajo cada uno elegirá un compañero, quien tendrá que realizar un bosquejo según las consignas a describir. La única comunicación permitida es el dibujo.

En los casos de palabras de mayor dificultad para adivinar el docente o alumno que realiza el esbozo puede guiar oralmente al grupo respecto al contexto del mismo pero sin mencionar ninguna palabra de la oración.

Pueden establecerse reglas con el grupo clase para representar los conectores (preposición, artículos, etc) de los titulares y la cantidad de palabras de los mismos mediante guiones que las representen.

Es una carrera contrarreloj, en la que gana el equipo que adivina la frase completa.

La finalidad de este juego es recuperar los saberes previos de los estudiantes que servirán de anclaje para el tema a abordar.

La actividad debe permitir y estimular en los alumnos el examen de ideas o los procesos intelectuales ya existentes para que puedan establecerse nexos con situaciones nuevas, de modo de establecer continuidades entre lo que ya aprendieron y lo que se puede aprender.

4. Discusión

“Cualquier evento educativo es, de acuerdo con Novak, una acción para intercambiar significados (pensar) y sentimientos entre el aprendiz y el profesor” (Moreira, 2000).

Para llevar a cabo la propuesta se recurre a la utilización de juegos didácticos, cuyos contenidos alusivos pueden adaptarse a los diferentes años de la educación secundaria, utilizándolos como actividad diagnóstico.

Las actividades lúdicas fueron pensadas con la intención de evaluar saberes previos del eje “estructura de la materia” de acuerdo a los Diseños Curriculares de la Provincia de Buenos Aires.

4.1. “El diccionario”

Este juego se trabajó con alumnos de 3ero. y 5to. año de educación secundaria de los tres

establecimientos educativos que se detallan a continuación:

- 3er. año C de la E.S.B N° 307 (estatal)
- 3er. año C de la E.E.S N° 11 (estatal)
- 5to. año del Colegio M. M de Güemes (privado)

La Figura 1 muestra a manera de ejemplo, las definiciones vertidas por los estudiantes de 3er. año C de la E.S.B N° 307 en referencia a los conceptos de: materia, elemento, período y símbolo; saberes previos necesarios para abordar el eje “estructura de la materia”.

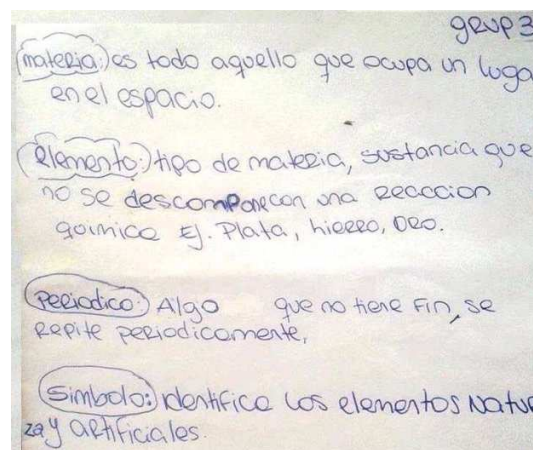


Figura 1. Definiciones vertidas por los estudiantes del grupo 3 de 3° C de la E.S.B N° 307 respecto a los conceptos: materia, elemento, período y símbolo.



Figura 2. Foto de los estudiantes de la E.S.B N° 307 jugando a “El diccionario”.

4.2. Dígalos con dibujos

Este juego se trabajó con alumnos de 2do. y 3er. año de educación secundaria y con 3er. año bachillerato de adultos según el siguiente detalle:

- 2do. año del Colegio M. M de Güemes (privado)
- 3er. año C de la E.S.B N° 307 (estatal)
- 3er. año C de la E.E.S N° 11 (estatal)
- 3°1° de la E.E.S N°2 (Bachillerato de Adultos).

La figura 2 muestra el dibujo realizado por los alumnos de 3er. año C de la E.E.S N° 11, al intentar describir la película “El niño Calcio”. Otros ejemplos con los cuales se trabajó son: “Cloro, la confirmación de un talento”; “Oxígeno ,24 horas para morir”.

Para realizar los dibujos, los alumnos pensaron en los usos de los elementos que se mencionaban en las películas, de allí la necesidad de asegurarse, antes de dar la consigna, que sean construcciones que conozcan o que puedan reconocer en lo cotidiano. En el caso del cloro, todos dibujaron una pileta; para referirse al calcio un hueso o leche y el oxígeno lo relacionaron con un tubo de hospital o una planta.

Terminado el juego, los alumnos trabajaron en el reconocimiento de los elementos químicos que mencionaba cada película. Identificaron el símbolo químico de cada elemento en la tabla periódica, calcularon los electrones y portones, entre otras actividades.

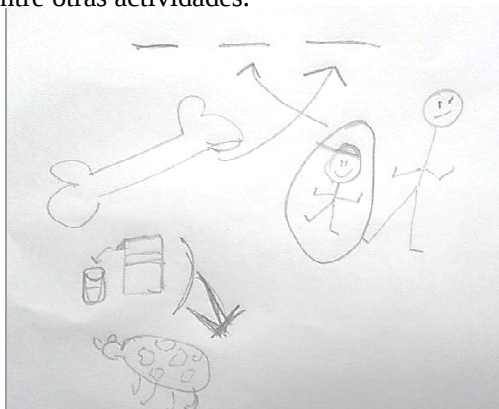


Figura 3. Dibujo realizado por los estudiantes de 3° año C de la E.E.S N° 11, respecto a película “El niño Calcio”.

Las actividades sugeridas en los juegos promovieron la participación, el trabajo en equipo y la autoconfianza. Comparando esta forma de trabajo, con modelos de aprendizaje tradicionales, podemos decir que las/os estudiantes aprenden más cuando utilizan el aprendizaje colaborativo, recuerdan por más tiempo el contenido, desarrollan habilidades de razonamiento superior y de pensamiento crítico y se sienten más confiados y aceptados por ellos mismos y por los demás. (Giraldo, 2005)

Se presentan algunas de las opiniones expresadas por los alumnos que participaron en el desarrollo de los juegos didácticos presentados:

“Estuvieron buenos, son divertidos y aprendemos más”

“Con juegos aprendemos mejor”

“Están buenos y son bastante entretenidos”

“Creo que con los juegos es más fácil y nos concentramos mejor porque nos divertimos y se nos guarda en la mente. Yo entiendo mejor con los juegos”

“Me gusta porque aprendemos mejor jugando y el ambiente es más relajado”

“Aprendiendo utilizando juegos es muchísimo mejor no solo porque es más divertido sino también más fácil de aprender. Además los juegos nos incentivan a ganar”

“Es mejor aprender jugando, que escribir mucho en clase”

“Me gusta aprender con juegos por lo divertido y además pasamos un buen rato”

“Me parece mejor jugar porque se hace divertido aprender. Se crea un ambiente agradable”

“Me parece mejor aprender jugando que solo con los libros”

A través de las voces de los alumnos podemos ver que en su mayoría disfrutaron la experiencia y se sintieron motivados a aprender química mediante los juegos didácticos.

En el caso del bachillerato de adultos, las clases se desarrollan en horario nocturno y dado que la mayoría de los estudiantes trabaja durante

el día, llegan al aula cansados y con poco entusiasmo. Se ha podido comprobar que este tipo de actividades genera una mejor predisposición por parte de los estudiantes hacia los contenidos a abordar.

Al preguntarles el parecer acerca de la recuperación de saberes a partir de actividades lúdicas, se mostraron entusiastas alentando a la docente a repetir la experiencia con otras temáticas. El juego les permitió distenderse luego de la jornada laboral y compartir en grupos los conceptos aprendidos.

5. Conclusión

Las propuestas fueron sumamente enriquecedoras para los/as estudiantes de los diferentes años de la educación secundaria creando la posibilidad de que el alumno le dé sentido a lo que aprende. Podemos decir que promoviendo espacios donde se desempeñe un papel activo por parte del alumno, incluyendo actividades que impliquen un compromiso por parte de ellos, podemos motivar el aprendizaje de los estudiantes creando un ambiente ameno. A través de las prácticas realizadas, los estudiantes pudieron ejercitar competencias tales como:

- La toma de decisiones acerca de cómo desarrollar la tarea disponible.
- La comunicación con sus pares, el consenso y trabajo colaborativo en equipo.
- La utilizando del lenguaje científico.
- La implicancia con materiales didácticos como opciones diversificada frente a otros recursos didácticos.

Los juegos cooperativos son una propuesta a un cambio de actitud en la vida diaria ya que la cooperación fomenta la participación, facilita la organización, el reconocimiento de las habilidades de cada persona y el trabajo colectivo. Participar en juegos de estructura cooperativa nos permite ensayar comportamientos deseables en la construcción de comunidad y reflexionar acerca de los valores implícitos en nuestro entorno (Giraldo, 2005).

Creemos que la implementación de esta práctica, desestructura la práctica cotidiana del

aula favoreciendo la generación de espacios pedagógicamente distendidos donde el aprendizaje significativo por parte de los alumnos sea el protagonista.

6. Referencias

- [1] D. Ausubel. "The psychology of meaning ful verbal learning". Grune and Stratton: New York. 1963.
- [2] M. Limon, M. Carretero "Las ideas previas de los alumnos: ¿qué aporta este enfoque a la enseñanza de las Ciencias?", en M. Carretero (Comp.): Construir y enseñar: las Ciencias Experimentales, Aique: Buenos Aires, Argentina. 1997.
- [3] A.H. Johnstone, Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. J. Computer Assisted Learning, 7, pp 75-83. 1991.
- [4] L. Muñoz-Rodríguez, P. Alonso, L.J. Rodríguez-Muñiz. "El uso de los juegos como recurso didáctico para la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas: estudio de una experiencia innovadora". Revista Iberoamericana de Educación Matemática. N°39, pp.19-33. Septiembre 2014.
- [5] F. Díaz-Barriga, G. Hernández Rojas. "Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista". McGraw-Hill, México. 2002.
- [6] S. Gvirtz, y M. Palamidessi "La construcción social del contenido a enseñar", en El ABC de la tarea docente: Currículo y enseñanza. Aique. Buenos Aires. Argentina. 1998.
- [7] J.I. Pozo, M.A. Gómez Crespo "Aprender y enseñar Ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico". Ediciones Morata. Madrid. España. 1998.
- [8] Sanmartí, N., Didáctica de las Cs. en la Educación Secundaria Obligatoria. Ed. Síntesis: Madrid. 2002
- [9] D.W. Johnson, R.T. Johnson, E.J. Holubec. "El aprendizaje cooperativo en el aula". Paidós. Buenos Aires. Argentina. 1999.
- [10] M.A. Moreira. "Aprendizaje Significativo: teoría y práctica". Ed. Visor: Madrid, España. pág. 39/40, 2000.
- [11] J. Giraldo. "Juegos cooperativos". Océano: Barcelona. 2005.
- [12] M.P. Melo Herrera, R. Hernández Barbosa, "El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales" Innovación Educativa. Vol. 14, N° 66, pp. 41-64. Septiembre-Diciembre 2014.

El manejo del lenguaje académico como parte de la formación inicial en carreras de Ingeniería. Una propuesta didáctica.

Demarchi, Analía Raquel - Mattioli, Estela Isabel

Universidad Nacional del Litoral/Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas
Santa Fe, Argentina

demarchi.analia@gmail.com

mattioli.estela@gmail.com

RESUMEN

Nuestro trabajo aborda el problema de la lectocomprensión y reelaboración de textos científicos en el ámbito de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional del Litoral. Presentamos una propuesta de enseñanza del género a partir de la contrastación de textos, utilizando categorías operativas elaboradas por la Lingüística Sistemática Funcional (Halliday, 1982; Eggins y Martin, 2003), la cual propicia la reflexión acerca del uso adecuado del lenguaje en el campo disciplinar que los estudiantes aprenden, así como una autorreflexión de las actividades de aprendizaje hasta concluir con el trabajo independiente y autorregulado.

Esta propuesta permite la elaboración de un registro de diagnóstico respecto de las decisiones sobre los contenidos lingüísticos a enseñar en etapas posteriores de la secuencia didáctica con el fin de introducir y afianzar progresivamente el manejo de herramientas lingüísticas necesarias para adecuar el uso del lenguaje a distintos contextos de situación.

La orientación lingüística y didáctica adoptada muestra la importancia del conocimiento sobre el lenguaje en la formación académica y destaca el desempeño del docente como mediador entre los textos y el estudiante, reponiendo aquellos aspectos formales y de contenido que el aprendiz necesita y que el texto del experto no despliega.

Palabras clave: discurso científico – léxico gramática – secuencia didáctica

1. INTRODUCCIÓN

Nuestro trabajo investigativo y docente se lleva a cabo dentro de la asignatura Comunicación Oral y Escrita (COE) que se dicta en el primer año para todas las carreras de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL). En esta materia desarrollamos contenidos referidos al discurso académico-científico, centrándose en las estrategias discursivas que aseguren la lectoescritura de textos destinados a la formación de las distintas disciplinas, con el fin de brindar a los estudiantes herramientas lingüísticas para su interpretación y reelaboración.

En este sentido, el equipo de COE hemos participado y llevado a cabo diferentes proyectos de investigación con el propósito de identificar problemas de lectoescritura y brindar soluciones prácticas. Particularmente, se ha abordado el análisis de textos de expertos utilizados en la

enseñanza de conocimiento disciplinar sobre temas de Química y el análisis de diversas producciones escritas por parte de estudiantes. Nuestras experiencias investigativas han reforzado la necesidad de concebir y, por ende, enseñar el lenguaje académico como una “lengua extranjera” o “lengua segunda”, a la que los estudiantes que ingresan al ámbito académico se enfrentan “por primera vez”: es decir, han aprendido a usar el español para comunicarse en diferentes situaciones cotidianas, pero no saben cómo emplearlo adecuadamente en el nuevo ámbito académico universitario, sostenemos, por dos razones:

-no conocen cómo funciona en este contexto foráneo (para ellos);

-no han desarrollado habilidades reflexivas *sobre* el lenguaje.

Nuestro propósito principal es aportar estrategias de enseñanza en el aula universitaria que permitan resolver problemas vinculados a las prácticas lectocomprensivas de los estudiantes de las cuatro

carreras de ingeniería que se desarrollan en la Unidad Académica: Informática, Ambiental, Recursos Hídricos y Agrimensura.

Consecuentemente, hemos desarrollado una propuesta de enseñanza del género a partir de la contrastación de textos utilizando categorías operativas elaboradas por la Lingüística Sistémica Funcional. A través de esta metodología elaboramos una secuencia didáctica progresiva que propicia la reflexión acerca del uso adecuado del lenguaje en el campo disciplinar que aprenden, así como una autorreflexión de las actividades de aprendizaje, las que se van desarrollando inicialmente con la guía constante del docente para concluir con el trabajo independiente y autorregulado del estudiante.

El objetivo particular de este artículo es exponer de manera esquemática y conceptual dicha propuesta, que hemos ensayado en diferentes tramos a través de varias experiencias con textos breves de un manual de Química utilizado como fuente teórica por docentes de esa disciplina.

2. Marco Teórico

La línea teórica en la cual se inscribe la experiencia de investigación-acción que expondremos es la Lingüística Sistémica Funcional (Halliday, 1982; 1994; Halliday y Matthiessen, 2004) [1] que entiende el lenguaje como sistema de opciones que el hablante selecciona de acuerdo a diferentes contextos de uso para hacer efectiva su comunicación.

Algunos principios conceptuales que aporta la Lingüística Sistémica Funcional (LSF) son:

- Estudia el lenguaje en uso y las opciones del sistema que los hablantes seleccionan para su comunicación.

-

Entiende que cada contexto social y situacional exige diferentes competencias lingüísticas.

-

Destaca el rol fundamental del docente como guía y facilitador del aprendizaje.

- Selecciona la categoría de “género” como objeto de enseñanza para asegurar el conocimiento de los textos.

Por otra parte, adoptamos la propuesta de Eggins y Martin (2003) [2] para la enseñanza del género. Estos autores sostienen la noción de género entendido como “propósito social desarrollado en etapas y fases” que permite establecer relaciones entre los aspectos lingüísticos y semánticos de los textos (como son las construcciones léxicogramaticales, cohesión de la información interoracional y textual, organización temática, estructura explicativa), con el modo en que se construye el razonamiento lógico del conocimiento en diferentes contextos disciplinares y científicos.

La metodología empleada es la Lingüística Contrastiva (Moreno, 2008) [3], la cual facilita determinar parámetros de comparación para observar y describir con detalle semejanzas y diferencias entre los textos; y el corpus consiste en dos grupos de textos: ejemplares que los docentes de las asignaturas proponen para la enseñanza de cada disciplina, y reelaboraciones o producciones de estudiantes a partir de los textos fuente.

De esta manera, para elaborar la secuencia didáctica utilizamos categorías aportadas por la LSF que favorezcan el análisis contrastivo y permitan confrontar a los estudiantes con sus propias producciones y las de otros estudiantes, a fin de que las explicaciones y correcciones realizadas por el docente resulten más fácilmente comprensibles y efectivas para corregir y perfeccionar la calidad del proceso de su aprendizaje, principalmente de aquellos textos de contenidos curriculares específicos.

3. Desarrollo del trabajo

El modelo de enseñanza basada en el género

La secuencia de trabajo que proponemos se enmarca en una agenda de trabajo más general, la cual contempla tres momentos, los cuales integran un trabajo permanente de investigación-acción por parte del docente a la par del desarrollo de la propuesta de enseñanza para los alumnos, ya que el proceso se va retroalimentando con el aporte de todos los participantes.

- **Primer momento**, consiste en el análisis descriptivo por parte del docente de un texto de ciencia escrito por expertos para ser enseñado a

estudiantes nivel universitario-inicial o correspondiente al año de cursado y que los estudiantes estén o hayan trabajado en la materia específica que cursan/cursaron. El análisis debe ser de tipo descriptivo e incluir aspectos que permitan reconocer regularidades e irregularidades acerca del género o formato modélico al que pertenece, criterios de organización interna (paratextuales y secuenciales), jerarquía de ideas, uso de recursos propios del discurso académico-científico. Para ello, en este momento es fundamental realizar un trabajo conjunto entre el docente especialista en la disciplina y el profesor experto en lenguaje.

- **Segundo momento**, consiste en el análisis contrastivo, también a cargo del docente, de textos escritos por estudiantes sobre la base de experiencias de lectura del mismo texto analizado en el momento anterior. Para la reelaboración del texto fuente, es aconsejable el planteo de una consigna general o abarcadora referida al tema o subtema desarrollado en el texto, como por ejemplo: “Explique en qué consiste el concepto de”. Aquí es importante focalizar en el hallazgo de semejanzas y diferencias significativas entre los textos, los cuales podrán ser contrastados con corpus obtenidos de experiencias en otros cursos sobre el mismo texto (u otros similares), con el propósito de construir algunas posibles generalidades esporádicas.

- **Tercer momento**, presenta la secuencia didáctica propiamente dicha de análisis interpretativo (deconstrucción conjunta) de textos para el estudiante universitario.

Las actividades para los alumnos se fundamentan y resultan de una adaptación del modelo de enseñanza del género propuesto por Eggins y Martin (2003). El objetivo fundamental del mismo consiste en hacer explícito ante los estudiantes el modo en que el lenguaje en uso construye significado y cómo lo concreta a través de los diferentes géneros, atendiendo especialmente al contenido, la estructura de los textos y el contexto de situación.

El modelo original plantea un trabajo de aula a llevar a cabo en tres etapas que permiten guiar al alumno en el desarrollo de habilidades para el control de cada tipo textual y la adquisición de una

postura crítica hacia la escritura: deconstrucción, construcción conjunta y construcción independiente.

1. La *deconstrucción*: consiste en la caracterización por parte de los estudiantes, de manera interactiva en el seno de la clase, del texto real que funciona como ejemplar del género objeto de estudio. En nuestro trabajo incluimos aquí una instancia de reelaboración personal de texto por parte de los estudiantes a partir de un primer acercamiento al texto y de sus conocimientos previos, para contar con material para el análisis contrastivo y posibilitar la deconstrucción conjunta de textos tanto de expertos como de aprendices.

2. La *construcción conjunta*: implica la escritura del texto perteneciente al género realizada por el grupo y mediada por el docente.

3. La *construcción independiente*: refiere a la escritura o reelaboración del texto de manera individual por cada alumno, a partir de los nuevos conocimientos adquiridos sobre el tema.

Nuestra investigación propone un desarrollo de la primera etapa (deconstrucción) en varias instancias de trabajo, ya que nos interesa focalizar especialmente en las situaciones en las que se concentra la actividad relevante del docente como investigador y como mediador de las actividades en el aula. Las instancias posteriores forman parte de los resultados que se obtendrán de esta primera etapa y están centradas en el trabajo más independiente de los propios alumnos de manera grupal o individual.

Realizamos la siguiente adecuación de la etapa de deconstrucción:

1ro. Reelaboración del texto fuente

2do. Aprendizaje de categorías operativas de la LSF, que denominamos *herramientas lingüísticas de focalización*

3ro.

Deconstrucción Contrastiva Conjunta que consta de una 1ra. Parte: observación contrastiva entre el texto fuente y las reelaboraciones de los estudiantes; y una 2da. Parte: observación analítica del texto fuente.

Tercer Momento: El análisis interpretativo por parte de los estudiantes

En esta etapa del trabajo -como mencionamos antes-, se presenta una secuencia de actividades centradas en un trabajo conjunto entre el docente y los estudiantes, a partir de la aplicación de herramientas semánticas y gramaticales aportadas por la LSF y del análisis realizado previamente, para que ellos puedan resolver ejercicios contrastivos que contribuyan a un autoaprendizaje progresivo de la lengua disciplinar (LD).

Se seleccionan categorías léxico-gramaticales operativas de LSF productivas a ser enseñadas como herramientas para focalizar las diferencias y semejanzas que aparecen entre el texto fuente y las producciones de los alumnos, así como también las que se presentan entre estas últimas. Luego, a partir de tal detección, se propone la reflexión sobre las causas de dichas diferencias y la determinación de las opciones de los estudiantes como apropiadas o no; y en este último caso, la búsqueda de otras adecuadas en función del sentido del texto fuente leído.

Algunas categorías operativas que seleccionamos para enseñar en la clase de Comunicación Oral y Escrita de FICH son:

- a-La noción de cláusula.
- b- La noción de metáfora gramatical y léxica.
- c-La noción de niveles: jerarquía y constitución; estrato semántico y estrato léxico-gramatical
- d- La noción de cohesión gramatical y léxica
- e- La noción de sistema y estructura

La secuencia didáctica propiamente dicha consiste en proponer a los estudiantes la deconstrucción contrastiva conjunta del texto fuente y de las versiones reelaboradas por distintos estudiantes.

La actividad implica una observación cuidadosa de los textos desde el estrato léxico y gramatical hacia el semántico, desarticulando y reintegrando los distintos niveles de la cláusula o “unidad oracional simple” (por debajo, en el nivel, por encima, alrededor y más allá de ella). Se propone analizar en paralelo las estructuras (a nivel de la cláusula y por debajo de la misma) que muestran

un mismo aspecto formal (estrato léxicogramatical) y las que muestren correspondencia semántica (estrato semántico) entre cada grupo o frase, reconociendo clases de palabras (nominales, verbales, adverbiales) ligadas a funciones gramaticales y textuales específicas.

Es importante señalar que, ante la detección de alguna inadecuación en las reelaboraciones, hay que evitar llegar a la (auto)corrección por mera imitación del texto fuente, sino que resulta imprescindible que ésta se produzca como consecuencia de una comprensión del error para modificarlo al mismo tiempo que se asimila el contenido del texto estudiado/leído.

Para una mejor comprensión de las actividades propuestas, la secuencia didáctica ha sido dividida en dos partes: la primera consiste en comparar estructuras del texto fuente y sus reformulaciones, y encontrar equivalencias y/o asimetrías en el estrato semántico y el léxico-gramatical. En la segunda, se elabora un esquema sobre el modo en que se organizan y jerarquizan las ideas principales para favorecer una mejor comprensión del texto y preparar al alumno para llevar adelante las construcciones conjunta e individual que se esperan obtener como productos finales de la experiencia y que completarían el desarrollo del modelo para la enseñanza del género.

Resulta fundamental que, en este transcurso, el estudiante pueda reconocer explícitamente cómo a través del uso de recursos de cohesión se construyen las diferentes estrategias; que es a través del uso concreto del lenguaje en contextos discursivos específicos que se construyen los significados. La clave está en seleccionar los recursos lingüísticos apropiados para producir un texto y en reconocer los recursos (explícitos e implícitos) para interpretar y comprender adecuadamente un texto. También es importante que logren diferenciar “sistema” de “estructura”, y “estrato gramatical” de “estrato semántico”, que no siempre son coincidentes.

1ª Parte de la deconstrucción contrastiva conjunta

Esquemáticamente, esta instancia consiste en realizar una exposición en paralelo del texto fuente y dos reelaboraciones seleccionadas hechas por los

alumnos. Estas tres “versiones” se comparan contrastivamente en cada nivel de la organización estratificada del lenguaje, a saber:

→ Nivel de observación 1: por debajo de la cláusula (grupos, frases y palabras). Implica identificar los grupos a partir de un núcleo: sustantivo o palabra nominalizada, verbo, verboide, adjetivo, etc., y su valor semántico-gramatical

→ Nivel de observación 2: en el nivel de la cláusula (unidad básica). Se trata de identificar la posición funcional de los grupos (tema/remata)

→ Nivel de observación 3: por encima de la cláusula (la oración). Consiste en identificar la organización funcional de las cláusulas (ideas básicas) a partir del sistema de interdependencia (hipotaxis y parataxis) y el sistema lógico-semántico (expansión de cláusulas: por reformulación, adición o variación, por referencia a circunstancias).

→ Nivel de observación 4: alrededor de la cláusula (el texto como unidad). Se deben identificar los recursos léxicos y gramaticales, para reconocer el tema principal (T) y subtemas (t), identificando relaciones jerárquicas entre ideas.

Luego, en cada nivel, respectivamente, se realiza una deconstrucción conjunta en dos instancias:

1- Comentarios grupales acerca de las diferencias y/o semejanzas entre las versiones

2- Algunas preguntas problematizadoras que el docente realiza a fin de que los estudiantes detecten los desatinos de sus escritos y encuentren alternativas para una adecuada reformulación

2ª Parte de la deconstrucción contrastiva conjunta

En esta instancia, los docentes debemos elaborar con los alumnos un esquema global del texto fuente atendiendo a la forma en que se articulan los estratos semántico y léxico-gramatical, a través de tres preguntas clave en torno al contenido, la organización y la jerarquización del mismo, y de la aplicación de determinados recursos lingüísticos que permitan contrastar formatos textuales considerados canónicos con las características particulares del texto fuente trabajado.

a) ¿Qué datos / información presenta el texto fuente?

b) ¿Qué recursos se utilizan para organizar la información?

c) ¿Qué jerarquías entre ideas se establecen?

4. Discusión

La propuesta elaborada constituye un corolario de tres proyectos de investigación en los que el equipo de COE ha participado en los últimos años. [4]

Los resultados obtenidos en la propuesta didáctica ensayada han definido con mayor precisión algunos principios que rigen nuestra actividad, a saber: la centralidad de los aspectos lingüísticos dentro del estudio, la complementación entre teoría e investigación, la aplicación de un enfoque interdisciplinario del lenguaje, la implementación de la metodología de análisis contrastivo, y la concepción de lenguaje como recurso para construir e interpretar significados en contextos sociales y centrar la atención en los diversos géneros y registros científicos.

En cuanto a la centralidad de los aspectos lingüísticos, se comprueba la provechosa ventaja de enseñar cómo funcionan los recursos del lenguaje en textos científicos que los estudiantes necesitan estudiar en otras materias; es allí donde logran encontrar el sentido de cursar una materia como COE, empiezan a comprender la importancia y utilidad de aprehender herramientas lingüísticas para mejorar sus capacidades lectoescriturales, no sólo en el ámbito académico sino también para mejorar sus competencias comunicativas en otros ámbitos.

Además, este tipo de análisis propicia inferir causas lingüísticas y cognitivas de las interferencias o problemas en el aprendizaje del lenguaje académico disciplinar. Este carácter predictivo implica que los docentes podamos detectar ciertas “deducciones erróneas” que realizan los estudiantes acerca del “nuevo lenguaje” que están aprendiendo, a partir de la observación comparativa de sus producciones; es importante que consideremos que esas “deducciones erróneas” pueden tener, en principio,

una triple causalidad complementaria; es decir, pueden proceder:

-de un desconocimiento de las reglas de la nuevo lenguaje por parte del alumno, o bien,

-de características inherentes al lenguaje científico académico

-y/ o de particularidades lingüísticas del texto concreto en proceso de aprendizaje.

Lo más relevante del estudio contrastivo es que genera un acercamiento práctico sobre el corpus de textos y propicia el uso reflexivo de las formas lingüísticas que favorece, a su vez, el aprendizaje de aquellos aspectos de la lengua objeto que presentan mayor dificultad para los estudiantes.

Por otra parte, esta propuesta se imbrica con estudios contrastivos previos sobre corpus de estudiantes provenientes de Brasil y Argentina (Mattioli y otros, 2011-2013) [5], a partir de los cuales realizamos inferencias parciales respecto de cuáles serían algunos de los presupuestos conceptuales que ambos grupos de estudiantes comparten, y que han sido corroborados por estudios descriptivos sobre producciones de alumnos ingresantes a FICH. Algunos de estos presupuestos lingüístico-cognitivos (implícitos) que los estudiantes operarían al abordar la interpretación de textos son:

→ el texto es una suma o sucesión de ideas independientes que no supone relaciones jerárquicas entre ideas, lo cual se evidencia a partir de una recuperación lineal del contenido del texto fuente;

→ los datos que ocupan mayor espacio textual constituyen el tema textual central, lo que se manifiesta a partir de una recuperación de la información cuantitativamente predominante del texto fuente;

→ explicar es sinónimo de resumir, que se evidencia por el uso de procedimientos de generalización y recorte de información.

Interferencias para la comprensión

Sin embargo, el trabajo ha aportado algunos resultados inesperados que exigen revisar nuestras

hipótesis y presupuestos iniciales acerca de que los problemas principales se vinculan a la falta de conocimientos lingüísticos y textuales de los estudiantes. Existen otras interferencias para la comprensión, contenidas en la siguiente hipótesis: *un factor causal predominante de las dificultades que enfrenta el estudiante para reformular con sus propias palabras el texto fuente radica en ciertas interferencias que se ponen de manifiesto lingüísticamente en el texto; una de esas interferencias consiste en las informaciones implícitas o tácitas.*

Este enfoque implica que el estudiante debe establecer dos tipos de inferencias: por un lado, explicitar relaciones conceptuales, a través, por ejemplo, del manejo de conocimientos previos, y por otro lado, reconstruir parte del razonamiento implícito realizado por el autor, a través de la reposición de una serie de elementos discursivos; a saber:

- Ausencia de conectores lógicos que relacionen las ideas y pragmáticos que organicen la información y guíen la interpretación.

- Ausencia de procedimientos parafrásticos que recuperen la información nueva de un párrafo anterior y la transformen en información conocida.

- Organización de la información en estructuras oracionales complejas, dentro de las cuales se expresan relaciones de subordinación.

Esta conclusión es importante, puesto que al momento de brindar herramientas de apoyo, el docente deberá diferenciar entre recursos de ayuda conceptuales o de contenido (nivel semántico) y recursos de ayuda discursivos (nivel léxico-gramatical).

El estudiante debe partir del hecho incuestionable de que un texto es una unidad, organizada en partes, pero que todas ellas conforman un todo coherente. El objetivo, entonces, al leer el texto y tratar de comprenderlo, es encontrar las relaciones explícitas e implícitas que se establecen entre las ideas.

Otra cuestión que complejiza nuestra tarea es la necesidad de un trabajo interdisciplinario entre docentes de COE y los docentes de otras disciplinas como Química, Matemáticas, Física,

entre otras; puesto que, si bien existen ciertos rasgos lingüísticos similares entre los textos de estudio en las diferentes carreras, también se evidencian características lingüísticas de los textos académicos que divergen entre campos científicos. Esta necesidad surge de otra hipótesis subyacente a nuestra línea de abordaje teórico: *las diferencias genéricas formales entre textos responden a la construcción de tipos de razonamientos lógicos específicos de cada disciplina, un mundo al que el estudiante debe introducirse paulatinamente, para apropiárselo y poder no sólo interpretar discursos sino lograr comunicar el conocimiento científico que lo irá convirtiendo en un profesional dentro del mismo*. Este enfoque conlleva indudables ventajas de crecimiento para el equipo de trabajo puesto que el pertenecer a distintas especialidades enriquece la actividad y resultados obtenidos, pero al mismo tiempo es un desafío con dificultades puesto que pueden surgir incompatibilidades y desacuerdos teóricos y metodológicos, lo que afecta a la coordinación y retroalimentación del trabajo realizado.

5. Conclusión

Sabemos que la comprensión y reescritura es un fenómeno complejo que involucra procesos lingüísticos, cognitivos, emocionales, socio-culturales e ideológicos. En este sentido, los aportes de la LSF y el análisis contrastivo entre el texto fuente y las producciones derivadas del mismo permiten enfocar todos estos aspectos manifestados a través de los elementos lingüísticos explícitos e implícitos, así como reconocer las interferencias lingüísticas presentes en el TF, posibilitando la sistematización de datos y la aplicación de las opciones del sistema frente a nuevas experiencias con otros textos por leer o producir. Por otra parte, recuperar la propuesta para la enseñanza del género de la Escuela de Sydney permite organizar todo el proceso en etapas progresivas y graduales.

Creemos que el desafío para una propuesta didáctica efectiva radica en brindar al estudiante herramientas para la construcción de su propio aprendizaje, esto es, recursos operativos que le permitan observar con nitidez las distintas dimensiones del lenguaje y el modo en que su uso construye significado y se concreta a través de los

diferentes géneros, atendiendo especialmente al contenido, la estructura de los textos y los patrones gramaticales para la realización del registro.

Además, pensamos la investigación como un proceso continuo y progresivo, por eso, el trabajo realizado hasta el momento abre nuevos caminos para seguir profundizando en la problemática central que nos interesa, a saber: ¿cómo abordar la enseñanza del discurso científico en el aula universitaria, de modo que resulte operativa y efectiva para los estudiantes?

Hasta el momento, hemos realizado experiencias áulicas a través de la propuesta elaborada con corpus de textos de Química, lo que nos ha permitido establecer interpretaciones sobre el funcionamiento de las opciones lingüísticas realizadas por los expertos disciplinares en relación con el modo de presentación de la información del campo para hacer comprender un determinado tema o para presentar consignas de trabajo, contrastando con los modelos canónicos de desarrollo temático que se espera encontrar en los textos de ciencia correspondientes a los géneros seleccionados.

De esta manera, se nos abre un camino hacia el estudio del discurso de otras disciplinas en las que se evidencian significativos problemas para la interpretación y producción de textos que abordan temas de ciencia, tal como lo confirman las evaluaciones e informes de diagnóstico realizados por los docentes de las distintas asignaturas de primer año en nuestra facultad.

6. Referencias

- [1] Halliday, M. (1982): *El lenguaje como semiótica social*. México, F.C.E.
Halliday, M. (1994): *An introduction to Functional Grammar*. London, Arnold.
Halliday, M. y Matthiessen, C. (2004): *An introduction to Functional Grammar*. London, Arnold.
- [2] Eggins S. y Martin J.R. (2003): "El contexto como género: una perspectiva lingüística funcional." En: *Revista Signos* [online]. 2003, v.36, n.54, 185-205.
- [3] Moreno, A. I. (2008): "The importance of comparing comparable corpora in cross-cultural studies". En U. Connor, E.

Nagelhout, & W. Rozycki (eds.). *Contrastive rhetoric: Reaching to Intercultural Rhetoric*. Amsterdam.

[4] Mattioli y otros: “La elaboración de explicaciones en géneros y registros de discursos disciplinares que circulan en el ámbito de las carreras de ingeniería”. PNS N° 41 2010, Res. HCS N° 485/10.

.....: “Estrategias lingüísticas aplicadas a la escritura de explicaciones científicas” incluido en el PICT Cód. 37155. Conv. IP 2009 “Modelos Teóricos”. Programa PAE “Desarrollo de Español Lengua Extranjera como Industria Cultural”. Cód. 37155, aprobado y financiado por ANPCYT. Periodo: 2009-2014

.....: “Análisis del desarrollo temático en textos científicos de Física y Química y su impacto en la formación académica de los estudiantes de ingeniería” Proyecto CAI+D UNL PI 2011, aprobado por Res. HCS 187/2013. Junio 2013.

[5] Mattioli, E, y otros 2011. “La elaboración de explicaciones en el ámbito de las carreras de Ingeniería: un análisis lingüístico-didáctico para mejorar la comprensión y producción de textos de ciencia”. En revista *TEXTURAS*. Estudios Interdisciplinarios sobre el discurso. Año 10-

N° 11. CEDeS. FHUC. Santa Fe –Argentina-, UNL. ISSN: 1666- 8367.

Mattioli, E., Demarchi, A. y otros 2012. “Descripción del discurso académico de expertos y principiantes de lengua nativa portuguesa y española. Un estudio contrastivo de casos desde la LSF.” En: *Del género a la cláusula: los aportes de la Lingüística Sistémico Funcional al estudio del Lenguaje en Sociedad*. Actas del VII Congreso Internacional de la ALSFAL compilado por Mónaco y Ghio -1a ed.-Santa Fe: Ediciones UNL, 2012. (E-Book) ISBN 978-987-657-815-8

Mattioli, E. y Demarchi, A. 2013: “Propuesta didáctica para la enseñanza de estrategias lingüísticas aplicadas a la escritura de explicaciones científicas en español para estudiantes brasileños” Informe final del grupo de UNL para el cierre del proyecto “Desarrollo de Español Lengua Extranjera como Industria Cultural”. Cód. 37155. Conv. IP-PAE 2006. ANPCYT.

Mattioli, E. y Demarchi, A. (2014): “Un acercamiento teórico-metodológico para la enseñanza de estrategias lingüísticas orientadas a la lectoescritura en el aula de Español como Lengua Extranjera y Disciplinar”. A. *Revista Itinerarios Educativos*. FHUC. Ediciones UNL.

El Péndulo Pintor

Almirón, Claudia Patricia

ISDICA (Instituto Superior en Disciplinas Industriales y Ciencias Agropecuarias),
Profesorado Secundario en Física,
Lamadrid 945, CP 3200, Concordia, Argentina.
claudiaalmiron@gmail.com

RESUMEN

El presente artículo refiere a una experiencia áulica que consistió en proponer a los estudiantes la construcción de un péndulo, con materiales accesibles y de uso cotidiano, que pintaba diferentes figuras sobre papel. Esta experiencia enmarcada dentro del Aprendizaje Basado en Problemas, propició la inmediata atención, motivación y disposición para el trabajo y el aprendizaje, comenzando de una manera desestructurada pero invitando a pensar científicamente en diferentes explicaciones, y obligando a argumentar cada idea al debatir con otros.

Palabras clave: Péndulo, experiencia, aprendizaje basado en problemas.

1. INTRODUCCIÓN

Esta propuesta se basó en presentar a los estudiantes “El Péndulo Pintor”, un experimento con materiales de usos cotidianos y accesibles, para introducirlos en el tema: Péndulos. Buscamos hacer reflexionar a los estudiantes sobre una situación problemática que tendrían que analizar desde distintos puntos de vista.

Siempre dentro del encuadre del aprendizaje basado en problemas (ABP), “en el que el interés estriba en fomentar el aprendizaje activo, aprender mediante la experiencia práctica y la reflexión, vincular el aprendizaje escolar a la vida real, desarrollar habilidades de pensamiento y toma de decisiones, así como ofrecer la posibilidad de integrar el conocimiento procedente de distintas disciplinas”. (Díaz Barriga, 2008)

Pretendemos que de lo que se observe, surjan preguntas, muchas preguntas, pero... “¿Qué hacemos con tanta pregunta suelta?, muy sencillo pero hartamente desafiante: acompañarlas, hacerlas crecer, idear experimentos para avanzar en la niebla, y sí,

generar nuevas preguntas” (D. Golombek, 2008).

Pensar científicamente requiere hacerse preguntas y explorar de manera sistemática pero al mismo tiempo, creativa y juguetona, el mundo que nos rodea. Implica poder imaginar explicaciones de cómo funcionan las cosas y buscar formas de ponerlas a prueba, pensando en otras interpretaciones posibles para lo que vemos y usando evidencias para dar sustento a nuestras ideas cuando debatimos con otros.

2. Marco Teórico

La experiencia del “Péndulo Pintor” se realizó luego de haber desarrollado clases sobre Movimiento Armónico Simple (MAS) y Péndulo Simple. Dado que el péndulo simple es un péndulo ideal o matemático, experimentamos con un caso de péndulo físico.

2.1. El péndulo simple

Un péndulo simple consiste en una masa puntual m en el extremo de un cordón sin masa de longitud L . Su movimiento es aproximadamente armónico simple si la

amplitud es lo bastante pequeña; entonces, la frecuencia angular ω en la ecuación (1), la frecuencia f en la ecuación (2) y el periodo T en la ecuación (3) dependen sólo de g y L , no de la masa ni de la amplitud.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (1)$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (2)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{f} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (3)$$

2.2.El péndulo físico

Si en el extremo de un hilo suspendido sujetamos un cuerpo cualquiera, habremos construido un péndulo físico. Por esto, todos los péndulos que se nos presentan (columnpios, péndulo de reloj, una lámpara suspendida, la plomada) son péndulos físicos.

Un péndulo físico es un cuerpo suspendido de un eje de rotación. La frecuencia angular ω (ecuación 4) y el periodo T (ecuación 5) para oscilaciones de amplitud pequeña son independientes de la amplitud, aunque dependen de la masa m , la distancia d del eje de rotación a su centro de gravedad, y del momento de inercia I con respecto al eje.

$$\omega = \sqrt{\frac{mgd}{I}} \quad (4)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgd}} \quad (5)$$

2.3.Oscilaciones amortiguadas

Una oscilación producida en un medio donde haya rozamiento, se va atenuando poco a poco. Esto quiere decir que la amplitud de la oscilación disminuye a medida que pasa el tiempo. Este proceso se conoce como amortiguación de la oscilación.

La amortiguación se debe a que la energía inicial de la vibración se va perdiendo por la fricción o rozamiento que presenta el medio.

Las características esenciales de las oscilaciones amortiguadas son:

- La amplitud de la oscilación disminuye con el tiempo.
- La energía del oscilador también disminuye, debido al trabajo de la fuerza (F_r) de rozamiento viscoso opuesta a la velocidad.

3. Desarrollo de la experiencia

Para realizar este trabajo, necesitamos un trozo de cuerda, una botella de plástico y pintura.

Se propuso a los estudiantes, reunidos en grupos de cuatro integrantes, construir un péndulo mediante el siguiente procedimiento:

1- Recortar la base de la botella de plástico y luego practicar un par de orificios cerca de la propia base para colgar la botella boca abajo.

2- Realizar un agujero pequeño en la tapa de la botella de plástico.

3- Con la botella y la cuerda construir el péndulo.

4- Llenar la botella con pintura, colocar un trozo de papel de diario debajo del péndulo y comenzar a dibujar.

5- Apartar el péndulo de la vertical y soltar la botella con un pequeño impulso lateral.

Se solicitó a los estudiantes que reprodujeran dibujos como el que se muestra en la Figura 1:

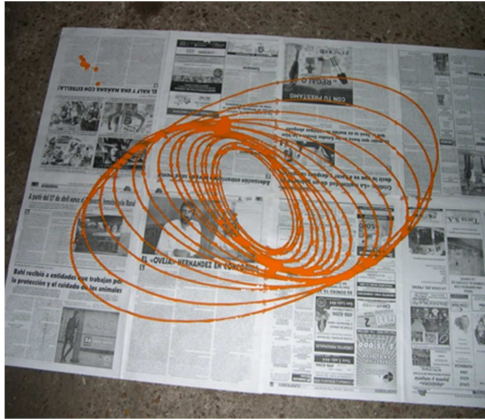


Figura 1. Imagen que se mostró como ejemplo.

También se desafió a introducir y experimentar con variantes para lograr otro tipo de figuras. Estas son algunas de las obtenidas:



Figura 2. Variante obtenida



Figura 3. Variante obtenida

Una vez realizados los dibujos, se solicitó que explicaran por qué los péndulos realizan estos dibujos.

Se guiaron las conclusiones hacia la tipificación de Péndulo Físico y sus características, y hacia la construcción de un nuevo concepto: “Oscilación Amortiguada”.

4. Resultados

La realización de esta experiencia despertó mucho interés, se logró la participación activa de todo el grupo de estudiantes, que proponían repetir e introducir variantes para lograr los diferentes diseños de los dibujos.

Se logró analizar que dependiendo de la longitud de las cuerdas y de la altura y disposición de los nudos se pueden obtener diferentes curvas (las llamadas figuras de Lissajous).

Se pudo hacer la referencia a las Figuras de Lissajous: Se trata de una serie de figuras descubiertas por un físico francés llamado Jules Antoine Lissajous, que empleaba sonidos de diferentes frecuencias para hacer vibrar un espejo. La luz reflejada en el espejo trazaba una curva que dependía de la frecuencia del sonido. Se obtienen de la suma de dos ondas perpendiculares. Una aplicación para estas figuras fue la de determinar la frecuencia de sonidos ó de señales de radio.

5. Conclusiones

Con materiales tan sencillos se logró captar la atención de los alumnos, despertar la motivación y relacionar conocimientos previos con los conceptos nuevos propuestos.

Lo primordial fue la “Curiosidad”, como motor para el aprendizaje. Las ansias de “saber” el POR QUÉ de las cosas y el CÓMO suceden y PARA QUÉ sirven.

Como docentes debemos ejercitarnos en la utilización de estrategias didácticas movilizadoras como las de Aprendizaje Basado en Problemas, por medio de problemas no estructurados y estimulantes, fomentando el aprendizaje activo, que permita a nuestros alumnos aprender mediante la experiencia práctica y la reflexión, desarrollando sus habilidades de pensamiento.

6. Referencias

Díaz Barriga, Frida (2005) *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*, México: McGraw Hill

Golombek, Diego (2008) *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*, Buenos Aires, Santillana.

Young, Hugh y otro (2009), *Física Universitaria*, Volumen 1 Decimosegunda edición, México: Pearson Educación.

Empleo de actividades curriculares en la formación matemática en carreras de ingeniería

Scardigli, Mónica; Aurucis, Patricia; Alvarez, Alicia; Cordón Carolina

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires

Medrano 951 CABA (1179) Argentina

mgs card@hotmail.com, piaurucis@gmail.com, ingaliciaalvarez@yahoo.com.ar, carocordon@gmail.com.

RESUMEN

En este artículo se presentan distintas actividades curriculares implementadas en algunos cursos correspondientes a asignaturas del área de matemática del primer nivel de las carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires. Para llevar adelante las distintas actividades planteadas de modelización, simulación y estudio de casos, los estudiantes trabajaron en grupos. El objeto de trabajar con esta metodología es que no sólo permite transferir los conocimientos ya adquiridos a situaciones nuevas, favoreciendo la comprensión de procesos matemáticos y no la simple repetición de rutinas, sino que representa un desafío motivador para los estudiantes. Así mismo, este tipo de situaciones problemáticas, facilita el desarrollo de la capacidad de trabajar en grupo e interactuar y propiciar en el estudiante la autogestión de su aprendizaje. Por otra parte, la defensa de las producciones realizadas por cada grupo, al ser individual permite constatar el grado de comprensión que cada estudiante manifestó respecto de la tarea elaborada.

Palabras clave: Aprendizaje significativo, matemática aplicada, trabajo en grupos.

1. Introducción

El diseño curricular de las carreras de ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional, si bien continúa con el esquema diferenciado entre Ciencias Básicas y Aplicadas, plantea la posibilidad de una nueva relación entre la teoría y la práctica, de modo tal que esta última no se reduzca a la simple aplicación de la teoría, sino que represente una fuente de conocimiento teórico. De esta forma la teoría está relacionada con la resolución de los problemas que se presentan en la práctica. Por cuanto consideramos que esta característica de los diseños curriculares constituye una innovación muy importante a la hora de plantear propuestas en la enseñanza de la ingeniería y nos permite trabajar centrados en la problematización, consideramos importante diseñar actividades en las asignaturas básicas: Álgebra y Geometría Analítica, Análisis Matemático y Probabilidad y Estadística con el objeto de presentarles a los alumnos del primer nivel de las carreras de ingeniería, desde asignaturas básicas del área de matemática, actividades que les permitan además de alcanzar las competencias de las respectivas asignaturas, adquirir una lógica similar a la requerida tanto en su futura labor

profesional como en el abordaje de las asignaturas de su especialidad.

2. Marco Teórico

Considerando la postura de Ausubel [1] que sostiene que todo nuevo aprendizaje significativo requiere conectarse, a un concepto ya existente en la estructura cognitiva del individuo que aprende; y en la reflexión de Bruner [2], según la cual el proceso de aprendizaje y la evaluación de sus resultados supone hacer conscientes los procesos mentales que se han utilizado, así como el uso de los conocimientos que se han movilizado y la evolución que han seguido a través del proceso de aprendizaje, consideramos que la reflexión continua sobre las estrategias que se van desplegando frente a la resolución de un problema constituye un proceso imprescindible para la adquisición de habilidades mentales duraderas que puedan transferirse a la solución de nuevas situaciones problemáticas.

Por otra parte, en las carreras de ingeniería recibimos alumnos que deben prepararse para mejorar las condiciones del medio ambiente que habitan, adaptarse a los cambios vertiginosos del siglo XXI y aprender a trabajar en equipo con profesionales tanto de su propia área como de

diversos campos del conocimiento, para llegar a las mejores y más eficientes soluciones, potenciando sus conocimientos con los de sus colegas.

Los estudiantes de ingeniería, ya desde los primeros años de la carrera, deberían trabajar en equipo con el objeto de propiciar la adquisición de ciertas competencias, tales como: la comprensión, la planificación, la indagación de diferentes estrategias, el intercambio de puntos de vista, etc.

Por otra parte, los estudiantes de ingeniería necesitan alcanzar la competencia de resolver problemas de la profesión, por esta razón es necesario desde las materias básicas plantear situaciones problemáticas que permitan a los estudiantes desarrollar estrategias similares a las que deberán desplegar en su futuro desempeño profesional.

En este contexto, durante el desarrollo de algunos proyectos de investigación hemos diseñado e implementado actividades curriculares aplicando las herramientas didácticas de modelización, simulaciones y estudio de casos.

Consideramos que el trabajo con este tipo de actividades propicia en el estudiante la adquisición de conocimientos significativos, ya que si bien para abordarlas deben aplicar algunos conocimientos previos, en el proceso de su resolución deben elaborar nuevas estrategias.

Respecto de la herramienta didáctica de modelización, Morten Blomhøj [3]: afirma que “un modelo matemático es una relación entre ciertos objetos matemáticos y sus conexiones por un lado, y por el otro, una situación o fenómeno de naturaleza no matemática.”

Algunos autores consideran a la modelización matemática, como una práctica de enseñanza, ya que según esa concepción la relación entre el mundo real y la matemática pasan a ser el centro de la enseñanza y el aprendizaje. De esta manera las actividades de modelización pueden motivar el proceso de aprendizaje y ayudar al estudiante a ampliar su entramado cognitivo y construir los conceptos matemáticos.

Respecto de las actividades de simulación, utilizando los software libres Geogebra y WxMaxima, se han diseñado actividades de visualización para abordar diversos problemas geométricos. La utilización de simuladores permite por un lado observar, mediante la variación de parámetros, los cambios manifestados en una misma representación gráfica, y por otro lado,

permite optimizar el tiempo de visualización de los procesos involucrados en cada representación.

En este sentido, como señala Perkins [4], “Sólo es posible retener, comprender y usar activamente el conocimiento mediante experiencias de aprendizaje en las que los alumnos reflexionen sobre lo que están aprendiendo y con lo que están aprendiendo”.

Por su parte, la metodología del trabajo con estudios de casos, si bien se ha iniciado en el campo del derecho, en la actualidad se la utiliza como herramienta didáctica en distintas asignaturas.

Los casos son narraciones que describen una situación real o hipotética y que nos presentan un dilema. Como sostiene Selma Wassermann [5]: “al enfrentar problemas complejos, los personajes de los casos luchan con variables que los confunden y les hacen desear que hubiera respuestas fáciles. Estos son los << anzuelos>>: los asuntos inacabados con que <<terminan>> los casos. El dilema que el caso plantea es la fuerza que mueve las discusiones animadas”. Al respecto, Edith Litwin [6] señala que: “el caso es una herramienta o un instrumento para la enseñanza de un tema. La forma que adopta es una narración, esto es, un relato en el que se cuenta una historia, que describe como aconteció un suceso”.

3. Desarrollo del trabajo

Antes de trabajar con las herramientas didácticas mencionadas, se les ha pedido a los estudiantes de los cursos de Análisis Matemático I y Álgebra y Geometría Analítica correspondientes a los docentes que integran el Proyecto de Investigación, que completen el cuestionario de la Figura 1.

Asignatura:	Curso:
Especialidad:	Turno:
¿Está interesado en participar en actividades organizadas por la cátedra?	
Si ☐	No ☐
En caso afirmativo	
¿Qué actividad más le gustaría desarrollar?	
Estudio de casos ☐	Simulación ☐
Modelización ☐	

Figura 1: Encuesta a estudiantes

Respecto de participar en actividades organizadas por la cátedra de Análisis Matemático I, el 72 % está interesado, en la Figura 2 se muestran los resultados.

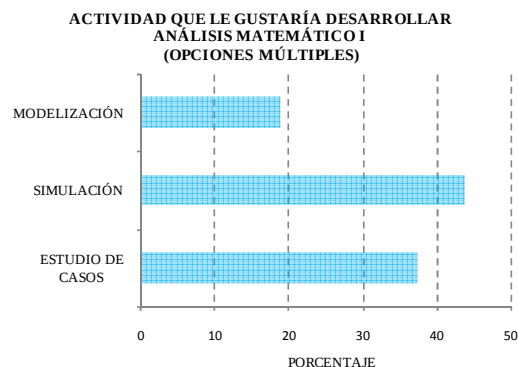


Figura 2: Resultados de Análisis Matemático I

Respecto de participar en actividades organizadas por la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica, el 57 % manifiestan estar interesados, en la Figura 3 se muestran cuáles fueron las preferencias.

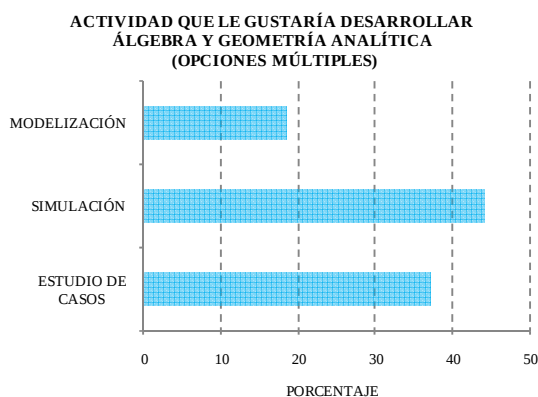


Figura 3: Resultados de Álgebra y Geometría Analítica

En función de los resultados obtenidos, la propuesta consistió en presentarles a los estudiantes diversas situaciones problemáticas de modelización, simulación y de estudio de casos, que debían resolver en forma grupal y con una defensa individual. Tanto en el seguimiento del trabajo de cada grupo como en la instancia de defensa individual se realizaron las devoluciones respectivas en un lenguaje accesible y tendiente a propiciar un espacio de diálogo con el estudiante, con el objeto de que el alumno comprenda los cambios que necesitaba realizar para mejorar sus producciones, tanto escritas como orales.

Los alumnos integraron sus propios equipos para discutir y resolver la situación problemática planteada. Por un lado, el trabajo en equipo permitió al docente observar el rol que cada estudiante desempeñaba en el grupo de discusión y al estudiante expresar sus puntos de vista respecto del problema planteado y cotejarlo con el de sus compañeros de equipo.

En este sentido, consideramos importante utilizar la herramienta de trabajo en grupos en el proceso de evaluación formativa. Al respecto Alicia Camilloni [7] señala que: "En los trabajos grupales, los alumnos deben resolver situaciones problema en ejercicio de su autonomía y se hacen responsables por su aprendizaje. Sus decisiones son puestas a prueba de manera continua, por lo que la evaluación no se limita al momento final en el que se presentan los resultados, sino que está entramada en el transcurso del proceso de elaboración del trabajo".

Por otra parte, la defensa del trabajo elaborado por el grupo, al ser individual, permitió guiar a cada estudiante para que mejore el modo de expresarse en forma oral en matemática y constatar el grado de comprensión que cada integrante del equipo manifestó respecto de la tarea elaborada.

4. Discusión

El objeto de presentar este tipo de situaciones problemáticas, es que los estudiantes puedan adquirir destreza en la resolución de problemas, la elección de modelos adecuados, el manejo algebraico que requiere su resolución y la verificación de resultados por medio del uso de software matemático.

Al trabajar con el estudio de casos los participantes del PID advertimos que ese tratamiento requería una mayor profundidad por

cuanto la actividad de diseño de un caso que resulte atractivo para los estudiantes y en cuyo abordaje se utilicen conceptos de la asignatura en cuestión, no es una tarea simple. Por esta razón en un siguiente PID nos dedicamos exclusivamente al trabajo con la herramienta didáctica del estudio de casos.

Por otra parte, al implementar las actividades diseñadas hemos podido observar que a pesar de que nuestros estudiantes, en su mayoría, son nativos informáticos, no manejan adecuadamente los recursos informáticos requeridos tanto para la presentación, como para la corroboración de los resultados obtenidos. Por esta razón se han diseñado actividades remediales con el objeto de que los alumnos adquieran habilidades para manejar diversos software matemáticos.

5. Conclusión

Como describe Michele Artigue. [8] :“...en un mundo donde la imagen de la ciencia se ha degradado fuertemente, donde ya no se asocian sistemáticamente el desarrollo del conocimiento científico y el progreso, y donde los estudios científicos atraen cada vez menos a los estudiantes” consideramos que, el trabajar con este tipo de propuestas didácticas, permite que los estudiantes se inicien en las prácticas discursivas y en el pensamiento propios de cada disciplina y de esta manera, propicia que cada cátedra invite a los estudiantes a ingresar a la cultura propia de la asignatura que enseña, y de esta manera, lograr que los alumnos “puedan reconstruir el sistema de nociones y métodos de un campo de estudio, a través de participar en las prácticas de lectura, escritura y pensamiento propios de éste”, como señala Carlino. [9].

Por otra parte, los estudiantes de ingeniería necesitan alcanzar la competencia de resolver los problemas de la profesión, para lograrlo deberían interpretar, construir y usar representaciones de los hechos o modelos, cuyo estudio se inicia con las ciencias básicas.

En este sentido, consideramos que, ya desde los primeros años de la carrera, el estudiante podría trabajar con algunas situaciones problemáticas que involucren además de la matemática otras disciplinas y que le permitan valorar la resolución de los problemas planteados como una forma de acercarse a la metodología de su futuro trabajo profesional. Como expresamos en proyectos

anteriores, no se trata de que el alumno logre una simple aplicación de la teoría a algunos problemas tipo, sino que la práctica se constituya en una fuente de conocimiento teórico, de esta forma la teoría está comprometida con la resolución de problemas que se presentan en situaciones concretas de la práctica. A partir de la presentación de este tipo de actividades pretendemos afianzar la teoría de la currícula de algunas de las materias básicas a través de la presentación de problemas de aplicación. Esta propuesta nos permite en las materias homogéneas: Análisis Matemático I y Álgebra y Geometría Analítica y Probabilidad y Estadística, brindar un ámbito de formación basado en la problematización.

En ese mismo sentido, consideramos que, el aprendizaje de las asignaturas básicas de matemática no debería reducirse a una mera aplicación de reglas o algoritmos sino incorporar al aprehender el significado de las ideas matemáticas y el desarrollo de estrategias y formas de pensar consistentes con el quehacer matemático.

Los resultados de esta investigación podrán ser utilizados por los integrantes del proyecto, los docentes de las cátedras y por la comunidad universitaria mediante publicaciones en conferencias, jornadas o congresos en los que se trate esta temática.

Finalmente, cabe destacar que, durante el desarrollo del proyecto, debido a que una característica de los problemas reales es que difícilmente pueden ser abordados por una sola disciplina, se evidenció la necesidad de profundizar en el empleo de recursos didácticos que involucren además de la matemática otras disciplinas, por esta razón próximamente trabajaremos diseñando actividades interdisciplinarias, desarrollando problemas de aplicación que permitan conectar distintas disciplinas y que generen en el alumno un compromiso mayor al de aprender la teoría sólo para lograr la acreditación. A partir de la generación de verdaderos problemas propendemos, desde asignaturas de Ciencias Básicas, a mejorar la formación de los alumnos y las capacidades requeridas para su futuro desarrollo profesional.

6. Referencias

- [1] D.P.Ausubel. ” Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva”, Barcelona, España. Paidós.2002

- [2] J. Bruner. "Acts of Meaning", Cambridge, MA: Harvard University Press.1990
- [3] M. Blomhøj, y J. Højgaard . "Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning". Teachingmathematics and its applications 22. pp21.2003.
- [4] D.Perkins. "La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente". Gedisea. Barcelona. pp 21. 1999
- [5] S. Wassermann. "El Estudio de Casos como Método de Enseñanza". Amorrortu editores. Buenos Aires. Madrid . pp. 77. 2006
- [6] E. Litwin." El oficio de enseñar". Paidós. Buenos Aires, pp. 94- 98 .2009.
- [7] A.Camilloni. G. Cappelletti, J.Hoffmann,R.Katzkowicz y L. Lopez, "La evaluación significativa", Paidós. Buenos Aires.pp 152. 2010
- [8] C. Parro. I. Sainz (comp.). "Didáctica de Matemáticas. Aportes y Reflexiones". Paidós. Ecuador. Buenos Aires. Colombia. Pp 12. 1997.
- [9] P. Carlino" Escribir, leer y aprender en la universidad". Fondo de Cultura Económico. Buenos Aires. Argentina. pp. 13 .2005.

Empleo de actividades curriculares en la formación matemática en carreras de ingeniería

Scardigli, Mónica; Aurucis, Patricia; Alvarez, Alicia; Cordón Carolina

Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires

Medrano 951 CABA (1179) Argentina

mgs card@hotmail.com, piaurucis@gmail.com, ingaliciaalvarez@yahoo.com.ar, carocordon@gmail.com.

RESUMEN

En este artículo se presentan distintas actividades curriculares implementadas en algunos cursos correspondientes a asignaturas del área de matemática del primer nivel de las carreras de ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires. Para llevar adelante las distintas actividades planteadas de modelización, simulación y estudio de casos, los estudiantes trabajaron en grupos. El objeto de trabajar con esta metodología es que no sólo permite transferir los conocimientos ya adquiridos a situaciones nuevas, favoreciendo la comprensión de procesos matemáticos y no la simple repetición de rutinas, sino que representa un desafío motivador para los estudiantes. Así mismo, este tipo de situaciones problemáticas, facilita el desarrollo de la capacidad de trabajar en grupo e interactuar y propiciar en el estudiante la autogestión de su aprendizaje. Por otra parte, la defensa de las producciones realizadas por cada grupo, al ser individual permite constatar el grado de comprensión que cada estudiante manifestó respecto de la tarea elaborada.

Palabras clave: Aprendizaje significativo, matemática aplicada, trabajo en grupos.

1. Introducción

El diseño curricular de las carreras de ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional, si bien continúa con el esquema diferenciado entre Ciencias Básicas y Aplicadas, plantea la posibilidad de una nueva relación entre la teoría y la práctica, de modo tal que esta última no se reduzca a la simple aplicación de la teoría, sino que represente una fuente de conocimiento teórico. De esta forma la teoría está relacionada con la resolución de los problemas que se presentan en la práctica. Por cuanto consideramos que esta característica de los diseños curriculares constituye una innovación muy importante a la hora de plantear propuestas en la enseñanza de la ingeniería y nos permite trabajar centrados en la problematización, consideramos importante diseñar actividades en las asignaturas básicas: Álgebra y Geometría Analítica, Análisis Matemático y Probabilidad y Estadística con el objeto de presentarles a los alumnos del primer nivel de las carreras de ingeniería, desde asignaturas básicas del área de matemática, actividades que les permitan además de alcanzar las competencias de las respectivas asignaturas, adquirir una lógica similar a la requerida tanto en su futura labor

profesional como en el abordaje de las asignaturas de su especialidad.

2. Marco Teórico

Considerando la postura de Ausubel [1] que sostiene que todo nuevo aprendizaje significativo requiere conectarse, a un concepto ya existente en la estructura cognitiva del individuo que aprende; y en la reflexión de Bruner [2], según la cual el proceso de aprendizaje y la evaluación de sus resultados supone hacer conscientes los procesos mentales que se han utilizado, así como el uso de los conocimientos que se han movilizado y la evolución que han seguido a través del proceso de aprendizaje, consideramos que la reflexión continua sobre las estrategias que se van desplegando frente a la resolución de un problema constituye un proceso imprescindible para la adquisición de habilidades mentales duraderas que puedan transferirse a la solución de nuevas situaciones problemáticas.

Por otra parte, en las carreras de ingeniería recibimos alumnos que deben prepararse para mejorar las condiciones del medio ambiente que habitan, adaptarse a los cambios vertiginosos del siglo XXI y aprender a trabajar en equipo con profesionales tanto de su propia área como de

diversos campos del conocimiento, para llegar a las mejores y más eficientes soluciones, potenciando sus conocimientos con los de sus colegas.

Los estudiantes de ingeniería, ya desde los primeros años de la carrera, deberían trabajar en equipo con el objeto de propiciar la adquisición de ciertas competencias, tales como: la comprensión, la planificación, la indagación de diferentes estrategias, el intercambio de puntos de vista, etc.

Por otra parte, los estudiantes de ingeniería necesitan alcanzar la competencia de resolver problemas de la profesión, por esta razón es necesario desde las materias básicas plantear situaciones problemáticas que permitan a los estudiantes desarrollar estrategias similares a las que deberán desplegar en su futuro desempeño profesional.

En este contexto, durante el desarrollo de algunos proyectos de investigación hemos diseñado e implementado actividades curriculares aplicando las herramientas didácticas de modelización, simulaciones y estudio de casos.

Consideramos que el trabajo con este tipo de actividades propicia en el estudiante la adquisición de conocimientos significativos, ya que si bien para abordarlas deben aplicar algunos conocimientos previos, en el proceso de su resolución deben elaborar nuevas estrategias.

Respecto de la herramienta didáctica de modelización, Morten Blomhøj [3]: afirma que “un modelo matemático es una relación entre ciertos objetos matemáticos y sus conexiones por un lado, y por el otro, una situación o fenómeno de naturaleza no matemática.”

Algunos autores consideran a la modelización matemática, como una práctica de enseñanza, ya que según esa concepción la relación entre el mundo real y la matemática pasan a ser el centro de la enseñanza y el aprendizaje. De esta manera las actividades de modelización pueden motivar el proceso de aprendizaje y ayudar al estudiante a ampliar su entramado cognitivo y construir los conceptos matemáticos.

Respecto de las actividades de simulación, utilizando los software libres Geogebra y WxMaxima, se han diseñado actividades de visualización para abordar diversos problemas geométricos. La utilización de simuladores permite por un lado observar, mediante la variación de parámetros, los cambios manifestados en una misma representación gráfica, y por otro lado,

permite optimizar el tiempo de visualización de los procesos involucrados en cada representación.

En este sentido, como señala Perkins [4], “Sólo es posible retener, comprender y usar activamente el conocimiento mediante experiencias de aprendizaje en las que los alumnos reflexionen sobre lo que están aprendiendo y con lo que están aprendiendo”.

Por su parte, la metodología del trabajo con estudios de casos, si bien se ha iniciado en el campo del derecho, en la actualidad se la utiliza como herramienta didáctica en distintas asignaturas.

Los casos son narraciones que describen una situación real o hipotética y que nos presentan un dilema. Como sostiene Selma Wassermann [5]: “al enfrentar problemas complejos, los personajes de los casos luchan con variables que los confunden y les hacen desear que hubiera respuestas fáciles. Estos son los << anzuelos>>: los asuntos inacabados con que <<terminan>> los casos. El dilema que el caso plantea es la fuerza que mueve las discusiones animadas”. Al respecto, Edith Litwin [6] señala que: “el caso es una herramienta o un instrumento para la enseñanza de un tema. La forma que adopta es una narración, esto es, un relato en el que se cuenta una historia, que describe como aconteció un suceso”.

3. Desarrollo del trabajo

Antes de trabajar con las herramientas didácticas mencionadas, se les ha pedido a los estudiantes de los cursos de Análisis Matemático I y Álgebra y Geometría Analítica correspondientes a los docentes que integran el Proyecto de Investigación, que completen el cuestionario de la Figura 1.

Asignatura:	Curso:
Especialidad:	Turno:
¿Está interesado en participar en actividades organizadas por la cátedra?	
Si ☐	No ☐
En caso afirmativo	
¿Qué actividad más le gustaría desarrollar?	
Estudio de casos ☐	Simulación ☐
Modelización ☐	

Figura 1: Encuesta a estudiantes

Respecto de participar en actividades organizadas por la cátedra de Análisis Matemático I, el 72 % está interesado, en la Figura 2 se muestran los resultados.

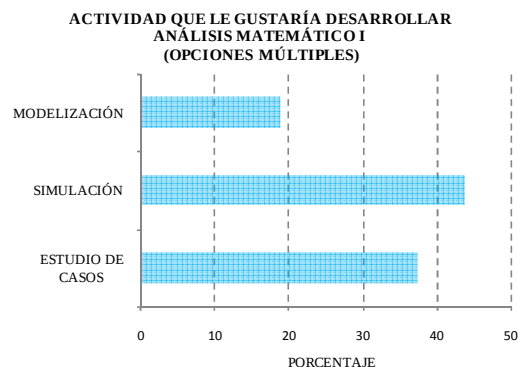


Figura 2: Resultados de Análisis Matemático I

Respecto de participar en actividades organizadas por la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica, el 57 % manifiestan estar interesados, en la Figura 3 se muestran cuáles fueron las preferencias.

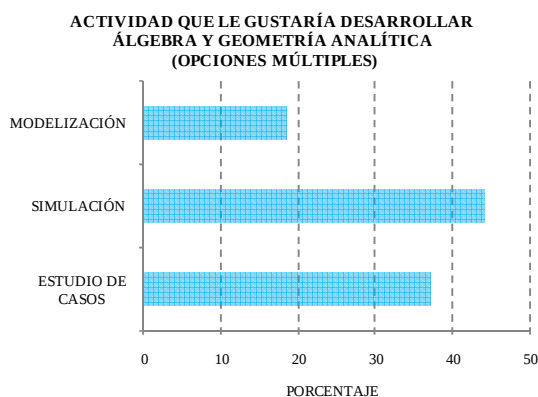


Figura 3: Resultados de Álgebra y Geometría Analítica

En función de los resultados obtenidos, la propuesta consistió en presentarles a los estudiantes diversas situaciones problemáticas de modelización, simulación y de estudio de casos, que debían resolver en forma grupal y con una defensa individual. Tanto en el seguimiento del trabajo de cada grupo como en la instancia de defensa individual se realizaron las devoluciones respectivas en un lenguaje accesible y tendiente a propiciar un espacio de diálogo con el estudiante, con el objeto de que el alumno comprenda los cambios que necesitaba realizar para mejorar sus producciones, tanto escritas como orales.

Los alumnos integraron sus propios equipos para discutir y resolver la situación problemática planteada. Por un lado, el trabajo en equipo permitió al docente observar el rol que cada estudiante desempeñaba en el grupo de discusión y al estudiante expresar sus puntos de vista respecto del problema planteado y cotejarlo con el de sus compañeros de equipo.

En este sentido, consideramos importante utilizar la herramienta de trabajo en grupos en el proceso de evaluación formativa. Al respecto Alicia Camilloni [7] señala que: "En los trabajos grupales, los alumnos deben resolver situaciones problema en ejercicio de su autonomía y se hacen responsables por su aprendizaje. Sus decisiones son puestas a prueba de manera continua, por lo que la evaluación no se limita al momento final en el que se presentan los resultados, sino que está entramada en el transcurso del proceso de elaboración del trabajo".

Por otra parte, la defensa del trabajo elaborado por el grupo, al ser individual, permitió guiar a cada estudiante para que mejore el modo de expresarse en forma oral en matemática y constatar el grado de comprensión que cada integrante del equipo manifestó respecto de la tarea elaborada.

4. Discusión

El objeto de presentar este tipo de situaciones problemáticas, es que los estudiantes puedan adquirir destreza en la resolución de problemas, la elección de modelos adecuados, el manejo algebraico que requiere su resolución y la verificación de resultados por medio del uso de software matemático.

Al trabajar con el estudio de casos los participantes del PID advertimos que ese tratamiento requería una mayor profundidad por

cuanto la actividad de diseño de un caso que resulte atractivo para los estudiantes y en cuyo abordaje se utilicen conceptos de la asignatura en cuestión, no es una tarea simple. Por esta razón en un siguiente PID nos dedicamos exclusivamente al trabajo con la herramienta didáctica del estudio de casos.

Por otra parte, al implementar las actividades diseñadas hemos podido observar que a pesar de que nuestros estudiantes, en su mayoría, son nativos informáticos, no manejan adecuadamente los recursos informáticos requeridos tanto para la presentación, como para la corroboración de los resultados obtenidos. Por esta razón se han diseñado actividades remediales con el objeto de que los alumnos adquieran habilidades para manejar diversos software matemáticos.

5. Conclusión

Como describe Michele Artigue. [8] :“...en un mundo donde la imagen de la ciencia se ha degradado fuertemente, donde ya no se asocian sistemáticamente el desarrollo del conocimiento científico y el progreso, y donde los estudios científicos atraen cada vez menos a los estudiantes” consideramos que, el trabajar con este tipo de propuestas didácticas, permite que los estudiantes se inicien en las prácticas discursivas y en el pensamiento propios de cada disciplina y de esta manera, propicia que cada cátedra invite a los estudiantes a ingresar a la cultura propia de la asignatura que enseña, y de esta manera, lograr que los alumnos “puedan reconstruir el sistema de nociones y métodos de un campo de estudio, a través de participar en las prácticas de lectura, escritura y pensamiento propios de éste”, como señala Carlino. [9].

Por otra parte, los estudiantes de ingeniería necesitan alcanzar la competencia de resolver los problemas de la profesión, para lograrlo deberían interpretar, construir y usar representaciones de los hechos o modelos, cuyo estudio se inicia con las ciencias básicas.

En este sentido, consideramos que, ya desde los primeros años de la carrera, el estudiante podría trabajar con algunas situaciones problemáticas que involucren además de la matemática otras disciplinas y que le permitan valorar la resolución de los problemas planteados como una forma de acercarse a la metodología de su futuro trabajo profesional. Como expresamos en proyectos

anteriores, no se trata de que el alumno logre una simple aplicación de la teoría a algunos problemas tipo, sino que la práctica se constituya en una fuente de conocimiento teórico, de esta forma la teoría está comprometida con la resolución de problemas que se presentan en situaciones concretas de la práctica. A partir de la presentación de este tipo de actividades pretendemos afianzar la teoría de la currícula de algunas de las materias básicas a través de la presentación de problemas de aplicación. Esta propuesta nos permite en las materias homogéneas: Análisis Matemático I y Álgebra y Geometría Analítica y Probabilidad y Estadística, brindar un ámbito de formación basado en la problematización.

En ese mismo sentido, consideramos que, el aprendizaje de las asignaturas básicas de matemática no debería reducirse a una mera aplicación de reglas o algoritmos sino incorporar al aprehender el significado de las ideas matemáticas y el desarrollo de estrategias y formas de pensar consistentes con el quehacer matemático.

Los resultados de esta investigación podrán ser utilizados por los integrantes del proyecto, los docentes de las cátedras y por la comunidad universitaria mediante publicaciones en conferencias, jornadas o congresos en los que se trate esta temática.

Finalmente, cabe destacar que, durante el desarrollo del proyecto, debido a que una característica de los problemas reales es que difícilmente pueden ser abordados por una sola disciplina, se evidenció la necesidad de profundizar en el empleo de recursos didácticos que involucren además de la matemática otras disciplinas, por esta razón próximamente trabajaremos diseñando actividades interdisciplinarias, desarrollando problemas de aplicación que permitan conectar distintas disciplinas y que generen en el alumno un compromiso mayor al de aprender la teoría sólo para lograr la acreditación. A partir de la generación de verdaderos problemas propendemos, desde asignaturas de Ciencias Básicas, a mejorar la formación de los alumnos y las capacidades requeridas para su futuro desarrollo profesional.

6. Referencias

- [1] D.P.Ausubel. ” Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva”, Barcelona, España. Paidós.2002

- [2] J. Bruner. "Acts of Meaning", Cambridge, MA: Harvard University Press.1990
- [3] M. Blomhøj, y J. Højgaard . "Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning". Teachingmathematics and its applications 22. pp21.2003.
- [4] D.Perkins. "La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente". Gedisea. Barcelona. pp 21. 1999
- [5] S. Wassermann. "El Estudio de Casos como Método de Enseñanza". Amorrortu editores. Buenos Aires. Madrid . pp. 77. 2006
- [6] E. Litwin." El oficio de enseñar". Paidós. Buenos Aires, pp. 94- 98 .2009.
- [7] A.Camilloni. G. Cappelletti, J.Hoffmann,R.Katzkowicz y L. Lopez, "La evaluación significativa", Paidós. Buenos Aires.pp 152. 2010
- [8] C. Parro. I. Sainz (comp.). "Didáctica de Matemáticas. Aportes y Reflexiones". Paidós. Ecuador. Buenos Aires. Colombia. Pp 12. 1997.
- [9] P. Carlino" Escribir, leer y aprender en la universidad". Fondo de Cultura Económico. Buenos Aires. Argentina. pp. 13 .2005.

Estrategia didáctica para la enseñanza del Teorema de Thales aplicado a la construcción de escalas termométricas arbitrarias.

Lic. Grinman, Gabriela – Prof. Sogari, Jorge

E.E.T N° 2 “Pbro. J. M. Colombo”

9 de Julio 195, Gualeguaychú, Argentina

Gabriela.grinman@gmail.com – j_sogari@yahoo.com.ar

RESUMEN

El presente trabajo aborda un proyecto interdisciplinario entre las asignaturas matemática – fisicoquímica que consiste en construir un termómetro de escala arbitraria para medir temperaturas y establecer equivalencias, aplicando conceptos matemáticos como Teorema de Thales, función lineal y sistemas de ecuaciones en un tercer año del C.B.C. ya que se observa que a los estudiantes les cuesta comprender, que los contenidos que aprenden en una materia son los que aplican en otras y, por otra parte, siempre reclaman saber para qué les sirve aquello que están estudiando.

La metodología de trabajo es aula – laboratorio, es decir, se estudian los contenidos teóricos- de matemática y física- a la vez que se va construyendo el termómetro de escala arbitraria, que permitirá su utilización en problemas concretos como el de medir temperaturas y encontrar equivalencias.

En cuanto a los resultados, se observa un gran interés por parte de los estudiantes, mayor rendimiento académico comparado con estudiantes que no han realizado la misma experiencia, se aprecia entusiasmo por investigar solicitando que se realicen más a menudo estas actividades. Se propone el seguimiento a los estudiantes para cuando cursen Física en el Ciclo Superior y deban aplicar lo aprendido en ambas asignaturas.

Palabras clave: termometría, Thales, enseñanza y aprendizaje

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de que la matemática y la física son muy necesarias en todos los ámbitos de la vida, sobre todo en la vida de futuros técnicos, se observa un alto índice de fracaso escolar en ambas asignaturas como así también falta de interés por parte de los estudiantes.

La aparición de estas actitudes, sumado a la observación de que los alumnos no pueden aplicar contenidos de una disciplina en otra, que no conectan lo que aprenden, por lo cual no lo apprehenden, es que se ideó un proyecto interdisciplinario basado en los resultados de investigaciones anteriores sobre esta problemática.

Tal como lo señala Gimenez Font (2015) [4] uno de los principales problemas del fracaso escolar es la compartimentación en la enseñanza de la matemática, él nos señala una “integración constructiva” donde se considera que el hombre

aprende más construyendo que deduciendo y para una escuela de carácter técnico este hecho es fundamental.

Godino, J.D. Batanero, C. Font, V. (2003) [5] por su parte, en *Fundamentos del Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas* hace hincapié en la conexión de las ideas matemáticas y sus aplicaciones versus una matemática como cuerpo aislado de conceptos y procedimientos.

Flores – García, Chavez – Pierce, Luna – González, González – Quesada, González – Demoss y Hernández – Palacios (2008) [3] en su trabajo “el aprendizaje de la física y la matemática en contexto” concluyeron que la interacción del sujeto con el objeto de conocimiento en un plano de representación real, no solo genera un efecto positivo actitudinal sino que se espera en el alumno un desarrollo cognitivo que es el nivel de aprendizaje más difícil de lograr.

Con el objetivo de mejorar el rendimiento de los estudiantes en ambas asignaturas, como así

también la motivación de los mismos, se idea este proyecto interdisciplinario donde se combina el trabajo de aula con laboratorio, permitiendo construir un termómetro de escala propia a partir de los conceptos matemáticos y físicos desarrollados en las clases, utilizándolo para efectuar mediciones en dicha escala y calcular equivalencias a partir del modelo lineal o bien, encontrando valores para los que su escala se iguale con las conocidas a partir de la modelización con sistemas de ecuaciones.

2. Marco Teórico

2.1. Integración curricular: matemática - física

Gimenez Font (2015) [4] sostiene que la enseñanza de la matemática topa con cuatro dificultades:

- Abstracción
- Simbología
- Postulados
- Compartimentación

Señala que estudios recientes comprobaron que atacando la última de ellas, la compartimentación, se pueden resolver sencillamente las demás.

Es por ello que no es posible impartir las matemáticas aisladas del resto de las ciencias si se pretende un aprendizaje significativo, ya que es lo que impide reconocerlas cuando deben ser utilizadas.

También sostiene que el ser humano aprende más construyendo que deduciendo. Explica que el cerebro humano está preparado para identificar patrones, que son caracterizados mediante aproximaciones sucesivas.

Siguiendo la didáctica que propone Godino, Batanero, Font (2003) [5], de enseñar matemática a partir de la resolución de problemas y de la modelización, es respetar la génesis histórica de las matemáticas. Resalta que algunos conocimientos matemáticos permiten modelizar y resolver problemas de otros campos como así también problemas no estrictamente matemáticos,

proporcionan la base intuitiva sobre la que se elaboran nuevos conocimientos matemáticos.

Los autores hacen hincapié y es otra de las bases en la que se sostiene el proyecto en la “conexión matemática”. Aquí ellos explican lo fundamental de conectar las ideas matemáticas entre sí con aplicaciones a otras áreas, considerando que de esta manera la comprensión es más profunda y duradera.

El rol del docente es fundamental ya que, según los autores, los estudiantes aprenden de las experiencias que les proporcionan sus docentes. “La comprensión de las matemáticas, por parte de los estudiantes, su capacidad para usarlas en la resolución de problemas, y su confianza y buena disposición hacia las matemáticas están condicionadas por la enseñanza que encuentran en la escuela”¹

Destacan también la implementación de una dialéctica compleja entre los distintos tipos de símbolos y materiales que promuevan la actividad reflexiva de los alumnos ya que se pueden caer en dos posiciones extremas que son: el formalismo y el empirismo.

El primero, es el uso exclusivo de símbolos formales, perdiendo la conexión con las situaciones-problemas. El segundo, es el uso abusivo de material tangible lo cual desemboca en falta de conexión con la actividad de generalización y abstracción.

Otro soporte teórico fundamental para este proyecto está basado en un artículo de Chevallard, I. (2014) [1] titulado “los números no muerden” en el cual él nos habla de desmatematizar las matemáticas, en construir el currículo de matemática en función de las necesidades que están pero la gente no las conoce. “*Se trata de responder a las necesidades, no a las demandas, porque no hay demanda. Son necesidades que la gente ignora que se tienen. Hay que aprender a pensar esas necesidades, y eso significa no*

¹ Godino, J. D. Batanero, C. Font, V. (2003). Fundamentos del Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas. Departamento de Didáctica de las Matemáticas. Universidad de Granada. ISBN: 84-932510-6-2. [155 páginas; 2,6 MB] (Recuperable en, <http://www.ugr.es/local/jgodino/>)

*presentar una matemática que está por afuera de la realidad de la gente sino encontrar en la realidad de la gente los momentos en que la matemática entra”.*²

Basados en estas estrategias didácticas que se describen en el marco teórico, se espera que los alumnos adquieran un conocimiento más amplio y completo de proporcionalidad, función lineal y sistemas de ecuaciones, como así también, conceptos fundamentales desde la física como son: calor, temperaturas, termómetros, escalas termométricas.

3. Desarrollo del trabajo

En la primera etapa del proyecto se trabajó sobre el concepto de proporcionalidad dentro de un contexto matemático con aplicaciones a la física. El concepto de proporcionalidad, más específicamente el de proporcionalidad geométrica: Teorema de Thales, es particularmente útil para comprender las equivalencias entre las distintas escalas termométricas.

El problema que se presentó en primer lugar fue: obtener a cuántos grados Fahrenheit equivalen 20°C.

Para ello se los hizo investigar sobre puntos fijos de un termómetro.

A partir de allí, se les explicó, cómo obtener la temperatura en grados Celsius a partir de la aplicación del Teorema de Thales.

Aplicando Teorema de Thales:

$$\begin{aligned}\frac{20}{100} &= \frac{T_f - 32}{180} \\ \frac{180}{100} \cdot 20 &= T_f - 32 \\ \frac{9}{5} \cdot 20 + 32 &= T_f \\ 68 &= T_f\end{aligned}$$

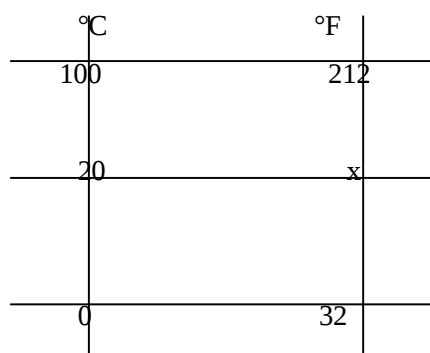


Figura 1

Posteriormente la experiencia continuó en el laboratorio, con una primera clase explicativa de los conceptos físicos más importantes: calor, temperatura, diferencia entre calor y temperatura, termómetros, tipos de termómetros, escalas termométricas.

En una segunda visita al laboratorio, los alumnos comenzaron la construcción de su termómetro con escala propia, la cual seleccionaron teniendo en cuenta criterios de divisibilidad, guiados por la docente, de manera tal de obtener expresiones algebraicas sencillas a la hora de escribir la relación entre su escala y la Celsius.



Imagen 1

² Chevallard, I. (2014). “Los números no muerden”. Página 12. Ciencia. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/ciencia/19-245660-2014-05-07.html>



Imagen 2

Una vez realizada su invención, el paso siguiente fue comenzar a probarla midiendo la temperatura ambiente, obteniendo el valor en la escala propia y posteriormente comparando la medición con un termómetro graduado en escala Celsius.

Luego en el aula, se retomó el concepto de Teorema de Thales, se aplicó para obtener de manera analítica, los resultados obtenidos experimentalmente en el laboratorio.

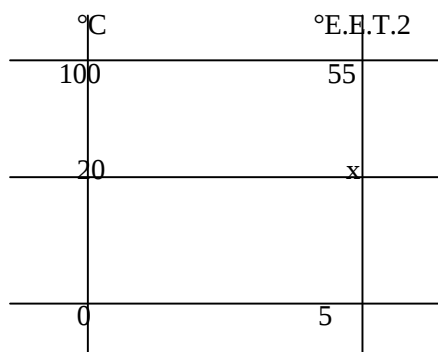


Figura 2

Aplicando Teorema de Thales:

$$\begin{aligned}\frac{20}{100} &= \frac{T_{EET2} - 5}{55} \\ \frac{50}{100} \cdot 20 &= T_{EET2} - 5 \\ \frac{1}{2} \cdot 20 + 5 &= T_{EET2} \\ 15 &= T_{EET2}\end{aligned}$$

También, guiados por la docente, obtuvieron la fórmula que relaciona ambas escalas. Para analizar qué tipo de función es dicha relación, se utilizó GEOGEBRA. Este fue el disparador para trabajar el concepto de función lineal. (Gráfico 1)

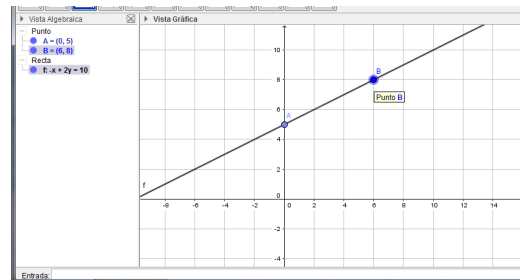


Gráfico 1

Permitió estudiar el concepto de pendiente, ordenada al origen, crecimiento, puntos pertenecientes a la función, variabilidad, ecuación de la recta en forma explícita e implícita.

Finalmente, una vez estudiada la función lineal, se introdujo el problema de encontrar, un valor de temperatura para el cual ambas escalas midieran lo mismo. Este fue el disparador del estudio de sistemas de ecuaciones. (Gráfico 2)

$$T_c = T_{EET2}$$

$$T_{EET2} = 1/2 T_c + 5$$

Aplicando sustitución:

$$T_c = 1/2 T_c + 5$$

$$T_c - 1/2 T_c = 5$$

$$1/2 T_c = 5$$

$$T_c = 10$$

El valor de temperatura para el cual ambas escalas se igualan es 10°.

Finalmente, una vez estudiado este valor en forma analítica, los alumnos, ya en el laboratorio, probaron experimentalmente este resultado.

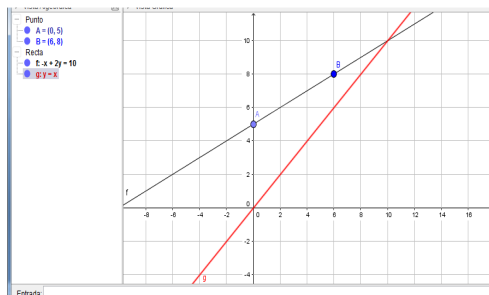


Gráfico 2

4. Discusión

A partir de la presentación del proyecto por parte de los docentes a los estudiantes, los mismos se han mostrado más interesados en el aprendizaje, afirmación que no solo es observación sino que se encuentra apoyada en una encuesta que se les ha efectuado, luego de culminar con el proyecto.

Todos los estudiantes coinciden en que les resulta muy motivador, e hecho de saber para qué sirve lo que están aprendiendo, no solo porque se lo cuentan sino porque pueden verificarlo haciendo ellos dicha construcción.

Como explica Santaló, L. (1990) [6] en su conferencia *Matemática para no matemáticos*, “El ideal sería que la escuela pudiera influir sobre ese mundo exterior para modelarlo según criterios bien estudiados científica y moralmente, pero en cualquier caso su conocimiento previo es indispensable y lo peor que se puede hacer es ignorarlo y seguir educando para un mundo cruzado con el real”³

Es una estrategia didáctica motivadora, ya que este trabajo intenta sentar precedentes en la importancia de integrar conceptos de distintas asignaturas y que esta tarea no se considere propia de los alumnos, mucho menos de ciclo básico. Es una queja permanente de los docentes, que los estudiantes no pueden aplicar temas de una asignatura en otra pero como adultos responsables no les enseñamos a hacerlo.

³ Santaló, L. (1990) Conferencia inaugural: *Matemática para no matemáticos*. Universidad de Buenos Aires. Argentina. Disponible en: <http://dugifonsespeciales.udg.edu/bitstream/handle/10256.2/10169/SANTAL%C3%93%20088.pdf?sequence=1>

La compartimentación de los saberes que describe Gimenez Font (2015), radica en los docentes, es indispensable poner en práctica este tipo de estrategias si se pretende cambiar el rumbo de la educación y lograr aprendizajes significativos.

Analizando proyectos similares, como el de Costa, V., Di Domenicantonio, R., Prodanoff, F., Tolosa, E. y Guarepi, V., (2008) [2] “Acciones interdisciplinarias entre matemática y física para mejorar la enseñanza y aprendizaje del cálculo vectorial”, dependiente de la Universidad Nacional de La Plata, se obtuvieron resultados análogos, a pesar de que el mencionado corresponde a conceptos matemáticos y físicos de nivel superior, y el que se presenta corresponde a conceptos de matemática y física de escuela media.

Otra idea que surge a partir del trabajo, y que se basa en el problema que tienen los estudiantes con la lectoescritura, se propone involucrar otras asignaturas para que los alumnos puedan elaborar informes acerca de lo trabajado en cada proyecto que se lleve a cabo.

Finalmente mencionar las limitaciones del proyecto en cuanto a que se necesita mucha predisposición por parte de los docentes, para su elaboración y posterior implementación, ya que no se cuenta con insumos de tiempo ni económicos para trabajar de esta manera, por lo cual se apela a la buena voluntad por parte de los integrantes de la comunidad educativa para llevar adelante este tipo de trabajos.

5. Conclusión

Se observa un mayor rendimiento a la hora de evaluar los conceptos matemáticos inherentes al proyecto, en comparación con otros grupos de alumnos que no han realizado la experiencia.

A partir de esto, se pretende realizar un seguimiento de este grupo de alumnos en Cuarto Año, en la asignatura Física, para valorar dicha experiencia.

Se propone implementarlo con mayor frecuencia, articulando otros contenidos. También el trabajo interdisciplinario con otras asignaturas, para favorecer la lectoescritura de los estudiantes,

atacando otra de las problemáticas de la educación actual.

En cuanto a las limitaciones, se puede mencionar la falta de tiempos académicos que permitan este tipo de proyectos.

6. Referencias

- [1] Chevallard, I. (2014). “Los números no muerden”. Página 12. Ciencia. Disponible en: <http://www.pagina12.com.ar/diario/ciencia/19-245660-2014-05-07.html>.
- [2] Costa, V., Di Domenicantonio, R., Prodanoff, F., Tolosa, E. y Guarepi, V., (2008) “Acciones interdisciplinarias entre matemática y física para mejorar la enseñanza y aprendizaje del cálculo vectorial”. Libro digital del VI Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería, Editorial de la Universidad Nacional de Salta.
- [3] Flores – García, Chavez – Pierce, Luna – González, González – Quesada, González – Demoss y Hernández – Palacios (2008). “El aprendizaje de la física y la matemática en contexto”
- [4] Gimenez Font, X. (2015). “Urgencias educativas: integrar matemáticas y ciencias, enseñar a aprender. Investigación y Ciencia. Edición española de Scientific American. Disponible en: <http://www.investigacionyciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/39/posts/urgencias-educativas-integrar-matematicas-y-ciencias-enseñar-a-aprender-13062>
- [5] Godino, J.D. Batanero, C. Font, V. (2003). Fundamentos del Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas. Departamento de Didáctica de las Matemáticas. Universidad de Granada. ISBN: 84-932510-6-2. [155b páginas] Disponible en: <http://www.ugr.es/local/jgodino/>
- [6] Santaló, L. (1990). Conferencia inaugural: Matemática para no matemáticas. Universidad de Buenos Aires. Argentina. Disponible en: <http://dugifonsespecials.udg.edu/bitstream/handle/10256.2/10169/SANTAL%C3%93%20088.pdf?sequence=1>

Estrategias lingüísticas para la inserción de los alumnos en el ámbito académico. El caso de FICH y Trabajo Social de la UNL

Schalbetter, Evelyn Laura

Universidad Nacional del Litoral
Ciudad Universitaria S/N, (3000) Santa Fe, Argentina
schalbetterevelyn@gmail.com

Zanetta María Ofelia

Universidad Nacional del Litoral
Ciudad Universitaria S/N, (3000) Santa Fe, Argentina
maofeliaz@gmail.com

RESUMEN

En el siguiente trabajo narramos la experiencia de la materia *Comunicación Oral y Escrita* para los alumnos de primer año de las carreras de ingenierías de la FICH y del *Taller de Lectura y escritura académica* para alumnos de la carrera de Trabajo Social, de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la UNL. Esta propuesta presupone que el estudiante debe desarrollar competencias específicas, aunque no siempre sea plenamente consciente de ello, entre ellas la de expresarse, hacerse entender y transmitir su discurso de modo claro y preciso. En función de estas exigencias, nuestra propuesta se enmarca en las concepciones de la Lingüística Sistémico Funcional que nos permite estudiar el lenguaje dentro del contexto de la cultura y repensar las prácticas de lectura y escritura en ámbitos bien determinados como el universitario. Estas prácticas tienen como horizonte un trabajo básicamente reflexivo y analítico, lo que implica que el estudiante sea capaz de reconocer las opciones léxico-gramaticales del sistema de la lengua y seleccionar aquellas más adecuadas y convenientes para llevar a cabo la comunicación en los distintos contextos que se le presentan.

Palabras clave: estrategias lingüísticas, inserción, ámbito académico

1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente trabajo narramos la experiencia de la materia *Comunicación Oral y Escrita* para los alumnos de primer año de las ingenierías de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la UNL y del *Taller de Lectura y Escritura académica* para alumnos de la carrera de Trabajo Social, de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la UNL. Esta propuesta presupone que el estudiante debe desarrollar competencias específicas, aunque no siempre sea plenamente consciente de ello, entre ellas la de expresarse, hacerse entender y transmitir su discurso de modo claro y preciso.

Específicamente, analizamos dos situaciones didácticas que se relacionan con el aprendizaje: por un lado, a partir de qué parámetros seleccionamos textos para trabajar con dicho grupo y el impacto de éstos en los alumnos; y por otro lado, cómo los estudiantes condensan esa información que leen e interpretan desde dichos textos en ese contexto universitario. En este sentido, creemos que la reflexión sobre nuestra propia realidad contribuirá a alcanzar nuestro objetivo principal que es influir y mejorar el contexto de situación de nuestra propia práctica docente y por tanto del aprendizaje de nuestros alumnos.

2. Marco Teórico

2.1.El contexto de situación

El marco teórico que sustenta esta experiencia de investigación es la Lingüística Sistémica Funcional (Halliday, 1982) [1] que entiende el lenguaje como un sistema de opciones que el hablante selecciona para hacer efectiva su comunicación. Esta propuesta nos permite estudiar el lenguaje dentro del contexto de la cultura y repensar las prácticas de lectura y escritura en ámbitos bien determinados como el universitario. La construcción de textos implica realizar elecciones dentro de las opciones que ofrece el sistema lingüístico organizado en tres estratos (fónico-gráfico; léxico-gramatical y semántico). Las elecciones realizadas por el hablante en un contexto determinado constituyen una estructura (lo dicho o escrito concretamente en un sintagma). Estas prácticas tienen como horizonte un trabajo básicamente reflexivo y analítico, lo que implica que el estudiante sea capaz de reconocer las opciones léxico-gramaticales del sistema de la lengua y seleccionar aquellas más adecuadas y convenientes para llevar a cabo la comunicación en los distintos contextos que se le presentan.

3. El discurso académico: su complejidad.

Los textos académicos ya sean para su lectura e interpretación o su análisis para producir un nuevo texto, examen por ejemplo, implica una complejidad para los alumnos del primer año en el ámbito universitario que pareciera en un primer momento que los distancia de sus intereses y en consecuencia los desmotiva. Esta complejidad reside en que el registro académico que se plantea en los textos implica una serie de competencias muy específicas para su aprehensión y que muchas veces nuestros estudiantes no logran identificar solos. El discurso académico tiene una serie de características que como usuarios del mismo aprendimos y reproducimos casi de un modo irreflexivo, nosotros como docentes y partícipes de una comunidad pero sobre todo de una generación anterior a la digital.

Por qué nosotros sí y nuestros alumnos no, sin desarrollar demasiado esta premisa diremos que

el modo en el que nosotros nos formamos en la cantidad de libros que debíamos leer en la escuela media, el uso de los mismos en la biblioteca (cuando no te dejaban retirarlo) lo que implicaba una lectura, una selección y un copiado a mano para responder a nuestro trabajo en la formación media, de algún modo nos preparó para la siguiente etapa, leíamos mucho y eran libros. Esto no significa que hoy no se lea pero los formatos han cambiado y se han diversificado [2] y eso sí conlleva una distancia a como hoy nuestros alumnos se relacionan con el discurso universitario. Si ellos en su cotidianidad se comunican de un modo fragmentario, con poca cantidad de palabras escritas de modo completo, si los sintagmas que plantean están altamente cifrado y la normativa: puntuación y acentuación no es relevante en su comunicación; el modo en que se lee y escribe en la academia sí se vuelve un obstáculo y hasta pareciera una segunda lengua.

Este obstáculo se da porque el discurso académico es un registro altamente regulado y cuya lógica interna, si no es enseñada y trabajada en las aulas difícilmente se vuelva accesible. En este sentido aclaremos cuáles son algunas de estas características: en primer lugar, se plantea desde una objetividad, ilusoriamente neutral que potencia la distancia del estudio con quien lo produce y para eso se da un sistema de opciones como: el empleo de la tercera persona, la impersonalidad verbal o el nosotros inclusivo. En segundo lugar, el uso de sintagmas breves posibilitan una escritura más clara y accesible de la información, en cambio las estructuras más recursivas como el encadenamiento de hipotéticas (subordinadas) responden a la suma de ideas y aclaraciones del sintagma principal, el cual hay que saber reconocer en el discurso. En tercer lugar, el uso de nominalizaciones o sustantivaciones vuelven al discurso abstracto y también más complejo; y en cuarto lugar la especificidad de un vocabulario pertinente al campo de estudio que distancia muchas veces a la práctica de "decirlo con tus palabras".

3.1. Estrategias lingüísticas para aproximar a los estudiantes al mundo académico

Como docentes de primer año de carreras universitarias presuponemos que las características del discurso académico antes mencionadas pueden resultar un poco inaccesible para nuestro estudiantes si solo hacemos una enumeración de las mismas y las desarrollamos teóricamente. Por esto iniciamos nuestra propuesta planteándoles la categoría de Contexto de Situación desde la Lingüística Sistémica Funcional (LSF) la cual refiere al *entorno no verbal* es decir, el lenguaje sólo surge a la existencia cuando funciona en algún medio, experimentamos el lenguaje en un escenario o en una situación pertinente y observar y analizar un texto desde afuera (os ea dar cuenta de esa situación) hacia adentro es no sólo leerlo sino proyectar cuáles son las variables que intervienen en el mismo, que lo atraviesan y que pueden estar explicitadas o no.

Para este propósito le acercamos a los alumnos textos propios de su campo de formación para que paulatinamente podamos describir juntos el modo en el que el experto organiza su discurso. En el caso de los alumnos de las carreras de ingeniería trabajamos una selección de capítulos del manual *Química. La ciencia central de Brown, LeMay y Bursten* (2004) [3], un texto de estudio obligatorio para los estudiantes de ingeniería de primer año, porque nos posibilita explorar cuáles son las opciones/estrategias lingüísticas conscientes o inconscientes que realiza el experto para acercar un conocimiento nuevo.

Las elecciones sobre cómo se organiza el discurso de la ciencia es lo que sostiene Halliday y Martin, autores centrales de la Lingüística Sistémica Funcional, cuando plantean que “la lengua de la ciencia demuestra de manera bastante convincente que el lenguaje no se corresponde, refleja o describe la experiencia humana, sino que la interpreta o, como preferimos decir, ‘la construye’. Una teoría científica es una construcción lingüística de la experiencia.” (1993, p. 9; traducción nuestra) [4] En este sentido, el estudio de la lengua de la ciencia en español se plantea como un objeto de estudio con validez propia (Navarro, 2014) [5] dado que implica analizar el particular empleo de los recursos lingüísticos-discursivos de esta lengua.

Poder aproximar a los estudiantes a estos nuevos tipos de textos y que puedan reconocer las opciones que realizan los expertos para su escritura

implica desandar y desarticular primero todos los presupuestos que nosotras tenemos como docentes de lengua partiendo no de la corrección sino de la adecuación como herramienta para posicionarnos en el estudio y en la enseñanza de las valencias del discurso académico.

La experiencia para con nuestros alumnos de ingeniería se vuelve relevante y significativa en el momento en que ellos tienen que ponerse en el rol de expertos y explicar un tema académico a la clase. En esa instancia, la dificultad de comunicar algo que se conoce pero no saben, aparentemente, el modo de transmitir ese conocimiento de un modo claro y preciso, es el momento en que nuestros alumnos toman dimensión del valor y el poder de las estrategias de comunicación de la ciencia.

En el caso de los estudiantes de la carrera de Trabajador Social de la Escuela de Trabajo Social de la FCJS optamos por el estudio y análisis de un compilado de textos aportados por otras cátedras como Trabajo Social I y Seminario de Tesina. Estos textos son abordados por los titulares de estas áreas y nosotras luego de conversar con los docentes realizamos un acercamiento lingüístico, sin poner en discusión la experticia de los documentos. Lo provechoso de esta última experiencia es que algunos textos son trabajos de alumnos de años superiores por lo cual la distancia se acorta en cuanto a ellos poder proyectarse escribiendo en el futuro del mismo modo.

Aquí nosotras como equipo de cátedra hacemos fuertemente hincapié en el desarrollo de las estrategias argumentativas del discurso ya que el campo de acción del trabajador social se vale fundamentalmente de la argumentación como herramienta para sus informes. El desafío en este espacio es que los alumnos puedan aprender a utilizar los modalizadores como estrategias de posicionamiento sin que se vuelvan demasiado contundentes en la postura.

El trabajo interdisciplinario con las demás cátedras es fundamental para lograr la adecuación al campo, y también para que los alumnos vuelvan significativo el espacio de trabajo con el lenguaje como herramienta para su formación.

4. Discusión

Estas experiencias tanto en FICH como en Trabajo Social nos ha posibilitado objetivarlos

nuestra práctica como docentes ya que no sólo implica elegir textos que resulten de interés para nuestros estudiantes sino que también implica desarticular esos textos teniendo en cuenta el campo en los cuales circulan y que esos campos también implican presupuestos propios; y nosotras como docentes que no formamos parte de esas disciplinas nos requiere un doble esfuerzo para operar con estos discursos.

Otra obstáculo en el momento de proyectar el abordaje a textos académicos es la barrera/resistencia al estudio de la lengua, lo cual no hacemos, pero en el imaginario de muchos está instalado de que le vamos a enseñar "lengua" y luego la pregunta obligada del por qué esta materia en su currícula si su carrera tiene otra orientación (esto es más común en las ingenierías) como si la ciencia y el lenguaje no tendrían relación y sobre todo lo complejo de presentarles a estudiantes de primer año de facto que el conocimiento avanza a partir de su divulgación y para esto es indispensable no sólo investigar sino hacer que esa investigación circule en la comunidad académica.

Por último, poder proyectar esta lógica del discurso académico no sólo en la escritura sino también en la oralidad, lo cual implica un nuevo desafío poder aprehender que no sólo en la escritura uno debe ser consciente de la circulación de su propuesta sino también en la presentación oral con la complejidad de la inmediatez y la espontaneidad de la situación, para lo cual uno también debe aprender a prepararse y a proyectarse.

Estas situaciones áulicas nos obliga como docentes de materias básicas a revisar no sólo nuestra propuesta sino también ser lo suficientemente adaptables a los grupos, pues éstos no son homogéneos y el tiempo de trabajo y reflexión sobre las propias prácticas de leer y escribir en la universidad es diferente de un cuatrimestre a otro.

5. Conclusión

Desde nuestro lugar de formadoras consideramos que la perspectiva de la Lingüística Sistemática Funcional es muy relevante y fructífera porque su aplicación se basa en el trabajo con casos reales y esa realidad lingüística es la que nos da los elementos necesarios para poder seguir reflexionando sobre los alcances, los puntos débiles

y las áreas de vacancia de la teoría para con nuestra práctica docente.

Este breve relevamiento nos posibilita una mirada globalizadora para poder seguir profundizando nuestro acervo teórico y fortalecer conceptualmente nuestra mirada crítica sobre el lenguaje en relación a seguir proyectando estrategias y modos de acercamientos al discurso académico por parte de nuestros alumnos.

Somos conscientes que trabajar con el lenguaje en carreras que no son específicas nos suma el deber de que nuestra propuesta sea lo más integrada posible a las materias troncales, no sólo para despertar la motivación de su estudio sino también para que puedan llegar a dimensionar el alcance de la comunicación en el ámbito universitario.

La experiencia nos ha demostrado que el trabajo inter-cátedra ha sido el que mejor resultado nos ha dado porque nosotras podemos escuchar cuáles son las necesidades y las dificultades de nuestros pares pero también cuáles son sus umbrales de expectativas; y en ese punto el trabajo se vuelve *real*: no podemos alfabetizar a un alumno en un cuatrimestre pero sí podemos darles las herramientas del lenguaje para que el ingreso a una nueva comunidad discursiva, como la universitaria, no se vuelva un impedimento sino un nuevo desafío a sortear desde el conocimiento.

6. Referencias

- [1] M.A. K. Halliday. "El lenguaje como semiótica social". Fondo de Cultura Económica. México. 1982.
- [2] A. Piscitelli. "Nativos digitales: Dieta cognitiva, inteligencia colectiva y arquitectura de la participación". Santillana. Bs. As. Argentina. 2009.
- [3] T. Brown; E. LeMay & B. Bursten. "Química. La ciencia central". Pearson Educación. México. 2004.
- [4] M.A. K. Halliday, M. A. K. & J. R. Martin. "Writing science: Literacy and discursive power". Falmer Press. London. 1993.

- [5] F. Navarro. "Gradación y compromiso en escritura académica estudiantil de humanidades. Análisis contrastivo desde la teoría de la valoración". *Estudios de Lingüística Aplicada*, 32 (60), (pp. 9-33).

Evaluación de la percepción del ambiente educacional por estudiantes de primer año de la FaCiMed que cursan la asignatura Introducción a la Biología Humana

López Presas, María Eugenia; Chafra, Verónica; Rodríguez, María Eugenia; del Mónaco, Silvana.

UNComa/ FaCiMed
Toschi y Arrayanes. Cipolletti. Río Negro. Argentina
mail

RESUMEN

El ambiente educacional en la formación profesional es uno de las principales determinantes en la trayectoria de los estudiantes durante la formación. Se realizó un estudio descriptivo transversal utilizando la encuesta DREEM con el objetivo de evaluar el ambiente educacional según lo perciben los estudiantes de la materia Introducción a la Biología Humana de la FaCiMed (UNComa) entre 2015 y 2016, comparando la percepción del mismo antes y después de la implementación de cambios en las estrategias de enseñanza. Las puntuaciones medias resultaron similares en ambos grupos, evidenciando una percepción del ambiente más bien positiva. La percepción resultó significativamente mejor en la Cohorte 2016 en el dominio Auto-Percepción Académica y en ítems particulares. En relación a la propuesta de enseñanza, se valoraron positivamente aspectos relacionados con la adquisición de habilidades, motivación y perspectivas de logros. Las áreas que los estudiantes perciben como debilidades se refieren a la cantidad y nivel de detalle de los contenidos y a la falta de un sistema de apoyo para los estudiantes que sufren de estrés. Se lograron identificar en el ambiente educacional de la materia fortalezas y áreas en las que debe ser mejorado.

Palabras clave: Ambiente Educacional, DREEM, Enseñanza-aprendizaje.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de los factores implicados en el desempeño y trayecto estudiantil es de crucial importancia en la evaluación de la eficacia del diseño curricular y pedagógico en la formación profesional del médico. Nos interpela como docentes de una asignatura que forma parte del Ciclo Introductorio de la Carrera de Medicina, el elevado porcentaje de estudiantes que resultan desaprobados y deben recurrir, como también el abandono y la deserción durante los primeros 2 años de su trayecto por la Educación Superior. Esto es producto de un desgranamiento inicial que tiene que ver tanto con la tasa de fracaso estudiantil como con el abandono espontáneo. La tasa de fracaso estudiantil, a primera vista, se considera un resultado de la brecha existente entre los modelos pedagógicos de

los niveles medio y superior, pero tiene que ver también con otras variables que incluyen: el nivel socio económico de los estudiantes, la integración académica y social e interacción en el ambiente de aprendizaje, la prevalencia de aspectos individuales como la motivación, intereses y habilidades, entre otros. Otros factores implicados en el fracaso estudiantil incluyen la infraestructura, la organización institucional y fundamentalmente, las prácticas educativas y el profesorado.

Considerando este escenario como un punto de partida diagnóstico o línea de base, la cátedra Introducción a la Biología Humana ha llevado adelante durante los últimos años, un plan de adecuación pedagógico-curricular de la asignatura que abarca tanto los contenidos, la estructura de las clases como el carácter de las mismas y las estrategias didácticas, a fin de acercar el formato instruccional desde un

enfoque fuertemente transmisivo, centrado en el profesor, hacia un enfoque más centrado en el estudiante. Las actividades desarrolladas en el contexto de la clase son concebidas considerando la construcción de saberes contextualizados y significativos para los estudiantes. El proceso implicó como aspectos principales la transformación del trabajo en el aula en un espacio para la resolución de casos y situaciones problema en pequeños grupos y la incorporación de diversas instancias de evaluación formativa en clase. Tal adecuación es un trayecto, que requiere de estrategias de evaluación que permitan identificar qué aspectos se deben fortalecer y qué aspectos se deben reformular a fin de mejorar la calidad de la enseñanza. Existen diversos enfoques para la evaluación de los espacios formativos. Uno de los más abarcativos y ampliamente utilizados es la evaluación del ambiente educacional (2). El ambiente educacional es un concepto amplio en la dimensión de enseñanza-aprendizaje definido por las condiciones físicas, sociales, económicas así como las interacciones que allí tienen lugar. Este concepto resulta relevante por su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el caso de las Instituciones educativas el ambiente incluye el espectro completo de componentes y actividades personales e interpersonales en las que tiene lugar la formación, por lo que actúa como un determinante del proceso de aprendizaje.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del ambiente educacional según lo perciben los estudiantes de la materia Introducción a la Biología Humana de la Facultad de Ciencias Médicas (UNCOMa) durante los ciclos lectivos 2015 y 2016, comparando la percepción del ambiente antes y después de la implementación de cambios en las estrategias de enseñanza

2. Marco Teórico

El ambiente educacional en la formación profesional es una de las principales dimensiones del nicho de los estudiantes en el

ambiente de enseñanza-aprendizaje. Se define como ambiente o clima las condiciones físicas, sociales, económicas de un determinado lugar o institución así como las interacciones que allí tienen lugar. Se puede concebir como una propiedad emergente percibida o experimentada por los actores y que resulta de un sistema en el que se interrelacionan el entorno físico, social y psicológico, lo que incluye el clima emocional e intelectual, las relaciones interpersonales, el estilo comunicacional, el contexto institucional, las prácticas pedagógicas, entre otros. En la educación superior, este ambiente puede ser un poderoso condicionante de la negociación de significados que tiene lugar en el proceso de aprendizaje. De este modo, el ambiente educacional resulta un determinante que afecta tanto el proceso formativo en sí, como la calidad de vida de los alumnos y demás actores institucionales (2). La percepción de los estudiantes acerca de su entorno educacional impacta de manera significativa en sus conductas y desempeño académico, por lo que la calidad del ambiente académico se relaciona con la efectividad de los programas formativos. Entender las relaciones entre los diferentes aspectos del ambiente de enseñanza es crucial para hacerlo más efectivo y plantear estrategias de mejoramiento del diseño curricular. Para evaluar el ambiente educacional, Roff et al, diseñaron y publicaron la escala DREEM (“Dundee Ready Education Environment Measure”), utilizando el método Delphi a partir de un panel de expertos conformado por 100 profesores en Ciencias de la Salud provenientes de 20 países, y subsecuentemente validado en diferentes contextos educacionales. Esta encuesta se compone de 50 ítems relativos a tópicos relevantes en el clima educacional, que se responden mediante una escala de Likert de 5 opciones. Es genérica, de aplicación internacional y no asociada con niveles culturales específicos, por lo que es un instrumento validado y efectivo para la exploración del ambiente educacional en la enseñanza de la medicina. Las propiedades psicométricas de la encuesta DREEM han

sido evaluadas extensivamente así como su validez en diferentes contextos y traducciones (4). En la formación de grado, la DREEM ha sido aplicada en escuelas de medicina y de odontología de distintos países, como Canadá, Brasil, Perú, Chile, Estados Unidos, Turquía, Gran Bretaña, Irlanda, India, Arabia Saudita, Argentina, Grecia, Pakistán, entre otros. Ha sido utilizada como herramienta diagnóstica, para establecer comparaciones entre grupos diferentes así como dentro de grupos, y para establecer la relación de la percepción del ambiente educacional con otras medidas, como la performance académica, etc. (4).

3. Desarrollo del trabajo

Se llevó a cabo un estudio descriptivo transversal por medio de la utilización de la encuesta DREEM en la exploración de la percepción del ambiente educacional por dos poblaciones de estudiantes de la Materia Introducción a la Biología Humana: los que cursaron la materia en el año 2015 (Cohorte 2015) y los que cursan la materia actualmente (Cohorte 2016). La encuesta DREEM se compone de 50 ítems relativos a tópicos relevantes en el clima educacional, que se responden mediante una escala de Likert de 5 opciones: 4= Completamente de acuerdo; 3=De acuerdo; 2= No sabe/está Inseguro; 1= En desacuerdo; 0= Completamente en desacuerdo. Los ítems 4, 8, 9, 17, 25, 35, 39, 48 y 50 contienen proposiciones en negación, por lo que los puntajes se computan invertidos.

El análisis de los resultados se DREEM mide en 5 dominios o subescalas:

1. Percepción del aprendizaje (ítems 1, 7, 13, 16, 20, 22, 24, 25, 38, 44, 47 y 48), que evalúa la percepción que los estudiantes tienen acerca de las estrategias de enseñanza en términos de metodologías, actividades, objetivos.
2. Percepción de los Docentes (ítems 2, 6, 8, 9, 18, 29, 32, 37, 39, 40 y 50), que evalúa las percepciones de los estudiantes acerca de los docentes en términos de habilidades

comunicacionales, manejo disciplinar, competencias docentes y clínicas.

3. Auto-percepción Académica (ítems 5, 10, 21, 26, 27, 31, 41 y 45) que evalúa la percepción que los estudiantes tienen acerca de su trayectoria académica en términos de adquisición de habilidades, desarrollo de estrategias de aprendizaje, alcance de logros.
4. Percepción de la Atmósfera (ítems 11, 12, 17, 23, 30, 33, 34, 35, 36, 42, 43 y 49) que evalúa las percepciones de los estudiantes acerca de la atmosfera institucional y social, tanto dentro como fuera del aula.
5. Percepción Social (ítems 3, 4, 14, 15, 19, 28 y 46) que evalúa las percepciones de los estudiantes acerca del ambiente físico de la Institución así como de estructuras de apoyo académico y social.

Los resultados de la encuesta DREEM pueden ser evaluados en tres niveles (1, 3): por puntaje o score total, por subescalas o por ítems individuales. El máximo puntaje posible es de 200 puntos, que es indicativo de una percepción ideal del ambiente educativo, el puntaje mínimo es de 0. La interpretación de los puntajes para caracterizar el ambiente se basa en el siguiente criterio:

- Entre 0-50 puntos: Ambiente muy pobre.
- Entre 51 -100 puntos: Ambiente con muchos problemas.
- Entre 101-150 puntos: Ambiente más positivo que negativo
- Entre 151-200: Ambiente excelente.

La interpretación de los puntajes para caracterizar el ambiente en cada uno de los dominios se basa en el siguiente criterio:

1. Dominio Percepción del Aprendizaje:
 - Entre 0-12 puntos: Muy pobre
 - Entre 13-24 puntos: La enseñanza se percibe en forma negativa
 - Entre 25-36: La percepción de la enseñanza es más ben positiva.
 - Entre 37-48: La percepción de la enseñanza es muy buena.

2. Dominio Percepción de los Docentes
 - Entre 0-11: Pésimo.
 - Entre 12-22: Necesitan algo de reentrenamiento.
 - Entre 23-33: En la dirección correcta,
 - Entre 34-44: Docentes modelo.
3. Auto Percepción Académica:
 - Entre 0-8: Sentimientos de total fracaso.
 - Entre 9-16: Muchos aspectos negativos.
 - Entre 17-24: Sentimientos más bien positivos.
 - Entre 25-32: Confiado.
4. Percepción de la Atmósfera:
 - Entre 0-15: Ambiente pésimo.
 - Entre 13-24: Muchos aspectos necesitan cambiar.
 - Entre 25-36: Percepción más bien positiva.
 - Entre 37-48: Percepción general buena
5. Percepción Social:
 - Entre 0- 7: Miserable.
 - Entre 8-14: No es un buen lugar.
 - Entre 15-21: No tan mal ambiente social.
 - Entre 22-28: Muy buen ambiente social.

El análisis de los ítems individuales de la encuesta permite identificar aspectos particulares del ambiente educacional. Los ítems con puntuaciones media $\geq 3,5$ representan áreas particularmente fuertes; los ítems con media $\leq$ requieren particular atención porque indican áreas problemáticas, y los ítems con medias entre 2 y 3 resultan aspectos en los que el ambiente puede ser mejorado (1, 4). Para un análisis más profundo, se recomienda tener en cuenta los ítems donde el porcentaje de Acuerdo/Completamente de Acuerdo es menor que el 50%, el porcentaje de No Sabe/Está Inseguro es mayor al 30% y el porcentaje de En Desacuerdo/Completamente en Desacuerdo es mayor al 20% (4)

La encuesta fue entregada en soporte papel en Julio de 2015 a los alumnos de la Cohorte 2015, y en formato digital por medio de la plataforma de la UNComa (PEDCO) en el

mes de Junio de 2016 a los estudiantes de la Cohorte 2016. Todas las encuestas fueron anónimas. Los datos obtenidos fueron analizados con el software SPSS v.19. Las variables categóricas fueron presentadas con frecuencias y porcentajes, las variables numéricas por medio de medias y desvíos estándar. Para la comparación entre las dos Cohortes se utilizó el Test *t*; para la comparación de medias de variables con más de dos categorías se utilizó ANOVA de una vía (4). El nivel de confianza se estableció en $p \leq 0,05$.

4. Discusión

Los datos demográficos se resumen en las Tablas 1 y 2. Un total de 1514 estudiantes respondieron la encuesta, 551 de la Cohorte 2015 y 963 de la Cohorte 2016. La proporción de sexo fue más alta para las mujeres, siendo el 70,8% e la Cohorte 2015 y el 74,9 en la Cohorte 2016, versus el 28,9% y 25,1% de varones respectivamente. En relación a la nacionalidad, en ambas Cohortes la mayoría, 94,2% e 2015 y 93,3% en 2016, fueron Argentinos; la siguiente nacionalidad en porcentaje fue la Chilena, con un 4,5% en 2015 y un 3,4% en 2016: Las demás nacionalidades incluyeron Colombianos, Brasileños y otros con porcentajes menores al 2%. En 2015, el 55,7% eran ingresantes a la carrera, el 28,1% eran recursantes por primera vez, el 7,1% recusantes por segunda vez y el 8,7% habían recurrido la materia más de dos veces. En La Cohorte 2016, los ingresantes eran el 58,2%, los recursantes por primera vez el 24,6%; los que recursan la materia por segunda vez el 11% y los que recuraron más de dos veces el 6,2%. El promedio de edad en el 2015 fue de 19 años, en 2016 de 20.

Tabla 1: Datos demográficos I					
		2015		2016	
		n	%	n	%
N		551	100	963	100
Sexo	F	390	70,8	721	74,9
	M	159	28,9	242	25,1
Nacionalidad	Argentina	519	94,2	898	93,3
	Chilena	25	4,5	33	3,4
	Colombiana	2	,4	13	1,3
	Brasileña	4	,7	3	,3
	Otro	1	,2	16	1,6
Recurso	NO	307	55,7	560	58,2
	SI, UNA VEZ	155	28,1	237	24,6
	SI, DOS VECES	39	7,1	106	11,0
	SI, MÁS DE DOS VECES	48	8,7	60	6,2

Tabla 2: Datos demográficos II								
2015					2016			
	Media	DS	Mín	Máx	Media	DS	Mín	Máx
Edad	19,97	3,279	17	55	20,07	3,806	15	64
Ingreso	2014,28	1,077	2006	2015	2015,20	1,286	2006	2016

Las medias y desvíos de las puntuaciones totales y por dominio de la encuesta DREEM para cada Cohorte se resumen en la Tabla 3 y en el Gráfico 1. En el análisis general, las puntuaciones obtenidas indicaron que la percepción del ambiente educacional es el mismo para las dos Cohortes. El Score total mostró que el ambiente se percibe *más positivo que negativo* (Cohorte 2015: $131,48 \pm 19,12$; Cohorte 2016: $130,50 \pm 19,01$). No se encontró diferencia significativa entre las Cohortes ($p=,392$).

Tabla 3: Media de Scores total y por Dominios de cada Cohorte Comparación de la percepción del ambiente entre cohortes					
	Cohorte 2015		Cohorte 2016		p
	n	Media (DS)	n	Media (DS)	
Score Total	396	131,48 (19,12)	963	130,50 (19,00)	,392
Percepción del Aprendizaje	493	33,25 (5,47)	963	32,95 (4,94)	,289
Percepción de los Profesores	490	31,38 (5,71)	963	30,89 (5,88)	,128
Auto-Percepción Académica	491	19,64 (4,69)	963	20,54 (4,39)	,000
Percepción de la Atmósfera	473	29,74 (5,17)	963	29,17 (4,99)	,046
Percepción Social	517	17,23 (4,08)	963	16,93 (3,97)	,181

Test t para comparación de medias entre Cohorte 2015 y Cohorte 2016. La diferencia es significativa en $p \leq 0,05$

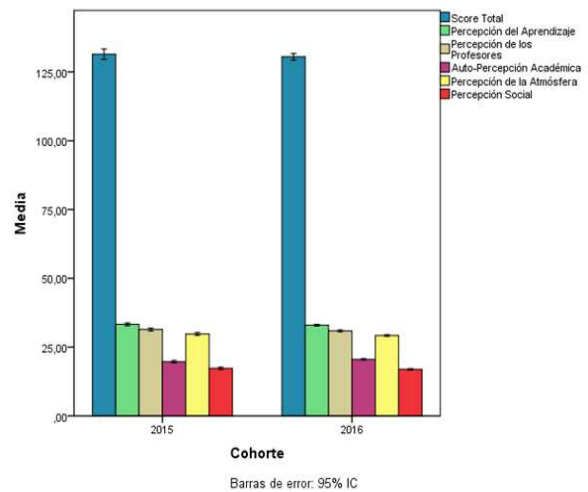


Gráfico 1. Medias de puntuaciones Total y por Dominios para cada Cohorte

El dominio **Percepción del Aprendizaje** el resultado arrojó una *percepción de la enseñanza es más ben positiva* en los dos grupos estudiados (Cohorte 2015: $33,25 \pm 5,47$; Cohorte 2016: $32,95 \pm 4,94$). Dentro de este dominio, el ítem 25: *La enseñanza en la Facultad pone demasiado énfasis en el aprendizaje de detalles* arrojó una media ≤ 2 en ambas Cohortes. En relación a los porcentajes, el ítem 48: *La enseñanza en la Facultad está demasiado centrada en los docentes* resultó en ambas Cohortes con un porcentaje de Acuerdo $\leq 50\%$, de No Sabe/Está inseguro $\geq 30\%$ de Desacuerdo $\geq 20\%$. No se encontraron diferencias significativas entre las Cohortes en este Dominio ($p=,289$).

En el dominio **Percepción de los Profesores**, el resultado para ambos grupos fue *en la dirección correcta* (Cohorte 2015: $31,38 \pm 5,71$; Cohorte 2016: $30,89 \pm 5,88$). Dentro de este Dominio, resultó con media $\geq 3,5$ en ambas Cohortes el ítem 2: *Los docentes conocen las materias que dictan*. Con media ≤ 2 en la Cohorte 2016 resultó el ítem 9: *Los docentes son autoritarios*; aunque en este punto el 42% de los estudiantes expresó Acuerdo y el mismo porcentaje Desacuerdo. Porcentajes similares se obtuvieron en la Cohorte 2015 (44,1% de Acuerdo y 38,4% en Desacuerdo). El ítem 49: *Siento que puedo hacer todas las preguntas*

que quiero obtuvo alto porcentaje de Desacuerdo en ambas Cohortes.

En el dominio **Auto Percepción Académica** y en ambas Cohortes, los resultados fueron *sentimientos más bien positivos* (Cohorte 2015: $19,64 \pm 4,69$; Cohorte 2016: $20,54 \pm 4,39$), pero la diferencia entre medias resultó significativa con $p=0,000$, siendo más alta en la Cohorte 2016. Los resultados se muestran en el Gráfico 2. En este Dominio, en el 2015 el ítem 5: *Los métodos de estudio que tenía antes todavía me sirven* tuvo una media ≤ 2 , aunque el 49,4 % se manifestó en Desacuerdo, mientras que el 42% expresó Acuerdo. Este ítem registró una media más alta en 2016 ($\bar{X} = 2,11$), pero con similares porcentajes de Acuerdo y Desacuerdo (Acuerdo: 48,5%; Desacuerdo: 38,6%). Los ítems con Desacuerdo $>20\%$ fueron, en ambas Cohortes los ítems 26: *Lo aprendido el año pasado fue una buena base para el trabajo de este año*; y 27: *Soy capaz de memorizar todo lo que me es necesario*, mientras que sólo lo obtuvo en la Cohorte 2015 el ítem 22: *La enseñanza en la Facultad está suficientemente preocupada de desarrollar mi confianza*. Los ítems con Acuerdo $< 50\%$ en 2015 fueron los ítems 22 y 27, mientras que en 2016 estos porcentajes suben, siendo 57,2% y 51,2% respectivamente. El ítem 10: *Tengo la confianza de que voy a pasar este año en ambas Cohortes* resultó con No Sabe $>30\%$.

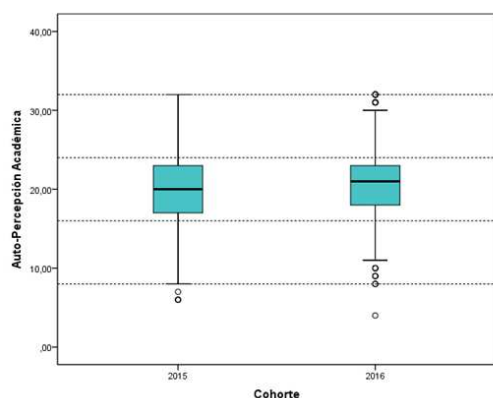


Gráfico 2. Medias del Dominio Auto-Percepción Académica para cada Cohorte

El dominio **Percepción de la Atmósfera** resultó en una *percepción más bien positiva*

para ambos grupos (Cohorte 2015: $29,74 \pm 5,17$; Cohorte 2016: $29,17 \pm 4,99$), pero con una diferencia significativamente más alta para la Cohorte 2015, con $p=0,046$. Los resultados se ilustran en el Gráfico 3. En ambos grupos, el ítem 17: *En la Facultad, la copia en los exámenes constituye un problema*, obtuvo una media ≤ 2 . También en ambas Cohortes obtuvieron % Desacuerdo >20 los ítems 35: *Mi experiencia en la Facultad ha sido desalentadora*; 42: *El disfrute de mis estudios en la Facultad pesa más que la tensión que éstos me generan* y 50: *Los estudiantes causamos irritación a los docentes*. Mientras que el ítem 36: *Soy capaz de concentrarme bien*, tuvo alto % de Desacuerdo sólo en 2015. Los ítems con % Acuerdo < 50 fueron para ambos grupos; 11: *El ambiente es relajado durante las visitas docentes de los servicios hospitalarios*; 17 y 50. Esta percepción es así también en el 2015 para el ítem 34: *El ambiente en los seminarios, clases y prácticas tutoriales es relajado*, pero no en 2016. Los ítems con No Sabe $>30\%$. Son los mismos para las dos Cohortes: 11; 34: *El ambiente en los seminarios, clases y prácticas tutoriales es relajado* y 50.

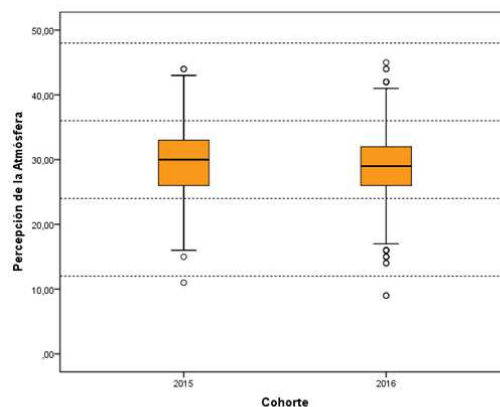


Gráfico 3. Medias del Dominio Percepción de la Atmósfera para cada Cohorte

El dominio **Percepción Social** dio como resultado *no tan mal ambiente social* (Cohorte 2015: $17,23 \pm 4,08$; Cohorte 2016: $16,93 \pm 3,97$), sin diferencia significativa entre ambas ($p=0,181$). En las dos Cohortes el ítem 3 obtuvo una media ≤ 2 *Hay un buen sistema*

de apoyo para los estudiantes que sufren de estrés; aunque en los dos grupos los % Acuerdo fueron bajos (2015: 15,3%; 2016: 21,6%); los % No Sabe fueron altos (2015: 53,2%; 2016: 46%) y los % Desacuerdo altos (2015: 31,5%; 2016: 32,4%). No hay diferencias entre grupos tampoco en los demás ítems en los que el % Desacuerdo es alto, 4: *Estoy demasiado cansado para disfrutar los cursos que estoy tomando*; 14: *Rara vez me aburro en los cursos que estoy tomando*; 28: *Rara vez me siento solo* y 46: *Los ambientes físicos de la Facultad son agradables*. En ambos grupos, el % Acuerdo es bajo para el ítem 4: *Estoy demasiado cansado para disfrutar los cursos que estoy tomando*.

El análisis comparativo de las medias de los ítems individuales para cada Cohorte que arrojaron diferencias significativas en $p \leq 0,05$ se resume en la Tabla 4.

Tabla4: Prueba t para la igualdad de medias					
	2015		2016		p
	Media	DS	Media	DS	
ITEM 1	2,94	,968	3,16	,730	,000
ITEM 4	2,10	1,168	1,91	1,100	,002
ITEM 5	1,81	1,366	2,11	1,216	,000
ITEM 6	2,64	,918	2,76	1,018	,021
ITEM 8	2,91	1,080	2,67	1,114	,000
ITEM 9	2,12	1,237	1,98	1,164	,029
ITEM 10	2,59	1,090	2,73	1,002	,008
ITEM 11	2,14	,558	2,23	,610	,007
ITEM 14	2,43	1,150	2,61	1,022	,002
ITEM 19	2,87	1,011	2,66	1,065	,000
ITEM 22	2,23	1,092	2,52	,982	,000
ITEM 23	2,62	1,032	2,40	1,047	,000
ITEM 27	2,14	1,154	2,28	1,077	,017
ITEM 29	2,58	,940	2,67	,845	,050
ITEM 31	2,80	,874	2,98	,856	,000
ITEM 32	2,86	,927	3,03	,818	,000
ITEM 35	2,67	1,165	2,42	1,108	,000
ITEM 39	2,70	1,166	2,41	1,121	,000
ITEM 44	2,90	,933	2,74	1,018	,002
ITEM 46	2,71	1,166	2,54	1,155	,006
ITEM 50	2,16	1,123	1,98	1,031	,002

Los ítems que mostraron una media significativamente más alta en 2016 son; 1: *Se me estimula a participar en clases*; 5: *Los métodos de estudio que tenía antes todavía me sirven*; 6: *Los docentes tienen paciencia con los pacientes*; 10: *Tengo la confianza de*

que voy a pasar este año; 11: *El ambiente es relajado durante las visitas docentes de los servicios hospitalarios*; 14: *Rara vez me aburro en los cursos que estoy tomando*; 22: *La enseñanza en la Facultad está suficientemente preocupada de desarrollar mi confianza*; 27: *Soy capaz de memorizar todo lo que me es necesario*; 29: *Los docentes son buenos dando "feedback" (retroalimentación) a los estudiantes*; 31: *He aprendido mucho sobre la empatía en mi futura profesión*; 32: *En la Facultad, los docentes nos hacen críticas constructivas*. Estos ítems representan mejorías que pueden ser atribuidas al cambio de propuesta pedagógica.

Los ítems que mostraron una media significativamente más baja en 2016 son: 4: *Estoy demasiado cansado para disfrutar los cursos que estoy tomando*; 8: *Los docentes ridiculizan a los estudiantes*; 9: *Los docentes son autoritarios*; 19: *Mi vida social es buena*; 23: *El ambiente es relajado durante las clases teóricas en el auditorio*; 35: *Mi experiencia en la Facultad ha sido desalentadora*; 39: *Los docentes se molestan y alteran en clases*; 44: *La manera de enseñar me estimula a aprender por mí mismo en forma activa*; 46: *Los ambientes físicos de la Facultad son agradables* y 50: *Los estudiantes causamos irritación a los docentes*.

5. Conclusión

El ambiente educacional es percibido en forma más bien positiva en la Materia Introducción a la Biología Humana de la FaCiMed. Esta percepción general, así como su desglose por Dominios, es la misma en la Cohorte 2015 y 2016. Estos resultados muestran que existen áreas en las que el ambiente educacional puede ser mejorado sustancialmente. La comparación entre las Cohortes 2015 y 2016, a fin de examinar si el cambio de enfoque pedagógico se traduce en una mejora del ambiente educacional indicó que las diferencias estadísticamente significativas que representan una mejoría en la percepción del ambiente se remiten al

Dominio Auto Percepción Académica, de manera que podemos concluir que los estudiantes, frente a una propuesta pedagógica en la que se ven involucrados en forma activa en el aula, tienen una mejor percepción de su propia trayectoria académica, desarrollo de habilidades, construcción de aprendizajes y logros. En el análisis de ítems individuales, se observa en la Cohorte 2016 en forma significativa mejor percepción en aspectos que se relacionan en forma directa con el formato instruccional, como la participación en clase (ítem 1), la motivación y confianza (ítems 10, 14, 22, 31); la interacción con los docentes (ítems 29 y 32). La mejor percepción de los docentes en relación a los pacientes y servicios hospitalarios, podría tener que ver con la incorporación de un médico al plantel docente de la Cátedra. Dentro de los ítems que mostraron una percepción significativamente más baja en 2016, algunos se relacionan también en forma positiva con el cambio planteado por la Catedra, en virtud del cual existe un mayor acercamiento y relación entre los profesores y los estudiantes (ítems 8, 35, 39, 44 y 50), esto coincide con el enfoque tutorial puesto en marcha. Otro aspecto positivo que surge como un área de fortaleza y en común entre las dos Cohortes es el dominio disciplinar del plantel docente de la Cátedra.

Los aspectos que representan áreas problemáticas, dentro del análisis por dominios, tienen que ver con la Percepción de la Atmósfera, significativamente menor el 2016, que evidencia un detrimento en cómo los estudiantes estiman los aspectos generales de la Institución dentro y fuera de aula. En el análisis por ítems surgen aspectos negativos que no muestran cambios en el 2016, como la percepción de la falta de un sistema de apoyo a los estudiantes que sufren de estrés (ítem 3). En relación al currículo, hay consenso en que *“la enseñanza pone demasiado énfasis en el aprendizaje de detalles”* (ítem 25) de manera que los estudiantes lo perciben con una sobrecarga de contenidos. En la misma línea, en ítems como *“la enseñanza de la Facultad está demasiado centrada en los docentes”* (ítem 48) y *“siento que puedo*

hacer todas las preguntas que quiero” (ítem 49) que refieren a aspectos pedagógicos, se encuentran en el 2016 porcentajes de Desacuerdo y de No Sabe/está Inseguro altos. Esto podría tener que ver con la heterogeneidad de los profesores en términos de formación docente. Es evidente que los procesos de cambio en el enfoque instruccional, para poder traducirse en prácticas verdaderamente efectivas deben trascender los límites de la propuesta de cambio, y su puesta en marcha debe ser acompañada por un trayecto de formación del profesorado. La evaluación y comparación del ambiente educacional ha permitido, no sólo identificar los aspectos que van encaminados en la dirección correcta así como aquellos que pueden y deben ser mejorados, sino también hacer un diagnóstico de los factores que deben acompañar los procesos de cambio en las propuestas pedagógicas. Los resultados obtenidos en este trabajo, a fin de identificar a un nivel más profundo sus alcances, podrían ser completados con una investigación cualitativa por medio de entrevistas.

6. Referencias

1. McAleer S, Roff S., “A practical guide to using the Dundee Ready Education Environment Measure (DREEM)”. In: Genn JM, editor. Curriculum, environment, climate, quality and change in medical education: A unifying perspective. AMEE Education Guide No. 23. Dundee, Scotland: AMEE. pp 29–33. 2001
2. Roff S, McAleer S., “What is educational climate? In: JM Genn (Editor), Curriculum, environment, climate, quality and change in medical education: A unifying perspective”. AMEE Education Guide No. 23 pp. 3–4. Dundee, Scotland: AMEE, 2001.
3. Roff S. “The Dundee Ready Educational Environment Measure (DREEM) – A generic instrument for

measuring students' perceptions of undergraduate health professions curricula." *Med Teach* 27:322–325. 2005.

4. Swift, L., Miles, S. & Leinster, S. "The Analysis and Reporting of the Dundee Ready Education Environment Measure (DREEM): Some Informed Guidelines for Evaluators". *Creative Education*, 4, 340-347. 2013.

Evaluación de la percepción del ambiente educacional por estudiantes de primer año de la FaCiMed que cursan la asignatura Introducción a la Biología Humana

López Presas, María Eugenia; Chafra, Verónica; Rodríguez, María Eugenia; del Mónaco, Silvana.

UNComa/ FaCiMed
Toschi y Arrayanes. Cipolletti. Río Negro. Argentina
mail

RESUMEN

El ambiente educacional en la formación profesional es uno de las principales determinantes en la trayectoria de los estudiantes durante la formación. Se realizó un estudio descriptivo transversal utilizando la encuesta DREEM con el objetivo de evaluar el ambiente educacional según lo perciben los estudiantes de la materia Introducción a la Biología Humana de la FaCiMed (UNComa) entre 2015 y 2016, comparando la percepción del mismo antes y después de la implementación de cambios en las estrategias de enseñanza. Las puntuaciones medias resultaron similares en ambos grupos, evidenciando una percepción del ambiente más bien positiva. La percepción resultó significativamente mejor en la Cohorte 2016 en el dominio Auto-Percepción Académica y en ítems particulares. En relación a la propuesta de enseñanza, se valoraron positivamente aspectos relacionados con la adquisición de habilidades, motivación y perspectivas de logros. Las áreas que los estudiantes perciben como debilidades se refieren a la cantidad y nivel de detalle de los contenidos y a la falta de un sistema de apoyo para los estudiantes que sufren de estrés. Se lograron identificar en el ambiente educacional de la materia fortalezas y áreas en las que debe ser mejorado.

Palabras clave: Ambiente Educacional, DREEM, Enseñanza-aprendizaje.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis de los factores implicados en el desempeño y trayecto estudiantil es de crucial importancia en la evaluación de la eficacia del diseño curricular y pedagógico en la formación profesional del médico. Nos interpela como docentes de una asignatura que forma parte del Ciclo Introductorio de la Carrera de Medicina, el elevado porcentaje de estudiantes que resultan desaprobados y deben recurrir, como también el abandono y la deserción durante los primeros 2 años de su trayecto por la Educación Superior. Esto es producto de un desgranamiento inicial que tiene que ver tanto con la tasa de fracaso estudiantil como con el abandono espontáneo. La tasa de fracaso estudiantil, a primera vista, se considera un resultado de la brecha existente entre los modelos pedagógicos de

los niveles medio y superior, pero tiene que ver también con otras variables que incluyen: el nivel socio económico de los estudiantes, la integración académica y social e interacción en el ambiente de aprendizaje, la prevalencia de aspectos individuales como la motivación, intereses y habilidades, entre otros. Otros factores implicados en el fracaso estudiantil incluyen la infraestructura, la organización institucional y fundamentalmente, las prácticas educativas y el profesorado.

Considerando este escenario como un punto de partida diagnóstico o línea de base, la cátedra Introducción a la Biología Humana ha llevado adelante durante los últimos años, un plan de adecuación pedagógico-curricular de la asignatura que abarca tanto los contenidos, la estructura de las clases como el carácter de las mismas y las estrategias didácticas, a fin de acercar el formato instruccional desde un

enfoque fuertemente transmisivo, centrado en el profesor, hacia un enfoque más centrado en el estudiante. Las actividades desarrolladas en el contexto de la clase son concebidas considerando la construcción de saberes contextualizados y significativos para los estudiantes. El proceso implicó como aspectos principales la transformación del trabajo en el aula en un espacio para la resolución de casos y situaciones problema en pequeños grupos y la incorporación de diversas instancias de evaluación formativa en clase. Tal adecuación es un trayecto, que requiere de estrategias de evaluación que permitan identificar qué aspectos se deben fortalecer y qué aspectos se deben reformular a fin de mejorar la calidad de la enseñanza. Existen diversos enfoques para la evaluación de los espacios formativos. Uno de los más abarcativos y ampliamente utilizados es la evaluación del ambiente educacional (2). El ambiente educacional es un concepto amplio en la dimensión de enseñanza-aprendizaje definido por las condiciones físicas, sociales, económicas así como las interacciones que allí tienen lugar. Este concepto resulta relevante por su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el caso de las Instituciones educativas el ambiente incluye el espectro completo de componentes y actividades personales e interpersonales en las que tiene lugar la formación, por lo que actúa como un determinante del proceso de aprendizaje.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad del ambiente educacional según lo perciben los estudiantes de la materia Introducción a la Biología Humana de la Facultad de Ciencias Médicas (UNCOMa) durante los ciclos lectivos 2015 y 2016, comparando la percepción del ambiente antes y después de la implementación de cambios en las estrategias de enseñanza

2. Marco Teórico

El ambiente educacional en la formación profesional es una de las principales dimensiones del nicho de los estudiantes en el

ambiente de enseñanza-aprendizaje. Se define como ambiente o clima las condiciones físicas, sociales, económicas de un determinado lugar o institución así como las interacciones que allí tienen lugar. Se puede concebir como una propiedad emergente percibida o experimentada por los actores y que resulta de un sistema en el que se interrelacionan el entorno físico, social y psicológico, lo que incluye el clima emocional e intelectual, las relaciones interpersonales, el estilo comunicacional, el contexto institucional, las prácticas pedagógicas, entre otros. En la educación superior, este ambiente puede ser un poderoso condicionante de la negociación de significados que tiene lugar en el proceso de aprendizaje. De este modo, el ambiente educacional resulta un determinante que afecta tanto el proceso formativo en sí, como la calidad de vida de los alumnos y demás actores institucionales (2). La percepción de los estudiantes acerca de su entorno educacional impacta de manera significativa en sus conductas y desempeño académico, por lo que la calidad del ambiente académico se relaciona con la efectividad de los programas formativos. Entender las relaciones entre los diferentes aspectos del ambiente de enseñanza es crucial para hacerlo más efectivo y plantear estrategias de mejoramiento del diseño curricular. Para evaluar el ambiente educacional, Roff et al, diseñaron y publicaron la escala DREEM (“Dundee Ready Education Environment Measure”), utilizando el método Delphi a partir de un panel de expertos conformado por 100 profesores en Ciencias de la Salud provenientes de 20 países, y subsecuentemente validado en diferentes contextos educacionales. Esta encuesta se compone de 50 ítems relativos a tópicos relevantes en el clima educacional, que se responden mediante una escala de Likert de 5 opciones. Es genérica, de aplicación internacional y no asociada con niveles culturales específicos, por lo que es un instrumento validado y efectivo para la exploración del ambiente educacional en la enseñanza de la medicina. Las propiedades psicométricas de la encuesta DREEM han

sido evaluadas extensivamente así como su validez en diferentes contextos y traducciones (4). En la formación de grado, la DREEM ha sido aplicada en escuelas de medicina y de odontología de distintos países, como Canadá, Brasil, Perú, Chile, Estados Unidos, Turquía, Gran Bretaña, Irlanda, India, Arabia Saudita, Argentina, Grecia, Pakistán, entre otros. Ha sido utilizada como herramienta diagnóstica, para establecer comparaciones entre grupos diferentes así como dentro de grupos, y para establecer la relación de la percepción del ambiente educacional con otras medidas, como la performance académica, etc. (4).

3. Desarrollo del trabajo

Se llevó a cabo un estudio descriptivo transversal por medio de la utilización de la encuesta DREEM en la exploración de la percepción del ambiente educacional por dos poblaciones de estudiantes de la Materia Introducción a la Biología Humana: los que cursaron la materia en el año 2015 (Cohorte 2015) y los que cursan la materia actualmente (Cohorte 2016). La encuesta DREEM se compone de 50 ítems relativos a tópicos relevantes en el clima educacional, que se responden mediante una escala de Likert de 5 opciones: 4= Completamente de acuerdo; 3=De acuerdo; 2= No sabe/está Inseguro; 1= En desacuerdo; 0= Completamente en desacuerdo. Los ítems 4, 8, 9, 17, 25, 35, 39, 48 y 50 contienen proposiciones en negación, por lo que los puntajes se computan invertidos.

El análisis de los resultados se DREEM mide en 5 dominios o subescalas:

1. Percepción del aprendizaje (ítems 1, 7, 13, 16, 20, 22, 24, 25, 38, 44, 47 y 48), que evalúa la percepción que los estudiantes tienen acerca de las estrategias de enseñanza en términos de metodologías, actividades, objetivos.
2. Percepción de los Docentes (ítems 2, 6, 8, 9, 18, 29, 32, 37, 39, 40 y 50), que evalúa las percepciones de los estudiantes acerca de los docentes en términos de habilidades

comunicacionales, manejo disciplinar, competencias docentes y clínicas.

3. Auto-percepción Académica (ítems 5, 10, 21, 26, 27, 31, 41 y 45) que evalúa la percepción que los estudiantes tienen acerca de su trayectoria académica en términos de adquisición de habilidades, desarrollo de estrategias de aprendizaje, alcance de logros.
4. Percepción de la Atmósfera (ítems 11, 12, 17, 23, 30, 33, 34, 35, 36, 42, 43 y 49) que evalúa las percepciones de los estudiantes acerca de la atmósfera institucional y social, tanto dentro como fuera del aula.
5. Percepción Social (ítems 3, 4, 14, 15, 19, 28 y 46) que evalúa las percepciones de los estudiantes acerca del ambiente físico de la Institución así como de estructuras de apoyo académico y social.

Los resultados de la encuesta DREEM pueden ser evaluados en tres niveles (1, 3): por puntaje o score total, por subescalas o por ítems individuales. El máximo puntaje posible es de 200 puntos, que es indicativo de una percepción ideal del ambiente educativo, el puntaje mínimo es de 0. La interpretación de los puntajes para caracterizar el ambiente se basa en el siguiente criterio:

- Entre 0-50 puntos: Ambiente muy pobre.
- Entre 51 -100 puntos: Ambiente con muchos problemas.
- Entre 101-150 puntos: Ambiente más positivo que negativo
- Entre 151-200: Ambiente excelente.

La interpretación de los puntajes para caracterizar el ambiente en cada uno de los dominios se basa en el siguiente criterio:

1. Dominio Percepción del Aprendizaje:
 - Entre 0-12 puntos: Muy pobre
 - Entre 13-24 puntos: La enseñanza se percibe en forma negativa
 - Entre 25-36: La percepción de la enseñanza es más ben positiva.
 - Entre 37-48: La percepción de la enseñanza es muy buena.

2. Dominio Percepción de los Docentes
 - Entre 0-11: Pésimo.
 - Entre 12-22: Necesitan algo de reentrenamiento.
 - Entre 23-33: En la dirección correcta,
 - Entre 34-44: Docentes modelo.
3. Auto Percepción Académica:
 - Entre 0-8: Sentimientos de total fracaso.
 - Entre 9-16: Muchos aspectos negativos.
 - Entre 17-24: Sentimientos más bien positivos.
 - Entre 25-32: Confiado.
4. Percepción de la Atmósfera:
 - Entre 0-15: Ambiente pésimo.
 - Entre 13-24: Muchos aspectos necesitan cambiar.
 - Entre 25-36: Percepción más bien positiva.
 - Entre 37-48: Percepción general buena
5. Percepción Social:
 - Entre 0- 7: Miserable.
 - Entre 8-14: No es un buen lugar.
 - Entre 15-21: No tan mal ambiente social.
 - Entre 22-28: Muy buen ambiente social.

El análisis de los ítems individuales de la encuesta permite identificar aspectos particulares del ambiente educacional. Los ítems con puntuaciones media $\geq 3,5$ representan áreas particularmente fuertes; los ítems con media $\leq$ requieren particular atención porque indican áreas problemáticas, y los ítems con medias entre 2 y 3 resultan aspectos en los que el ambiente puede ser mejorado (1, 4). Para un análisis más profundo, se recomienda tener en cuenta los ítems donde el porcentaje de Acuerdo/Completamente de Acuerdo es menor que el 50%, el porcentaje de No Sabe/Está Inseguro es mayor al 30% y el porcentaje de En Desacuerdo/Completamente en Desacuerdo es mayor al 20% (4)

La encuesta fue entregada en soporte papel en Julio de 2015 a los alumnos de la Cohorte 2015, y en formato digital por medio de la plataforma de la UNComa (PEDCO) en el

mes de Junio de 2016 a los estudiantes de la Cohorte 2016. Todas las encuestas fueron anónimas. Los datos obtenidos fueron analizados con el software SPSS v.19. Las variables categóricas fueron presentadas con frecuencias y porcentajes, las variables numéricas por medio de medias y desvíos estándar. Para la comparación entre las dos Cohortes se utilizó el Test *t*; para la comparación de medias de variables con más de dos categorías se utilizó ANOVA de una vía (4). El nivel de confianza se estableció en $p \leq 0,05$.

4. Discusión

Los datos demográficos se resumen en las Tablas 1 y 2. Un total de 1514 estudiantes respondieron la encuesta, 551 de la Cohorte 2015 y 963 de la Cohorte 2016. La proporción de sexo fue más alta para las mujeres, siendo el 70,8% e la Cohorte 2015 y el 74,9 en la Cohorte 2016, versus el 28,9% y 25,1% de varones respectivamente. En relación a la nacionalidad, en ambas Cohortes la mayoría, 94,2% e 2015 y 93,3% en 2016, fueron Argentinos; la siguiente nacionalidad en porcentaje fue la Chilena, con un 4,5% en 2015 y un 3,4% en 2016: Las demás nacionalidades incluyeron Colombianos, Brasileños y otros con porcentajes menores al 2%. En 2015, el 55,7% eran ingresantes a la carrera, el 28,1% eran recursantes por primera vez, el 7,1% recusantes por segunda vez y el 8,7% habían recurrido la materia más de dos veces. En La Cohorte 2016, los ingresantes eran el 58,2%, los recursantes por primera vez el 24,6%; los que recursan la materia por segunda vez el 11% y los que recuraron más de dos veces el 6,2%. El promedio de edad en el 2015 fue de 19 años, en 2016 de 20.

Tabla 1: Datos demográficos I					
		2015		2016	
		n	%	n	%
N		551	100	963	100
Sexo	F	390	70,8	721	74,9
	M	159	28,9	242	25,1
Nacionalidad	Argentina	519	94,2	898	93,3
	Chilena	25	4,5	33	3,4
	Colombiana	2	,4	13	1,3
	Brasileña	4	,7	3	,3
	Otro	1	,2	16	1,6
Recurso	NO	307	55,7	560	58,2
	SI, UNA VEZ	155	28,1	237	24,6
	SI, DOS VECES	39	7,1	106	11,0
	SI, MÁS DE DOS VECES	48	8,7	60	6,2

Tabla 2: Datos demográficos II								
2015					2016			
	Media	DS	Mín	Máx	Media	DS	Mín	Máx
Edad	19,97	3,279	17	55	20,07	3,806	15	64
Ingreso	2014,28	1,077	2006	2015	2015,20	1,286	2006	2016

Las medias y desvíos de las puntuaciones totales y por dominio de la encuesta DREEM para cada Cohorte se resumen en la Tabla 3 y en el Gráfico 1. En el análisis general, las puntuaciones obtenidas indicaron que la percepción del ambiente educacional es el mismo para las dos Cohortes. El Score total mostró que el ambiente se percibe *más positivo que negativo* (Cohorte 2015: $131,48 \pm 19,12$; Cohorte 2016: $130,50 \pm 19,01$). No se encontró diferencia significativa entre las Cohortes ($p = ,392$).

Tabla 3: Media de Scores total y por Dominios de cada Cohorte Comparación de la percepción del ambiente entre cohortes					
	Cohorte 2015		Cohorte 2016		p
	n	Media (DS)	n	Media (DS)	
Score Total	396	131,48 (19,12)	963	130,50 (19,00)	,392
Percepción del Aprendizaje	493	33,25 (5,47)	963	32,95 (4,94)	,289
Percepción de los Profesores	490	31,38 (5,71)	963	30,89 (5,88)	,128
Auto-Percepción Académica	491	19,64 (4,69)	963	20,54 (4,39)	,000
Percepción de la Atmósfera	473	29,74 (5,17)	963	29,17 (4,99)	,046
Percepción Social	517	17,23 (4,08)	963	16,93 (3,97)	,181

Test t para comparación de medias entre Cohorte 2015 y Cohorte 2016. La diferencia es significativa en $p \leq 0,05$

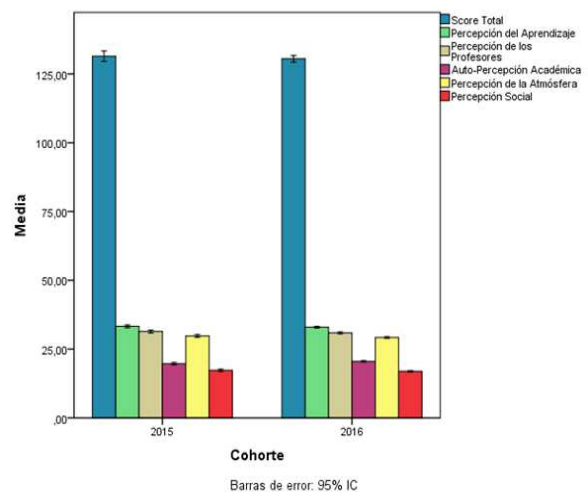


Gráfico 1. Medias de puntuaciones Total y por Dominios para cada Cohorte

El dominio **Percepción del Aprendizaje** el resultado arrojó una *percepción de la enseñanza es más ben positiva* en los dos grupos estudiados (Cohorte 2015: $33,25 \pm 5,47$; Cohorte 2016: $32,95 \pm 4,94$). Dentro de este dominio, el ítem 25: *La enseñanza en la Facultad pone demasiado énfasis en el aprendizaje de detalles* arrojó una media ≤ 2 en ambas Cohortes. En relación a los porcentajes, el ítem 48: *La enseñanza en la Facultad está demasiado centrada en los docentes* resultó en ambas Cohortes con un porcentaje de Acuerdo $\leq 50\%$, de No Sabe/Está inseguro $\geq 30\%$ de Desacuerdo $\geq 20\%$. No se encontraron diferencias significativas entre las Cohortes en este Dominio ($p = ,289$).

En el dominio **Percepción de los Profesores**, el resultado para ambos grupos fue *en la dirección correcta* (Cohorte 2015: $31,38 \pm 5,71$; Cohorte 2016: $30,89 \pm 5,88$). Dentro de este Dominio, resultó con media $\geq 3,5$ en ambas Cohortes el ítem 2: *Los docentes conocen las materias que dictan*. Con media ≤ 2 en la Cohorte 2016 resultó el ítem 9: *Los docentes son autoritarios*; aunque en este punto el 42% de los estudiantes expresó Acuerdo y el mismo porcentaje Desacuerdo. Porcentajes similares se obtuvieron en la Cohorte 2015 (44,1% de Acuerdo y 38,4% en Desacuerdo). El ítem 49: *Siento que puedo hacer todas las preguntas*

que quiero obtuvo alto porcentaje de Desacuerdo en ambas Cohortes.

En el dominio **Auto Percepción Académica** y en ambas Cohortes, los resultados fueron *sentimientos más bien positivos* (Cohorte 2015: $19,64 \pm 4,69$; Cohorte 2016: $20,54 \pm 4,39$), pero la diferencia entre medias resultó significativa con $p=0,000$, siendo más alta en la Cohorte 2016. Los resultados se muestran en el Gráfico 2. En este Dominio, en el 2015 el ítem 5: *Los métodos de estudio que tenía antes todavía me sirven* tuvo una media ≤ 2 , aunque el 49,4 % se manifestó en Desacuerdo, mientras que el 42% expresó Acuerdo. Este ítem registró una media más alta en 2016 ($\bar{X} = 2,11$), pero con similares porcentajes de Acuerdo y Desacuerdo (Acuerdo: 48,5%; Desacuerdo: 38,6%). Los ítems con Desacuerdo $>20\%$ fueron, en ambas Cohortes los ítems 26: *Lo aprendido el año pasado fue una buena base para el trabajo de este año*; y 27: *Soy capaz de memorizar todo lo que me es necesario*, mientras que sólo lo obtuvo en la Cohorte 2015 el ítem 22: *La enseñanza en la Facultad está suficientemente preocupada de desarrollar mi confianza*. Los ítems con Acuerdo $< 50\%$ en 2015 fueron los ítems 22 y 27, mientras que en 2016 estos porcentajes suben, siendo 57,2% y 51,2% respectivamente. El ítem 10: *Tengo la confianza de que voy a pasar este año en ambas Cohortes* resultó con No Sabe $>30\%$.

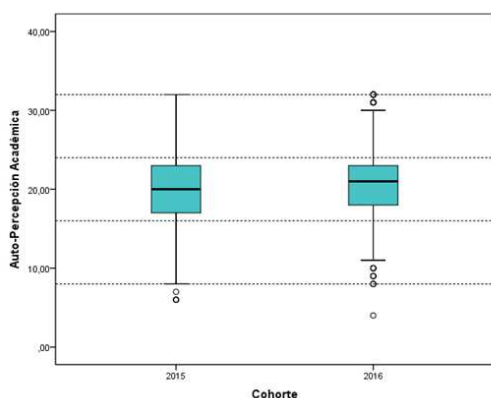


Gráfico 2. Medias del Dominio Auto-Percepción Académica para cada Cohorte

El dominio **Percepción de la Atmósfera** resultó en una *percepción más bien positiva*

para ambos grupos (Cohorte 2015: $29,74 \pm 5,17$; Cohorte 2016: $29,17 \pm 4,99$), pero con una diferencia significativamente más alta para la Cohorte 2015, con $p=0,046$. Los resultados se ilustran en el Gráfico 3. En ambos grupos, el ítem 17: *En la Facultad, la copia en los exámenes constituye un problema*, obtuvo una media ≤ 2 . También en ambas Cohortes obtuvieron % Desacuerdo >20 los ítems 35: *Mi experiencia en la Facultad ha sido desalentadora*; 42: *El disfrute de mis estudios en la Facultad pesa más que la tensión que éstos me generan* y 50: *Los estudiantes causamos irritación a los docentes*. Mientras que el ítem 36: *Soy capaz de concentrarme bien*, tuvo alto % de Desacuerdo sólo en 2015. Los ítems con % Acuerdo < 50 fueron para ambos grupos; 11: *El ambiente es relajado durante las visitas docentes de los servicios hospitalarios*; 17 y 50. Esta percepción es así también en el 2015 para el ítem 34: *El ambiente en los seminarios, clases y prácticas tutoriales es relajado*, pero no en 2016. Los ítems con No Sabe $>30\%$. Son los mismos para las dos Cohortes: 11; 34: *El ambiente en los seminarios, clases y prácticas tutoriales es relajado* y 50.

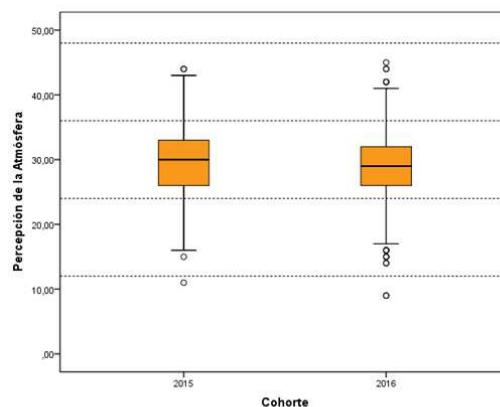


Gráfico 3. Medias del Dominio Percepción de la Atmósfera para cada Cohorte

El dominio **Percepción Social** dio como resultado *no tan mal ambiente social* (Cohorte 2015: $17,23 \pm 4,08$; Cohorte 2016: $16,93 \pm 3,97$), sin diferencia significativa entre ambas ($p=0,181$). En las dos Cohortes el ítem 3 obtuvo una media ≤ 2 *Hay un buen sistema*

de apoyo para los estudiantes que sufren de estrés; aunque en los dos grupos los % Acuerdo fueron bajos (2015: 15,3%; 2016: 21,6%); los % No Sabe fueron altos (2015: 53,2%; 2016: 46%) y los % Desacuerdo altos (2015: 31,5%; 2016: 32,4%). No hay diferencias entre grupos tampoco en los demás ítems en los que el % Desacuerdo es alto, 4: *Estoy demasiado cansado para disfrutar los cursos que estoy tomando*; 14: *Rara vez me aburro en los cursos que estoy tomando*; 28: *Rara vez me siento solo* y 46: *Los ambientes físicos de la Facultad son agradables*. En ambos grupos, el % Acuerdo es bajo para el ítem 4: *Estoy demasiado cansado para disfrutar los cursos que estoy tomando*.

El análisis comparativo de las medias de los ítems individuales para cada Cohorte que arrojaron diferencias significativas en $p \leq 0,05$ se resume en la Tabla 4.

	2015		2016		p
	Media	DS	Media	DS	
ITEM 1	2,94	,968	3,16	,730	,000
ITEM 4	2,10	1,168	1,91	1,100	,002
ITEM 5	1,81	1,366	2,11	1,216	,000
ITEM 6	2,64	,918	2,76	1,018	,021
ITEM 8	2,91	1,080	2,67	1,114	,000
ITEM 9	2,12	1,237	1,98	1,164	,029
ITEM 10	2,59	1,090	2,73	1,002	,008
ITEM 11	2,14	,558	2,23	,610	,007
ITEM 14	2,43	1,150	2,61	1,022	,002
ITEM 19	2,87	1,011	2,66	1,065	,000
ITEM 22	2,23	1,092	2,52	,982	,000
ITEM 23	2,62	1,032	2,40	1,047	,000
ITEM 27	2,14	1,154	2,28	1,077	,017
ITEM 29	2,58	,940	2,67	,845	,050
ITEM 31	2,80	,874	2,98	,856	,000
ITEM 32	2,86	,927	3,03	,818	,000
ITEM 35	2,67	1,165	2,42	1,108	,000
ITEM 39	2,70	1,166	2,41	1,121	,000
ITEM 44	2,90	,933	2,74	1,018	,002
ITEM 46	2,71	1,166	2,54	1,155	,006
ITEM 50	2,16	1,123	1,98	1,031	,002

Los ítems que mostraron una media significativamente más alta en 2016 son; 1: *Se me estimula a participar en clases*; 5: *Los métodos de estudio que tenía antes todavía me sirven*; 6: *Los docentes tienen paciencia con los pacientes*; 10: *Tengo la confianza de*

que voy a pasar este año; 11: *El ambiente es relajado durante las visitas docentes de los servicios hospitalarios*; 14: *Rara vez me aburro en los cursos que estoy tomando*; 22: *La enseñanza en la Facultad está suficientemente preocupada de desarrollar mi confianza*; 27: *Soy capaz de memorizar todo lo que me es necesario*; 29: *Los docentes son buenos dando "feedback" (retroalimentación) a los estudiantes*; 31: *He aprendido mucho sobre la empatía en mi futura profesión*; 32: *En la Facultad, los docentes nos hacen críticas constructivas*. Estos ítems representan mejorías que pueden ser atribuidas al cambio de propuesta pedagógica.

Los ítems que mostraron una media significativamente más baja en 2016 son: 4: *Estoy demasiado cansado para disfrutar los cursos que estoy tomando*; 8: *Los docentes ridiculizan a los estudiantes*; 9: *Los docentes son autoritarios*; 19: *Mi vida social es buena*; 23: *El ambiente es relajado durante las clases teóricas en el auditorio*; 35: *Mi experiencia en la Facultad ha sido desalentadora*; 39: *Los docentes se molestan y alteran en clases*; 44: *La manera de enseñar me estimula a aprender por mí mismo en forma activa*; 46: *Los ambientes físicos de la Facultad son agradables* y 50: *Los estudiantes causamos irritación a los docentes*.

5. Conclusión

El ambiente educacional es percibido en forma más bien positiva en la Materia Introducción a la Biología Humana de la FaCiMed. Esta percepción general, así como su desglose por Dominios, es la misma en la Cohorte 2015 y 2016. Estos resultados muestran que existen áreas en las que el ambiente educacional puede ser mejorado sustancialmente. La comparación entre las Cohortes 2015 y 2016, a fin de examinar si el cambio de enfoque pedagógico se traduce en una mejora del ambiente educacional indicó que las diferencias estadísticamente significativas que representan una mejoría en la percepción del ambiente se remiten al

Dominio Auto Percepción Académica, de manera que podemos concluir que los estudiantes, frente a una propuesta pedagógica en la que se ven involucrados en forma activa en el aula, tienen una mejor percepción de su propia trayectoria académica, desarrollo de habilidades, construcción de aprendizajes y logros. En el análisis de ítems individuales, se observa en la Cohorte 2016 en forma significativa mejor percepción en aspectos que se relacionan en forma directa con el formato instruccional, como la participación en clase (ítem 1), la motivación y confianza (ítems 10, 14, 22, 31); la interacción con los docentes (ítems 29 y 32). La mejor percepción de los docentes en relación a los pacientes y servicios hospitalarios, podría tener que ver con la incorporación de un médico al plantel docente de la Cátedra. Dentro de los ítems que mostraron una percepción significativamente más baja en 2016, algunos se relacionan también en forma positiva con el cambio planteado por la Catedra, en virtud del cual existe un mayor acercamiento y relación entre los profesores y los estudiantes (ítems 8, 35, 39, 44 y 50), esto coincide con el enfoque tutorial puesto en marcha. Otro aspecto positivo que surge como un área de fortaleza y en común entre las dos Cohortes es el dominio disciplinar del plantel docente de la Cátedra.

Los aspectos que representan áreas problemáticas, dentro del análisis por dominios, tienen que ver con la Percepción de la Atmósfera, significativamente menor el 2016, que evidencia un detrimento en cómo los estudiantes estiman los aspectos generales de la Institución dentro y fuera de aula. En el análisis por ítems surgen aspectos negativos que no muestran cambios en el 2016, como la percepción de la falta de un sistema de apoyo a los estudiantes que sufren de estrés (ítem 3). En relación al currículo, hay consenso en que *“la enseñanza pone demasiado énfasis en el aprendizaje de detalles”* (ítem 25) de manera que los estudiantes lo perciben con una sobrecarga de contenidos. En la misma línea, en ítems como *“la enseñanza de la Facultad está demasiado centrada en los docentes”* (ítem 48) y *“siento que puedo*

hacer todas las preguntas que quiero” (ítem 49) que refieren a aspectos pedagógicos, se encuentran en el 2016 porcentajes de Desacuerdo y de No Sabe/está Inseguro altos. Esto podría tener que ver con la heterogeneidad de los profesores en términos de formación docente. Es evidente que los procesos de cambio en el enfoque instruccional, para poder traducirse en prácticas verdaderamente efectivas deben trascender los límites de la propuesta de cambio, y su puesta en marcha debe ser acompañada por un trayecto de formación del profesorado. La evaluación y comparación del ambiente educacional ha permitido, no sólo identificar los aspectos que van encaminados en la dirección correcta así como aquellos que pueden y deben ser mejorados, sino también hacer un diagnóstico de los factores que deben acompañar los procesos de cambio en las propuestas pedagógicas. Los resultados obtenidos en este trabajo, a fin de identificar a un nivel más profundo sus alcances, podrían ser completados con una investigación cualitativa por medio de entrevistas.

6. Referencias

1. McAleer S, Roff S., “A practical guide to using the Dundee Ready Education Environment Measure (DREEM)”. In: Genn JM, editor. Curriculum, environment, climate, quality and change in medical education: A unifying perspective. AMEE Education Guide No. 23. Dundee, Scotland: AMEE. pp 29–33. 2001
2. Roff S, McAleer S., “What is educational climate? In: JM Genn (Editor), Curriculum, environment, climate, quality and change in medical education: A unifying perspective”. AMEE Education Guide No. 23 pp. 3–4. Dundee, Scotland: AMEE, 2001.
3. Roff S. “The Dundee Ready Educational Environment Measure (DREEM) – A generic instrument for

measuring students' perceptions of undergraduate health professions curricula." *Med Teach* 27:322–325. 2005.

4. Swift, L., Miles, S. & Leinster, S. "The Analysis and Reporting of the Dundee Ready Education Environment Measure (DREEM): Some Informed Guidelines for Evaluators". *Creative Education*, 4, 340-347. 2013.

Evaluación por competencias: Experiencia de su aplicación en la asignatura taller de laboratorio en el Profesorado de Química.

Baratta, Andrea; Carbajal, Luciana; Miguens, Angélica y Texeira Javier.

Centro Regional de Profesores del Litoral (CERP) Salto, ROU.
Casilla postal 50000. Florencio Sánchez 398
Email: javtex@gmail.com

Resumen: En tercer año de profesorado de Química en la asignatura Taller I “Diseño de actividades experimentales”, como parte fundamental de su trabajo anual se diseñan diversas prácticas de laboratorio. Entre ellas, la más compleja ha sido la realización de secuencias prácticas donde se simulan accidentes como forma de inducir a la consciencia en el uso de las normas de seguridad en el laboratorio. Esta y otras prácticas son diseñadas e implementadas por el grupo, que intenta poner en práctica la evaluación por competencias. Así se logra implementar de forma consensuada una evaluación por logros de actividades, combinada con la consecución de tres competencias elegidas como claves por el grupo. La calificación de los logros con complejidad y nota creciente, se promedia con la calificación de las tres competencias; estas últimas son evaluadas según la cantidad (cuantas de las tres) y el grado de consecución de cada competencia.

La evaluación lograda se entiende que favorece el trabajo al impulsar al grupo en la búsqueda de los objetivos parciales, discutir frecuentemente los logros y los procesos que estos han activado en cada integrante. Por ende es ampliamente recomendada para el trabajo en talleres o grupos de investigación dado que es formativa y de fácil aplicación.

Palabras clave: Competencias, evaluación, prácticas.

Introducción

En la asignatura Taller I, “diseño de actividades experimentales” ubicada en tercer año de formación para los futuros docentes de química de educación media. El grupo compuesto de tres alumnas y el profesor, intenta una evaluación por competencias, en momentos donde la formación docente Uruguay estudia la posibilidad de organizar el curriculum en torno a ellas. Tratando de innovar en este año lectivo y compartiendo los conceptos de Martínez (2012) en cuanto a que “La creatividad requiere entonces, experimentar ejercicios de libertad profesional que permitan observar desde nuevos ángulos y con nuevos paradigmas”; se busca romper con las evaluaciones clásicas. Se diseña una forma de trabajo que comprenda enseñanza por competencias, con ésta nueva modalidad entendemos también, habría que experimentar cambios en las evaluaciones.

Se resuelve de esta forma trabajar en varias actividades de complejidad creciente en cuanto a las herramientas conceptuales y el grado de autonomía de los alumnos. El desarrollo de actividades experimentales es parte del trabajo de la asignatura, al igual que el empleo de las técnicas de laboratorio, pero hacerlo con la intención de indagar la aplicación concreta de una enseñanza por competencias sería la innovación o nueva experiencia.

Marco teórico

Se concuerda con Caamaño et. al., (2011), en que no hay un significado unánime en la bibliografía sobre el significado de “competencia”. Éste autor la define como el desempeño de una capacidad en un

determinado contexto; o un sistema de capacidades que se activan para lograr un objetivo. Tampoco hay un acuerdo en cómo hacer operativos estos conocimientos a la hora de evaluar o enseñar por competencias, entre otros problemas. La evaluación así, es uno de los puntos más complejos en la formación por competencias, la que implicaría una reforma del sistema educativo. Conduce a una evaluación por procesos, por lo tanto, no se evalúa un resultado sino todo el proceso de aprendizaje, en el que a su vez interfiere el contexto, la motivación, los sistemas simbólicos y el desarrollo cognitivo. Ello implica hacer un seguimiento al proceso de aprendizaje desde la motivación misma hasta la ejecución de la acción y su consecuente resultado (Salas 2005). En base a Gómez (2002) se estudian dos de tres metodologías propuestas para realizar trabajos por competencias, ellas son:

Trabajo por proyectos, a partir de una situación problema se desarrollan procesos de aprendizaje y de construcción de conocimiento, vinculados al mundo exterior. Resolución de problemas, esta metodología permite hacer una activación, promoción y valoración de los procesos cognitivos cuando los problemas y tareas se diseñan creativamente.

Se eligen estas metodologías porque son las más adecuadas al curso, el trabajo en proyectos es fundamental en la asignatura lo que induce a la investigación, a la contrastación de hipótesis en conjunto con la resolución de problemas planteados.

Desarrollo

En acuerdo con las ideas planteadas anteriormente, se resuelve trabajar en el diseño de varias actividades experimentales nuevas, donde se discuta cada paso a dar por el grupo, cuidando que cada actividad este diseñada para la aplicación prevista. **En una primera instancia se realiza una práctica en el curso de nivelación inicial** (Propedéutico) para los alumnos de primer año. El profesor expone la idea general de la práctica a efectuar y metodología de trabajo. Luego cada alumno asume un papel en la orientación de la práctica donde como objetivo busca hacer un repaso y profundizar en técnicas básicas de química analítica de una forma divertida. El diseño de la actividad comprende el empleo de técnicas de volumetría unidas secuencialmente para detectar mediante el gusto la mínima concentración posible de cloruro de sodio en agua. Para resolver éste problema los alumnos del propedéutico asesorados por el grupo, debían preparar soluciones de concentraciones salinas conocidas a partir de diluciones o pesadas directas con los cálculos correspondientes.

Al discutir los resultados de la primera instancia (logros) y las competencias que se piensa que han sido cumplidas por parte del grupo de taller I. Se elijen tres competencias fácilmente contrastables y que figuran en la bibliografía para poder evaluarlas sencillamente, en esta y las siguientes instancias. Estas competencias deberían estar comprendidas dentro de las metodologías de trabajo, en proyectos y resolución de problemas que fueron anteriormente establecidas, en base a (Caamaño et al. 2011) las tres competencias elegidas fueron: De capacidades conceptuales “*capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas*”, para ello, como aprendizaje básico se propone establecer relaciones de integración entre conceptos, modelos y teorías científicas; emplear estos conceptos modelos y teorías para solucionar problemas en diferentes contextos. De capacidades metodológicas “*capacidad de formular conclusiones fundamentadas*”, buscar y seleccionar fuentes de información relevantes, interpretar los resultados, formular conclusiones coherentes con los resultados obtenidos. De las capacidades actitudinales, “*capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales*”, valorar positivamente el sentido crítico y el saber empleado, valorar positivamente la autonomía personal y actuar con fundamentos y con criterios propios. Estas competencias son las que se tratan de lograr y serán evaluadas en su consecución dentro de cada una de las actividades.

Luego de la discusión del logro o no de las mismas se acordó que se cumplieron parcialmente en la primera actividad y se decide crear una escala que reuniera

experiencias anteriores de evaluación por logro que en el taller habían dado buen resultado (Bianchinotti et al. 2015) y la nueva idea de experimentar en evaluación por competencias. **Así se llega a la construcción de un sistema dual de evaluación por logros y competencias.** A modo de ejemplo en la actividad preparada para el propedéutico se asigna un 7 cuando ésta se realiza satisfactoriamente. (Tabla1). Entre todo el grupo se reconoce por discusión, que se logro una competencia y las otras dos parcialmente lo que corresponde a un 8 (Tabla2). De esta forma la nota a todo el grupo es un 8 puesto que el promedio es 7,5. La calificación es grupal pero podría aplicarse individualmente. Por experiencias anteriores se elije una evaluación grupal (Bianchinotti et al. 2015).

Tabla 1: Se presenta la lista de actividades consideradas logros y las notas que se les asignaron por consenso.

Logros	Nota
Propedéutico	7
Diseño de Práctica de Seguridad	9
Presentar la práctica en CERP- salto	9
Presentar en CERP- Colonia	10 a 11
Presentar en Congreso o Publicar	12

Tabla 2: Se muestran las notas que se asignan en función del grado de cumplimiento de las tres competencias en cada actividad.

Competencias							
Capacidades conceptuales	No	No	No	Media	Si	Si	Si
Capacidades metodológicas	No	No	Media	Media	Media	Si	Si
Capacidades actitudinales	No	Media	Media	Media	Media	Media	Si
Nota	1 a 3	4	5	6	7 a 8	9 a 11	12

Al ajustar ésta forma de evaluación se efectúan sugerencias de cómo efectivizar la adquisición de las competencias, así en base a la experiencia de la primera aplicación, **se hacen recomendaciones para poder lograr estas habilidades:**

* Luego de lograr el experimento deseado, consultar y citar bibliografía que lo justifique, que explique los cálculos, el proceso o incluso la norma trabajada.

* Prestar especial atención en que cada alumno explicita y defienda su postura al decidir algo en grupo.

En una segunda instancia se enfrento el desafío de diseñar una nueva práctica desde cero donde

el docente se incorpora totalmente al grupo. El objetivo es crear conciencia de respetar las normas de seguridad. Entre todos se diseña una secuencia de prácticas de generación y determinación de volúmenes de gases, reacciones ácido- base y cálculos de reactivos limitantes. A medida que se realizan estas prácticas se simulan accidentes que fueron planeados y ensayados por el grupo de taller pero desconocidos por los alumnos que ejecutarán las prácticas.

1- Primera práctica: generación y recolección de gas a partir de bicarbonato de sodio y ácido clorhídrico.

Se parte del armado de dispositivo con un matraz Erlenmeyer de 250 ml con un tapón perforado que contiene un tubo de desprendimiento, al que se le coloca un pequeño globo para recoger el gas. Al matraz se le coloca una punta de espátula de bicarbonato de sodio y 30 ml de ácido clorhídrico 5M. Se agrega el ácido y el gas infla el globo, se realizan las formulas y discusión.

Simulación: En el transcurso del armado del dispositivo ocurre el primer accidente, como consecuencia de la ruptura del tubo de desprendimiento se produce un corte en las manos. El sangrado se imita a partir de sangre artificial elaborada en el taller y contenida en un pequeño globo en las manos de quien manipula y simula el accidente con un anillo de punta.

El mensaje a destacar es el uso de guantes y lentes para la manipulación de éstos materiales.

2- Segunda práctica: reacción ácido-base.

Se coloca un tubo de ensayo que contiene gel de agar-agar y fenolftaleína a baño maría a la temperatura de 70°C para licuarlo. A esta solución se le agregará hidróxido de sodio provocando el cambio de color. Se discute los pK y rango de viraje de los diferentes indicadores tomando como ejemplo la fenolftaleína.

Simulación: Al intentar licuar agar-agar sólido con fenolftaleína a 70°C (temperatura determinada por el grupo que no genera lesiones pero causa la sensación de quemado) se le solicita a un participante que tome el tubo. En general al no emplear guantes o pinzas se “queman”. Luego de este accidente se coloca con una jeringa hidróxido de sodio en un tubo con agar-agar sólido y fenolftaleína provocando un cambio de color en él.

El mensaje a destacar es el uso de guantes o pinzas para la manipulación de objetos calientes.

3- Tercera práctica: determinación del volumen obtenido de un gas..

Se diseña el dispositivo a utilizar, que cuenta de una botella plástica unida a un caño con una válvula de escape, al que se le coloca en el otro extremo un globo para la recolección del gas. Se colocan 8g de carburo de calcio (cantidad calculada y probada para lograr el efecto con seguridad) y agua contenida en un globo mas un dispositivo de pinchado del globo. Todo esto

dentro de la botella de plástico de 2 litros que se conecta al tubo con la válvula y el globo. Al globo que se utiliza para la recolección del gas, se le introduce purpurina de colores, sin que los participantes lo sepan.

Luego de tener todas las sustancias y el dispositivo listo se produce el estallido del globo que contiene agua. La reacción comienza generando gas que infla el globo con purpurina.

Se explica el objetivo real de las practicas como excusa para abordar el tema de seguridad en el laboratorio,

Se expone a los alumnos una presentación donde se explican las normas de seguridad; regalando luego a los participante un adhesivo con las normas trabajadas.

Simulación: la cantidad de carburo y agua con el tiempo de 11 segundos para abrir la válvula de escape son pensados para que el globo explote y “manche” de purpurina a todos los participantes.

El mensaje es siempre emplear lentes de seguridad.

Esta práctica se ensaya varias veces y luego es presentada en el centro de estudios a dos grupos de alumnos para su discusión. Finalmente presentada en otro centro educativo.

El logro de la presentación (Tabla 1) y el grado de cumplimiento de las competencias (Tabla 2) son discutidas e integradas a nota mediante su promedio. Cabe destacar que esta misma práctica es luego presentada a otro centro de estudios y como actividad final se considera la escritura y publicación del presente trabajo.

Discusión

El trabajo por competencias favoreció el análisis de cómo se logran los objetivos y los conocimientos puestos en práctica, así como el manejo o no de las técnicas de laboratorio. En este sentido se coincide con Fernández (2010), en que “La evaluación de competencias se basa entonces en el acceso a fuentes múltiples y variadas de información con el fin de determinar si los estudiantes han alcanzado el nivel esperado de desarrollo de competencias, así como un grado suficiente de dominio de los recursos vinculados a cada competencia”. Se entiende que la evaluación lograda aporta eficazmente al trabajo en taller, permitiendo hacer una metacognición de nuestro trabajo y favoreciendo el clima de aula como lo demuestran los testimonios de las alumnas de la clase:

Luciana: “En lo personal los trabajos de taller suelen aportarme la oportunidad de proyectar ideas que en ciertos cursos pueden quedar un poco de lado, el hecho de poder innovar, soñar y por sobre

todo proyectarlo. Si tuviera que verle algo negativo a ésta experiencia creo que sería el tiempo que nos lleva, la exigencia y demás...pero creo que sirve mucho como crecimiento personal y también valoro primordialmente la relación interpersonal que generamos con el docente y los compañeros que nos hace crecer en conocimientos y por sobre todo en valores, el respetar y poder compartir las ideas de los demás en conjunto con las nuestras”.

Andrea: “Desde mi punto de vista como alumna pienso que es una buena alternativa innovar, ya que en este caso se va a partir de actividades experimentales y a través de estas se pueden adquirir nuevos aprendizajes. En el caso de la práctica que se está realizando, se llegará por medio de la práctica a las normas de seguridad que han de tenerse en cuenta cuando se trabaja en un laboratorio manipulando diferentes sustancias e instrumentos. Por ende puedo decir que esta práctica además de ser innovadora es positiva ya que por “ensayo y error” se van a adquirir los conocimientos necesarios sobre que normas se han de tener presente al momento de realizar un práctico”.

Angélica: - “Tenemos espacios para poner en práctica nuestras ideas; trabajamos en equipo, con respeto, confianza y seriedad. Tenemos un clima de trabajo cálido y armonioso, por lo tanto es más fácil expresar lo que una piensa y siete - por lo tanto los logros se hacen más evidentes”.

A su vez si bien no se hizo especial hincapié se entiende que se ha logrado también la competencia de “Enseñanza para la comprensión”. Que sería enfocar el proceso de aprendizaje hacia la comprensión mediante la organización de imágenes y las representaciones en diferentes niveles para que los estudiantes aprendan a comprender y por consiguiente lograr conciencia sobre cómo ellos comprenden. Comprender es el proceso por el cual se asimilan las representaciones y se les otorga un significado (Gómez 2002).

Habría también que reflexionar que este grupo es muy reducido son tres alumnas y en el taller se cuenta con 4 horas de 45 minutos semanales a disposición del desarrollo de este tipo de experiencias, lo que se ve como una ventaja para el trabajo. Es por esto que se recomienda esta modalidad para trabajos en taller o clases muy reducidas donde cada alumna puede explicitar sus ideas y discutir las con todos los demás. Sin embargo al igual que otros autores se opina que el trabajo en competencias plantea varias dificultades en la planeación de actividades concretas para el aula, donde frecuentemente se dispone de poco tiempo y hay una gran carga de contenidos a intentar adquirir o enseñar. Se coincide con Díaz (2006) en que la enseñanza por competencias y su evaluación, para no transformarse en una propuesta más debe enfrentar

varios problemas “En todo caso el reto del enfoque de las competencias en la educación es enorme, ya que requiere clarificar su propia propuesta, lo cual significa construir un lenguaje que contenga tanto su propuesta como sus límites”. Se requiere evitar así, la diversidad tan amplia de interpretaciones que desde la perspectiva de las competencias se están elaborando en el campo de la educación. Al mismo tiempo, se debe explorar con mayor cuidado las dimensiones pedagógicas de un tema, que evidentemente reinicia una discusión sobre el sentido del aprendizaje, pero que sin embargo la mayoría de los autores lo abordan, lo omiten o lo desconocen (Díaz, 2006).

Conclusión

La modalidad de evaluación combinando logros y competencias es formativa e impulsa el trabajo responsable en grupos chicos.

Debe haber lineamientos (claros y conocidos) iniciales para los alumnos de cómo lograr las competencias que luego se evaluarán.

Se puede lograr una evaluación en competencias sin perder calidad en cuanto a los contenidos curriculares si se trabaja de esta forma.

Referencias

Bianchinotti, Y.; Dávila, B.; Díaz, A.; Palacios, C.; Sánchez, M. y Texeira, J. “EXPERIMENTANDO SE APRENDE Herramientas motivadoras para favorecer la enseñanza de la Química”. <http://aqa.org.ar/pdf102/cd/01-ANM/01-032.PDF>

Caamaño, A.; Ametller, J.; Cañal, P.; Couso, D.; Gallastegui, J.; Jimenez, M.; Justí, R.; Pinto, R.; de Pro, A.; Sanmartí, N. 2011. Didáctica de la física y la química. Grao. Barcelona. 214.p.

Díaz Barriga, A. 2006. El enfoque de competencias en la educación. ¿Una alternativa o un disfraz de cambio? Perfiles Educativos. Vol. XXVIII, núm. 111, pp. 7-36, Df. México.

Fernández, A. 2010. “La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria”. <http://red-u.net/redu/index.php/REDU/article/view/144>

GÓMEZ E. 2002. Lineamientos pedagógicos para una educación por competencias. Capítulo del libro: El concepto de competencia II. Una mirada interdisciplinar. Santa fe de Bogotá. Sociedad Colombiana de Pedagogía.

Martínez, H. 2012. En “La práctica pedagógica en entornos innovadores de aprendizaje” ANEP. Montevideo.27-33p.

Salas Zapata, W. 2005. “FORMACIÓN POR COMPETENCIAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR. UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL A

PROPÓSITO DEL CASO COLOMBIANO”
Revista Ibero americana de educación. Numero 39/9
[http://file:///C:/Documents%20and%20Settings/biologia3/Mis%20documentos/Downloads/1036Salas%20\(2\).PDF](http://file:///C:/Documents%20and%20Settings/biologia3/Mis%20documentos/Downloads/1036Salas%20(2).PDF).

Experiencias de incorporación de tecnologías digitales en el aula para la mejora del proceso de Enseñanza Aprendizaje

Prodanoff, Fabiana; Juanto, Susana

Universidad Tecnológica Nacional/ Facultad Regional la Plata. Grupo IEC
60 y 115, La Plata, Argentina
fabianaprodanoff@gmail.com

RESUMEN

Los estudiantes contemporáneos son los que nacieron a partir de 1980, y viven en un contexto donde las tecnologías digitales impregnan su vida cotidiana.

Con el fin de incorporar al aula esta tecnologías, es que el Grupo de Investigación IEC ha desarrollado e implementado diferentes estrategias didácticas, a saber: el uso de la plataforma Moodle para el seguimiento y evaluación de las actividades realizadas; el empleo de programas interactivos para auto evaluación (Hot Potatoes); utilización de sensores y adquisidores de datos para el desarrollo de laboratorios reales y simulaciones para laboratorios virtuales.

El diseño de este material se realizó en el marco referencial de la teoría de Aprendizaje Significativo Crítico propuesta por Marco Antonio Moreira.

El objetivo final de estas experiencias es permitir que los estudiantes desarrollen las competencias propias de un profesional creativo y participativo, incluyendo una formación lógico-deductiva, capacidad para resolver problemas y habilidad para la expresión oral y escrita.

Palabras claves: Estrategias didácticas, física, química, NTIC, experiencia docente.

1. INTRODUCCIÓN

Los estudiantes que hoy se encuentran transitando nuestras aulas son representativos de la generación conocida como NML (New Millennium Learners) [1]. Los NML se caracterizan por haber nacido en la época donde ya la Tecnología estaba desarrollada de tal forma que no pueden prescindir de la misma.

El desafío como docentes de esta nueva generación es encontrar las estrategias didácticas que los motiven, ser capaces de guiarlos en la búsqueda de información en lugares idóneos como así también ser los precursores de nuevas fuentes de divulgación, entre otros.

Según plantea Francesc Pedró “Cada vez serán más los estudiantes que tendrán que aprender a navegar a través de grandes cantidades de información y a dominar el cálculo y otros temas complicados para participar plenamente en una sociedad cada vez más tecnológica” [2].

Debe tenerse en cuenta que los estudiantes se encuentran en un proceso de maduración que debe ser acompañado a fin de generar las competencias y los valores necesarios para su futuro profesional.

El reconocer que la tecnología no puede quedar fuera de nuestras aulas, en especial para las asignaturas de los primeros años de la carrera de Ingeniería y, además, teniendo presente la necesidad de acompañar a los estudiantes en:

- la formación del pensamiento lógico-deductivo.
- la capacidad de modelar los fenómenos naturales y especialmente los relacionados con aplicaciones en ingeniería.
- el desarrollo de las habilidades para expresarse en forma oral y escrita.

es lo que nos ha impulsado generar variadas estrategias que involucren estos y otros conceptos que creemos importantes.

2. Marco Teórico

El material didáctico se desarrolló tomando como marco referencial la teoría de Aprendizaje Significativo Crítico propuesta por Marco Antonio Moreira [3].

El aprendizaje significativo crítico, según el autor, es aquella perspectiva que permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Se trata de una perspectiva antropológica en relación a las actividades de su grupo social, que permite al individuo participar de tales actividades, pero, al mismo tiempo, reconocer cuándo la realidad se está alejando tanto que ya no se está captando por parte del grupo.

Con el fin de facilitar el aprendizaje significativo crítico, el autor propone algunas estrategias para su implementación en el aula desde un enfoque crítico teniendo presente lo que ocurre normalmente en ella. Entre ellas:

- **Principio de la interacción social y del cuestionamiento.** Ser capaces de generar preguntas que den lugar a que el estudiante busque las respuestas.
- **Principio de la no centralidad del libro de texto.** Comprometerse a utilizar todo tipo de documentación idónea al tema a tratarse.
- **Principio del aprendizaje por el error.** No desechar el error sino introducirlo como, parte del proceso de enseñanza aprendizaje.
- **Principio del des aprendizaje.** La retención de la información útil y relevante.
- **Principio de incertidumbre del conocimiento.** Reconocer que no hay una verdad absoluta.

3. Propuesta de trabajo en el aula

Se considera el aula como un lugar de encuentro entre docentes y estudiantes, invitando a un trabajo colaborativo en los que se suceden alternativamente diferentes momentos pedagógicos, en orden creciente de participación de los estudiantes.

Es así, que en una misma clase se puede dar lugar a:

- Actividades mediante el uso de pizarrón o presentaciones en PowerPoint.
 - Experiencias físicas o químicas como disparadoras de un tópico a analizar.
 - Trabajos grupales para ser contados al grupo de clase.
 - Uso de simulaciones para la verificación de algún tópico.
 - Las actividades de laboratorio fueron puestas bajo uso en casi la totalidad de las clases, sea para mostrar experiencias que confronten saberes previos e inviten a la reflexión, o para que los estudiantes releven datos que les permitan manipular los elementos para obtener conclusiones dando origen a la elaboración de los respectivos informes [4].
- La incorporación de sensores de fuerza, de presión, de movimiento, de rotación, de corriente, voltaje, campo magnético, temperatura, etc. que, por medio de interfaces, se conectan en las PC permiten obtener rápidamente los datos y analizarlos. También se han empleado registros fotográficos y de video, a partir de los cuales, con software específico, es posible obtener datos y procesarlos. Para cada uno se ha diseñado una ficha docente indicando las posibles modalidades y metodología de aplicación. Como ejemplo, la determinación experimental del campo magnético y Movimiento Armónico Amortiguado, Tensión y fuerza neta con y sin roce, Movimiento Circular [5].
- Realización de ejercicios interactivos, a través de la página WEB del Grupo IEC (<http://www.frlp.utn.edu.ar/materias/iec/multchoice.html>) que permiten la autoevaluación del estudiante, brindando además respuestas

que completen su formación [6], realizados con software gratuito (Hot Potatoes).

- Se generó un espacio en Internet de rápida comunicación que permitiera el intercambio de material didáctico. De entre todas las posibilidades que brinda la red, se optó en particular por la utilización de los BLOGS, medio de comunicación que dada la simpleza en su creación ha posibilitado la difusión de información científica debida y no debidamente documentada. Este medio abrió la posibilidad de un contacto dinámico y constante en el tiempo en la relación docente – estudiantes, y estudiantes – estudiantes, más allá de la relación áulica física [7].

Estos momentos pedagógicos son, en lo posible, realizados en el mismo espacio físico, y con la participación activa de todo el grupo de clase, que de esa manera pueden organizar e intercambiar sus roles adaptándose de manera activa a los requerimientos del proceso de enseñanza aprendizaje y los tiempos de los estudiantes. Todo esto se realiza bajo la consigna de reducción al mínimo posible de las exposiciones docentes a fin de permitir la participación activa de los estudiantes.

Por otro lado, se han desarrollado guías de actividades a través de la Plataforma MOODLE. Éste sistema brinda la posibilidad de generar un escenario virtual (online) donde los estudiantes son enfrentados a diferentes situaciones problemáticas, permitiendo monitorear en forma sistematizada y automática el trabajo que allí realicen. Esto tiene como objetivo incentivar el estudio fuera del horario lectivo y el seguimiento de la materia. El sistema permite detectar falencias generales para ser reformuladas, además de individualizar las dificultades de aprendizaje que permiten desarrollar actividades particulares atendiendo a la diversidad.

También se creó un foro en la misma plataforma para que los estudiantes pudieran debatir abiertamente, ya sea con sus compañeros o con los docentes del curso, los temas en los que tuvieran dudas, así como también aportar material de interés al curso y asistir en el proceso de aprendizaje-enseñanza.

4. Integración vertical y horizontal

Un hecho ampliamente observado en las aulas de ingeniería es la gran deserción de estudiantes durante los primeros años. Esto puede deberse a que en los primeros años no encuentran una vinculación entre sus motivaciones como futuros ingenieros y los contenidos desarrollados en las asignaturas básicas. Es por esto que se plantea la necesidad de incluir temas de vanguardia en el área de la Ingeniería que involucrasen conceptos acordes a los de la asignatura. A modo de ejemplo se puede mencionar la experiencia realizada con referencia la tecnología termosolar. Considerando el contexto socio-cultural en el que la crisis energética es una problemática instalada, los aportes que se realicen en los primeros años de su carrera serán relevantes para su futura inclusión en el mercado laboral.

El tema incluye principalmente conceptos ópticos, termodinámicos y eléctricos. La meta que se planteó fue presentar una situación problemática, fuera de las situaciones tradicionales de la bibliografía de la cátedra de Física II, Electricidad y Magnetismo, en donde los estudiantes calcularon las características elementales de una planta termosolar utilizando la información propia del área, la ya adquirida en otras asignaturas y también la información encontrada en sitios web de calidad académica y profesional verificada.

Otra integración se realizó entre Química y Matemáticas, a través del tema radiactividad, en el cálculo del tiempo de vida media de las partículas radiactivas, y analizando el uso del material: El tema de radiactividad no es usualmente abordado como trabajo de laboratorio, por eso nos pareció ilustrativo ampliar las actividades de los alumnos a través de TIC: tanto a través de ejercicios interactivos para mejorar su formación de conceptos y su argumentación (integración Física/Química), como a través de la simulación y ajuste de datos (integración entre Matemáticas, TIC, Física y Química). El uso de TIC en este caso pretende lograr mayor participación de los estudiantes que en una clase expositiva, y dado que no se aborda como laboratorio real, intentamos una aproximación a laboratorio virtual [8].

5. Conclusión

La mecánica de seguimiento se llevó a la práctica mediante la confección de una base de datos sobre la cual se volcó toda la información recopilada tal como asistencia, puntajes obtenidos en las evaluaciones, entrega de informes de laboratorio, realización de las actividades en MOODLE, entrega de prácticos, exposición de temas especiales, etc., en forma permanente durante todo el año lectivo.

La utilización de las tecnologías informáticas fue muy bien recibida por los estudiantes, al ser evaluados mediante una encuesta anónima donde expresaron que el 90% de ellos se encontraron satisfecho por el modo de trabajo. Además, en dicha encuesta expresaron que las experiencias de integración les resultó motivadora permitiéndoles comprender en forma más general los distintos tópicos.

Muchos estudiantes han encontrado que las actividades vía Moodle les sirve tanto para su auto-evaluación, como para incentivar su inserción en el curso y, en pos de asegurarse una nota conceptual que los ayude a afrontar con más seguridad las evaluaciones, se disponían al estudio cotidiano. Esto se evidenció en una mayor asistencia y participación en las clases y en los resultados de las evaluaciones de acreditación.

En general se observó que el aprendizaje propiciado por los EVA (Entornos Virtuales de Aprendizaje) permite que el estudiante organice libremente su tiempo de estudio, puede ampliar temas de su interés, en otras palabras, puede autogestionar su aprendizaje. Además, el sistema de respuesta (retroalimentación) instantánea así como la discusión entre estudiantes, mediada por el docente, favorece la motivación y refuerza el aprendizaje.

6. Referencias

- [1] N. Howe & W. Strauss. "Millennials rising: The next great generation" New York: Vintage Books. 2000.
- [2] F. Pedró. "Tecnología para la mejora de la educación". Fundación Santillana. 2014.
- [3] M. A. Moreira. "Aprendizaje Significativo Crítico". Indivisa, Bol. Estud. Invest. 6, 83-101 2005. ISSN: 1579-3141
- [4] N. Baade; F. Prodanoff; J. Stei, D. Alustiza, "Integración metodológica en búsqueda de un acercamiento al pensamiento científico en alumnos de Ingeniería" en "Formando al Ingeniero del siglo XXI", Editorial de la Universidad Nacional de Salta, Salta. 2008
- [5] L. Zerbino; N. Baade; E. Devece; R. Del zotto G. Attilio; M. Chancel; J. Ronconi. "[Abordaje del Movimiento Armónico Utilizando TIC'S en la Clase Teórico-Práctica-Laboratorio](#)" Universidad Nacional de Catamarca. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. CDD 530.071 1. ISBN 978-950-746-220-7. 2013
- [6] D. U Djirikian; C. A. López; C. D. Chong Arias; S. Juanto. "[Química: Ensayando Evaluación Formativa en Entornos Virtuales de Aprendizaje](#)". XVII Reunión de Educadores en la Química. 1, 176-180. 2015.
- [7] F. Prodanoff; C. Wallace; D. Alustiza; J. Stei, L. Zerbino. "El uso de Internet y los hábitos de estudio de los estudiantes universitarios". REF XVI. Repensando la enseñanza de la Física. ISBN- 13: 978-950605-600-1. Edición electrónica N° 127. Resúmenes pag 122. 2009.
- [8] J. Urruspuru, C. Chong, S. Juanto, N. Baade. "Prácticas, contextos y experiencias en la Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza" III Jornadas de Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza. I Congreso Regional de Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza. 2014.

Experiencias exitosas en Ciencias Básicas en una Universidad Chilena

Dra. Corona V. María Cecilia
Santiago _ Chile

corona800@gmail.com

- 1) Enseñanza de las Ciencias Básicas en los diferentes niveles del Sistema educativo
Enseñanza de las ciencias básicas en las diferentes carreras universitarias

RESUMEN

Desde hace algunos años, se implementó un cambio en los lineamientos de la enseñanza de las ciencias básicas en la Facultad de Ingeniería de una Universidad Chilena, hacia un enfoque por competencias que consideró: la actualización de los planes y programas; una metodología docente de reforzamiento inmediato; un sistema de evaluación en línea; el diseño de material didáctico; el aula virtual; pruebas formativas; atención personalizada (Reforzamiento Académico Tutorial), concurso “Ciencias sin Fronteras”; reforzamiento permanente; escuela de ayudantes, actividades con apoyo de los celulares inteligentes al interior del aula, además de cursos de perfeccionamiento a los docentes.

Los avances en aprendizaje y motivación son significativos, la brecha entre lo que los alumnos saben y cuánto saben acerca de cómo aprender al ingresar a la Universidad, sigue existiendo.

En la actualidad el proyecto dispone de gran cantidad de información acerca de cómo funcionan o cómo pueden ser optimizadas las condiciones de aprendizaje de los estudiantes en los cursos iniciales de ciencias básicas. Adicionalmente, el interés manifiesto y el desarrollo importante que tienen las tecnologías de la información, sugieren la conveniencia de intensificar su uso por parte de alumnos y docentes en un ambiente de Investigación y Desarrollo.

Consecuentemente se propuso la optimización de las acciones actualmente en curso, un proceso sistemático para la incorporación de las referidas tecnologías en el aula, el desarrollo, la medición y documentación sistemática de las acciones realizadas.

Se persiguió resolver este problema bajo el Marco del plan estratégico de la Universidad y Facultad de Ingeniería impulsando la efectividad y calidad académica del proceso educativo a través de la calidad del cuerpo académico, la virtualización de la educación y la calidad y funcionalidad de los modelos educativos, cuyo resultado se cuantifica en su impacto en el rendimiento académico que alcanzan los estudiantes en las asignaturas de ciencias básicas, en cuanto al nivel de dificultad asociada a estos logros.

Palabras clave: Innovación, Aprendizaje en el aula, Tecnología,

1. INTRODUCCIÓN

Mediciones hechas a través de pruebas de diagnóstico muestran que existe una profunda brecha entre los conocimientos requeridos -en las ciencias básicas- y los conocimientos efectivos que trae la gran mayoría de los

jóvenes que ingresan a estudiar ingeniería en la Universidad. Asimismo, estudios realizados sobre los estudiantes recién ingresados -a través de encuestas realizadas por la Universidad- muestran una importante dispersión en los estilos de aprendizaje. También, por la observación que hacen los

profesores sobre el comportamiento de sus estudiantes, se concluye que ellos muestran importantes deficiencias en métodos de estudio y en general, exhiben dificultades en el uso del idioma escrito y hablado. Además la ausencia de motivación, ausencia de disposición para el respeto de las normas que los procesos de aprendizaje de las ciencias conllevan y un marcado desinterés por el estudio son otras características detectadas en los nuevos estudiantes.

Estas condiciones provocan un bajo desempeño académico en más del 60% de los estudiantes recién ingresados, lo que se traduce en desmotivación y en un lento avance curricular, lo que provoca un impacto negativo en los índices de deserción, así como en las tasas de titulación oportuna.

Existe entonces la necesidad de nivelar conocimientos específicos y formar competencias genéricas en los estudiantes a partir del primer año de ingeniería, con el propósito de conseguir aquello que es la esencia del quehacer universitario: lograr que el aprendizaje efectivamente ocurra en los estudiantes. Para ello, no basta con acometer - como ha sido la forma clásica- la enseñanza de las materias propias de la ingeniería y sus especialidades, sino que es necesario también emprender esfuerzos para dotar a los estudiantes de las herramientas que les permitan tener verdaderas posibilidades de éxito en sus estudios.

El tema abordado es bastante representativo de lo que ocurre actualmente en la educación superior chilena y reviste alta importancia en el mejoramiento de la calidad de la educación.

A partir de la información recolectada en los diagnósticos mencionados, se realizaron esfuerzos sistemáticos, en los últimos tres años, para mejorar y adaptar permanentemente el proceso de enseñanza-aprendizaje a las características de sus estudiantes, lo cual se ha traducido en: Creación del Departamento de Ciencias Básicas, el cual alberga las asignaturas de Matemática y Física de todas las carreras de Ingeniería de la Facultad, criterios para la definición y actualización de los planes y programas de estudio; la introducción y

apropiación de una metodología docente de reforzamiento inmediato; el desarrollo de un sistema de evaluación en línea; el desarrollo y publicación de material didáctico de apoyo a las asignaturas en el aula virtual construida sobre la plataforma Moodle; la publicación de pruebas formativas en el aula virtual para que los estudiantes ejerciten libre y permanentemente; la atención personalizada a través del R.A.T.; la realización de actividades motivadoras como un concurso denominado “Ciencias sin Fronteras”; el reforzamiento permanente a través de una Cartelera de actividades docentes adicionales al programa normal de las asignaturas; la implementación de una escuela de ayudantes y al perfeccionamiento docente; Los resultados de estas acciones se cuantifican en su impacto en el rendimiento académico que alcanzan los estudiantes en las asignaturas de ciencias básicas, en cuanto al nivel de dificultad asociada a estos logros y a su relación con el modelo curricular con enfoque por competencias, constatándose que los rendimientos mejoraron sustancialmente, además el nivel de dificultad del logro se ha incrementado significativamente.

Por lo anteriormente expuesto cabe preguntarse ¿El uso de la tecnología al interior del aula unido con diferentes recursos metodológicos fortalecen la enseñanza - aprendizaje de los estudiantes?

El objetivo general que se planteó es el siguiente: Mejorar integralmente la calidad del proceso formativo de los estudiantes a través del perfeccionamiento de la transferencia de contenidos y de los procesos de evaluación, además de producir un cambio significativo en el rol del profesor, aumentando la disponibilidad, la comunicación y dedicación hacia los estudiantes, optimizando la aplicación del Sistema con Reforzamiento Inmediato con utilización de los medios tecnológicos necesarios.

Para ello uno de los objetivos específicos es: Implementar metodologías didácticas activas en la sala de clases a través del uso de tecnologías locales y móviles (tabletas y celulares inteligentes).

2. Marco Teórico

Desde la perspectiva teórica, la educación superior es el último eslabón del sistema educativo, el cual da acceso al mundo del trabajo, y como tal es el espacio en donde se logra evidenciar a plenitud y de manera más explícita, el despliegue de las múltiples herramientas de las ciencias de la educación. Uno de los avances conceptuales, más destacables en educación superior, es la enseñanza basada en competencias desarrollado por el Proyecto Tuning para el aseguramiento de la calidad educativa orientada hacia la inserción laboral (González; Wagenaar; Beneitone, 2004). Se observa así el curriculum a través de la creación de mallas curriculares cada vez más novedosas, basadas en competencias, las que se encuentran sometidas a constante cambios debido a revisiones asociadas a las propias variaciones del mundo laboral, como también al surgimiento de nuevos campos del conocimiento.

Por otra parte, se realiza el despliegue de diversas metodologías para la enseñanza-aprendizaje, en donde destacan las ideas del aprender haciendo, y el aprender a aprender, las más características son: las metodologías basadas en problemas (ABP), en simulaciones (EBS), etc. Asociadas a ellas se encuentran también la exploración de las más variadas herramientas tecnológicas. Algunas instituciones de educación superior, por ejemplo, han instalado diversos procesos de compensación de habilidades para la enseñanza - aprendizaje a nivel superior, en donde se trata de sistematizar e instalar procesos para la matemática, apostando a que de esta manera, se facilitará la tarea de los estudiantes en el desarrollo exitoso del curso de cada una de las asignaturas (Echevarría, 2002). El desafío del educador de educación superior queda supeditado, no solo al traspaso del conocimiento acumulado sobre una disciplina sino que a la formación de herramientas de tipo cognitivas de carácter superior, tales que permitan a los estudiantes habilidades como: el manejo de modelos teóricos, la resolución de problemas, como la creación de modelos y el análisis de estos a partir de un pensamiento crítico. Siempre en

el contexto de aproximar hacia la realidad, es decir, en contextos de situaciones complejas y de dinámica cambiante. (Himmel, Erika, 2003).

Así bajo el modelo de las competencias, se espera que el docente sea capaz de seleccionar los medios adecuados dentro de la metodología que asuma la institución o que sea más afín al conocimiento por enseñar. El ofrecer una teoría capaz de explicar como acontece en el estudiante el aprendizaje, es el desafío mayor que se puede presentar desde la perspectiva cognitiva, en la obra de Jean Piaget se encuentran una serie de elementos, que podrán permitir, hipotetizar una relación entre conocimiento matemático o físico y la cognición humana en el aprendizaje, con ello se busca brindar un pequeño marco referencial de comprensión.

En términos del *aprendizaje cooperativo* referido a un amplio y heterogéneo conjunto de métodos de instrucción estructurados, en los que los estudiantes trabajan juntos, en grupos o equipos, ayudándose mutuamente en tareas generalmente académicas (García, R, et al, 2001), se puede avanzar en la concreción de nuevas estrategias como lo son las tecnologías móviles, utilizadas al interior del aula

Silva-Peña et al.(2006) señalan que dentro de los medios por los cuales los jóvenes adquieren conocimiento acerca del manejo de la tecnología, se destaca el autoaprendizaje y el ensayo y error. Los jóvenes mencionan que muchas veces es más fácil aprender intentando hacer cosas solos, ya sea por ensayo y error o con la ayuda de manuales o tutoriales que encuentran en internet. Ahora es conveniente explorar el uso de celulares y tablets en la enseñanza – aprendizaje a nivel superior, estos aunque no fueron creados con este objetivo, se pueden aprovechar sin lugar a duda para estos efectos.

Según Bravino y Margaría (2014) en los últimos años se está imponiendo la denominación *mobile-learnig* o *m-learnig*, para identificar a los procesos de enseñanza-aprendizaje con apoyo en estos dispositivos móviles. Se han realizado variadas investigaciones para analizar experiencias concretas de aprendizaje con el uso de estos

dispositivos se destaca el estudio en América Latina (Unesco -2012) que indica que este tipo de experiencias aún son aisladas, debido especialmente a los costos elevados de Internet, como así también a las políticas de los Centros Educativos. Se puede incluir también una investigación que tuvo lugar en la Universidad de Baja California, México (Organista Sandoval, 2013) donde da cuenta que a los estudiantes les resulta más fácil aprender con la ayuda de un celular.

3. Desarrollo del trabajo

La presente investigación se desarrolló en la Universidad, en los cursos de Matemáticas y Física de las carreras de Ingeniería, adscritas al Departamento de Ciencias Básicas. Este trabajo se realizó por los docentes de las carreras y liderado por la Directora del Departamento, quienes se encuentran buscando, analizando e implementando sistemas que faciliten el aprendizaje y den cuenta del logro de las competencias que los estudiantes deben desarrollar en esta etapa de su formación. Todos los estudiantes participaron en esta investigación. En esta etapa, de acuerdo a los “clase a clase” diseñados al comienzo de semestre, se implementaron todas las actividades que fueron establecidas para su ejecución, tales como: Sistema con Reforzamiento Inmediato, Uso de Tecnologías Digitales, Reforzamiento Académico Tutorial, uso del Moodle, Carteleras y el Proyecto Integrador. Además en el semestre 2015-02 se implementó en la asignatura de Introducción a la Física, el uso de tecnología para aumentar la motivación y la participación de los estudiantes en la construcción mental de sus propios aprendizajes, guiados y acompañados por el cuerpo de profesores, actividades con apoyo de los celulares inteligentes para realizar durante la clase pequeñas experiencias, las que permiten transformar todos aquellos conceptos que antes eran intangibles en experiencias y actividades de laboratorio concretas, ya que se utiliza, por ejemplo, sensores de aceleración, sonido, velocidad

media, entre otros, para tomar datos y graficar en tiempo real,

4. Discusión

La motivación por la búsqueda de un método de enseñanza- aprendizaje que permita tener éxito en el aula, resulta ser la piedra filosofal de la educación escolar. La gran divergencia de resultados y la calidad de las formaciones se ven ampliamente reflejadas en el desempeño profesional, en la cantidad de profesionales, en el desarrollo tecnológico y científico propios de una nación.

En este contexto los docentes deben ser capaces de cuestionar el conocimiento mismo, como cuestionarse así mismo, respecto a cómo enseña y cómo podrá lograr que los estudiantes aprendan, esto mediante al estudio o investigación permanente respecto a lo que deberá enseñar, puesto que para ello se deberá utilizar criterios de las dimensiones epistemológicas, disciplinarias, psicopedagógicas y sociales. Por otro lado las instituciones deben ser capaces de incorporar en su quehacer académico capacitación para todos sus docentes lo que redundará en un compromiso con la institución y los estudiantes.

Las estrategias que se utilizaron dicen relación con el mejoramiento sustantivo de las condiciones de los estudiantes para lograr que su aprendizaje ocurra, medido a través de un desempeño más efectivo, del aumento en el rendimiento académico y de un avance más eficaz en su plan curricular. Para ello, es preciso dotar al estudiante con las capacidades y habilidades adecuadas para enfrentar sus estudios, así como también proveer de un ambiente de estudio motivador con las herramientas adecuadas para un aprendizaje efectivo y eficaz y un cuerpo docente de alto desempeño.

Forma parte de las estrategias el uso efectivo de Tecnologías de Aprendizaje Cooperativo (TAC) sustentadas en las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), implementando mejoras y fortaleciendo tanto la distribución de material didáctico como los sistemas de autoevaluación y evaluación formativa en línea. Asimismo, se utiliza en

forma intensiva el Moodle y las plataformas TAC para aumentar la motivación y la participación de los estudiantes en la construcción de sus propios aprendizajes, guiados y acompañados por el cuerpo de profesores.

También se intensificó la participación de los estudiantes en la sala de clase con la implementación de metodologías docentes que utilicen tecnologías móviles, como las tabletas y los celulares inteligentes. Se complementan las estrategias indicadas, con la capacitación y el perfeccionamiento de los profesores, para que ellos puedan conducir, con un alto desempeño, el aprendizaje de sus estudiantes haciendo uso de todas las herramientas tecnológicas que serán desplegadas a través de las TAC y las TICs.

Dicho esto se presenta la estadística del 2015-02 de la Asignatura Introducción a la Física que se utilizó lab4 physics, al interior del aula.

Se eliminaron todos los estudiantes que no cumplieron con el 75% de asistencia exigido por la Universidad y reprobaron la asignatura.

Asignatura: Introducción a la Física

	APROBADO S	REPROBADO S
%	91%	9%
TOTAL ALUMNO S	50	5

Explica las relaciones, las tendencias, las posibles generalizaciones de los resultados observados, sin dejar de discutir aquellos resultados inesperados que invaliden total o parcialmente alguna de las hipótesis iniciales del trabajo. Debe poner los resultados en relación con los de otros trabajos e indicar las posibles aplicaciones (o implicaciones teóricas) de los resultados de la presente investigación.

5. Conclusión

El uso de la aplicación como herramienta para motivar a los estudiantes y lograr un aprendizaje significativo fue positivo, ya que

la estadística indica que el 91% de los estudiantes lograron aprender y aprobar la asignatura.

Los alumnos se mantuvieron entusiasmados y enfocados la mayor parte del tiempo en la actividad, intentaron resolver los problemas que proponían las instrucciones, lo que permitió derribar el mito que el celular es un elemento distractor.

El diseño de la aplicación sumado a la metodología aplicada en la clase, promovieron la participación activa de los estudiantes, esto se confirma en la autoevaluación, ellos se manifiestan satisfechos con las actividades desarrolladas en el curso, donde aprendieron significativamente de forma interactiva y entretenida. Además de entregar conceptos, análisis y habilidades de reflexión de problemas, fomenta en los estudiantes una metodología de trabajo colaborativo, muy importante en el mundo desarrollado de hoy, donde las habilidades sociales y los trabajos en grupo son fundamentales para el desarrollo profesional. También hubo un aumento de la motivación y compromiso (incremento del promedio de asistencia a clases, asistencia al R.A.T, asistencias a las carteleras, generación de hábitos de estudio).

El uso de la tecnología al interior del aula unido con diferentes recursos metodológicos permitió mejorar integralmente la calidad del proceso formativo de los estudiantes con deficiencia, que acceden a estudiar, de tal manera que puedan enfrentar con éxito problemáticas propias de su campo de formación.

6. Referencias

- [1] Bravino y Margaría (2014), Dispositivos móviles: una experiencia en el aula de Matemática Financiera, ISBN: 978-84-7666-210-6 – Artículo 840, Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.
- [2] Echeverría, Benito (2002) Gestión de la competencia de acción profesional, Revista de educación educativa, vol. 20, n° 1 Ediciones Aljibe.

- [3] García, R, et al (2001), Aprendizaje Cooperativo: Fundamentos, características y técnicas. Madrid, CCS.
- [4] González; Wagenaar; Beneitone (2004), Revista Iberoamericana de Educación. N°35, pp 151-164
- [5] Himmel k., Erika (2003), Evaluación de aprendizajes en la educación superior: una reflexión necesaria. history. London: Rutledge.
- [6] Organista Sandoval (2013) Clasificación de perfiles de uso de smartphones en estudiantes y docentes de la Universidad Autónoma de baja California, México. Revista Complutense de Educación.
- [7] Silva-Peña I, et al (2006) Percepción de jóvenes acerca del uso de las tecnologías de información en el ámbito escolar. Última Década. [online], vol.14, n.24, pp. 37-60. ISSN 0718-2236. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-22362006000100003>.
- [8] UNESCO, (2012) Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura 7, place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia.

Hábitos de estudio en alumnos ingresantes al nivel universitario

**López Corral, Ignacio; Valenzuela, Ignacio Sebastián;
Moralejo, María del Pilar; Silbestri, Gustavo Fabián**

INQUISUR-CONICET; Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur,
Av. Alem 1253, B8000CPB Bahía Blanca, Argentina
tutores.quimica@uns.edu.ar

RESUMEN

En la actualidad, gran parte de los estudiantes que ingresan a la Universidad no obtiene buenos rendimientos académicos, lo cual los lleva a abandonar sus estudios. Como tutores del Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur, consideramos que una de las principales causas de este fenómeno radica en que los alumnos no han adquirido adecuados hábitos de estudio en niveles educativos anteriores.

Este trabajo tiene como propósito indagar sobre los hábitos de estudio que emplean los estudiantes ingresantes a la carrera de Licenciatura en Química de nuestra Universidad, y asimismo proponer la conformación de un espacio en el cual los mismos alumnos puedan generar métodos de estudio saludables. El análisis realizado revela que nuestros estudiantes no presentan dificultades al momento de aprobar asignaturas cuando su estudio puede limitarse a la memoria y a la ejercitación repetitiva, pero estas herramientas no son suficientes en asignaturas donde se requiere la integración de conceptos. De acuerdo a la información obtenida, consideramos que es sumamente apropiado realizar un taller en el que los estudiantes puedan trabajar junto a los docentes en la incorporación de hábitos de estudio que permitan optimizar recursos y tiempos, y aumentar así el rendimiento académico.

Palabras clave: Hábitos de estudio, Universidad, Taller.

1. INTRODUCCIÓN

De manera general, las universidades públicas argentinas han mantenido el criterio de ingreso abierto y de formación no arancelada, asumiéndose que la educación superior es un derecho y, consecuentemente, abre a los jóvenes posibilidades de inclusión cultural y de formación profesional. Sin embargo, Engstrom y Tinto emplean la metáfora de la puerta giratoria para referirse a la masificación del Nivel Universitario, ya que la supuesta apertura a la Universidad no es tal en tanto el alumno abandona sus estudios en las primeras etapas [1]. En efecto, según datos de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU), el 40% de los estudiantes, en la Argentina, abandona su carrera en el primer año [2].

Si bien las investigaciones sobre los factores asociados con el abandono de los estudios universitarios han crecido significativamente en nuestro país, se han realizado escasos estudios integradores que permitan alcanzar conclusiones generales sobre el estado del conocimiento en el tema [3]. No obstante, las investigaciones realizadas dan cuenta que, en la mayoría de los casos, las tasas de deserción más elevadas y los rendimientos académicos más bajos se observan en los estudiantes de primer año, por lo que es indispensable conocer los factores de mayor incidencia que conducen a esta situación.

Los motivos por los cuales los estudiantes no obtienen buenos rendimientos académicos en los primeros tramos de su formación universitaria son diversos. Como

tutores del Departamento de Química de la Universidad Nacional del Sur (UNS), consideramos que uno de los principales factores radica en que nuestros estudiantes no han adquirido, o bien no les han enseñado, un adecuado hábito de estudio en niveles educativos anteriores, lo cual en muchos casos los conduce a abandonar sus estudios. Cabe mencionar que muchos estudiantes no alcanzan buenos resultados por falta de inteligencia, sino por desinterés o apatía, o bien por organizar ineficazmente su tiempo o aplicar inadecuadas técnicas de estudio.

En este sentido, creemos que es de vital importancia brindar a los estudiantes ingresantes herramientas y espacios que les permitan reflexionar sobre sus actitudes y hábitos en relación con el estudio, de modo de elevar y potenciar su rendimiento académico, y garantizar así una formación integral sólida y de calidad. Es por ello que entendemos que puede resultar de suma utilidad el ofrecimiento de un taller sobre técnicas de estudio, en el que los estudiantes trabajen junto a los docentes sobre sus propios hábitos en la tarea de estudiar.

Este trabajo tiene como propósito indagar sobre la necesidad de conocer los hábitos de estudio de nuestros alumnos, y asimismo proponer en el ámbito del Departamento de Química de la UNS la conformación de un espacio en el cual ellos mismos puedan generar métodos de estudio saludables que los ayuden a mejorar su rendimiento académico.

2. Marco Teórico

De acuerdo al Diccionario de la Real Academia Española [4], un hábito es un “modo especial de proceder o conducirse adquirido por repetición de actos iguales o semejantes, u originado por tendencias instintivas”. Belaunde propone que el concepto de hábito de estudio se refiere al “modo cómo el individuo se enfrenta cotidianamente a su quehacer académico”. Sostiene, además, que el hábito de estudio “implica la forma en que el individuo se organiza en cuanto a tiempo, espacio,

técnicas y métodos concretos que utiliza para estudiar” [5].

A su vez, Tourón resalta la importancia de los hábitos de estudio en el proceso de aprendizaje, al afirmar que, en ausencia de hábitos bien arraigados, el estudio se convierte “en una actividad errática en la que se utilizan de un modo más o menos convencional unas cuantas técnicas, ordinariamente inconexas” y “en una actividad anecdótica, que producirá escasos frutos” [6]. En referencia a esta problemática, diversas investigaciones sugieren que los métodos, técnicas y actitudes de estudio de los estudiantes son aspectos que influyen significativamente en su rendimiento académico [7-10].

Dado que los hábitos de estudio se encuentran en relación directa con el rendimiento académico, esta vinculación resulta sumamente crítica en los primeros años, cuando el estudiante universitario aún no ha revisado en profundidad su propia metodología aplicada al estudio. En efecto, como señalan Mena y col., en el Nivel Medio los alumnos suelen utilizar la memoria y la ejercitación repetitiva para estudiar, herramientas que son claramente insuficientes en la Universidad, donde es habitual que sea necesario integrar y relacionar gran cantidad de conceptos [10]. Asimismo, dichos autores manifiestan que, en la mayoría de los casos, los estudiantes ingresantes no poseen adecuados hábitos de lectura, y tampoco presentan una actitud de perseverancia y esfuerzo en la concreción de resultados, lo cual sin duda dificulta enormemente el inicio de sus estudios superiores.

Las investigaciones realizadas sobre la temática revelan que el estudio puede ser entendido como un proceso sistemático, influenciado por factores de diversa índole: factores externos, determinados por las condiciones ambientales y por el entorno social que rodean a la persona al momento de estudiar, y factores intrínsecos, establecidos por los comportamientos y por las condiciones psicofísicas particulares del estudiante. Respecto a los factores externos,

Goldiamond destaca el efecto positivo que produce el mejoramiento de las condiciones ambientales en la “conducta de estudio” [11], mientras que Meneses y col. afirman que el ambiente y el grupo familiar son decisivos en el proceso de estudiar [12]. Un espacio de estudio óptimo debería favorecer la concentración y la disposición para el trabajo, en un ambiente de libertad e intimidad.

En cuanto a los factores intrínsecos, Vélez Ramírez considera que el aprendizaje es más duradero si el estudiante está comprometido con dicho proceso y utiliza determinados métodos para adquirir conocimientos, mientras que resulta superficial cuando el estudiante obtiene dichos conocimientos sólo para responder a sus compromisos académicos [13]. Sin duda, la motivación y la voluntad son aspectos esenciales para la sustentación de todo proceso de aprendizaje. En este sentido, como señala Wrenn, los métodos de estudio se adquieren mediante técnicas y procedimientos continuos, que conduzcan al estudiante a afianzar su compromiso con la tarea de estudiar [14].

Por lo tanto, se puede concluir que es necesario reunir un conjunto de condiciones mínimas para que el proceso de estudiar sea rápido y efectivo, a saber:

- Motivación: El estudio conlleva un esfuerzo, que debe ser asumido al momento de llevarlo a cabo. Para ello es necesario tener el deseo y el interés de adquirir nuevos conocimientos.
- Preparación: El proceso de estudiar requiere de un ambiente adecuado de trabajo.
- Aprendizaje: Es posible aprender a estudiar, es decir, aprender diferentes técnicas de estudio y aplicar aquellas que se adapten mejor a las necesidades particulares de cada estudiante.
- Incorporación: Las técnicas aprendidas deben ser practicadas hasta que se conviertan en hábitos.

Resulta fundamental entonces que los alumnos que ingresan a la Universidad sean capaces de reconocer y evaluar estas premisas

en forma crítica, y que al mismo tiempo puedan identificar los factores que influyen decisivamente en el proceso de estudiar, de modo de corregir lo antes posible aquellos aspectos que puedan llegar a ser perjudiciales.

3. Desarrollo del trabajo

Teniendo en cuenta las diversas modalidades organizativas de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, consideramos que el taller constituye la propuesta más adecuada para invitar a nuestros alumnos a reflexionar sobre sus propios hábitos de estudio. Se conoce genéricamente como taller al “espacio físico o escenario donde se construye con profundidad una temática específica del conocimiento en el curso de su desarrollo y a través de intercambios personales entre los asistentes” [15]. Esta particular modalidad de enseñanza reúne una serie de características esenciales sumamente adecuadas para la concreción de nuestro objetivo, tales como “la interactividad, el intercambio de experiencias, la crítica, la experimentación, la aplicación, el dialogo, la discusión y la reflexión entre sus participantes, cuyo número no puede ser amplio” [15]. Se propone así construir nuevos hábitos de estudios a través de la interacción y la actividad de los propios estudiantes.

Este Taller de Hábitos de Estudio tendrá como objetivo principal sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia de desarrollar condiciones, destrezas y métodos que faciliten la tarea de estudiar. A través de encuentros periódicos, se procurará modificar en los estudiantes técnicas poco efectivas y hábitos perjudiciales empleados al momento de estudiar, de forma tal de habilitar su reemplazo por un conjunto de actitudes y aptitudes que permitan optimizar recursos y tiempos, y aumentar así el rendimiento académico.

El Taller estará a cargo del Grupo de Tutores del Departamento de Química, y en un principio los esfuerzos serán focalizados en los estudiantes que están cursando el primer año de las carreras de nuestro Departamento: Licenciatura en Química y

Profesorados en Química. No obstante, somos conscientes de que la adquisición de hábitos saludables de estudio no es una problemática limitada únicamente a los estudiantes ingresantes, por lo que no se descarta la inclusión de alumnos de años superiores. Para ello, el dictado del Taller será adecuadamente publicitado a través de las vías de comunicación con las que cuenta nuestro Grupo de Tutores.

Nuestra propuesta se estructura a partir de una sucesión de trabajos prácticos, en cada uno de los cuales se presenta una situación problemática que permite aplicar técnicas de estudio brindadas anteriormente, en una breve introducción teórica. Cada situación problemática es resuelta en pequeños grupos, en un tiempo acordado al comienzo de la actividad, para luego establecer un debate o puesta en común que abarque a todo el aula, con el fin de discutir y comparar los resultados obtenidos. De esta manera, se intenta que cada estudiante reflexione acerca de las técnicas de estudio que aplica con regularidad, detecte qué hábitos no son apropiados, y desarrolle paulatinamente un método personal, adaptado a sus propias circunstancias.

A continuación se presentan los tópicos que nos parece oportuno desarrollar en los sucesivos trabajos prácticos del Taller:

- Motivación e interés frente al estudio
- Organización del ambiente de estudio
- Estrategias de planificación del estudio
- Técnicas lectoras aplicadas al estudio
- Técnicas de síntesis aplicadas al estudio
- Importancia del repaso
- Toma de apuntes en clase
- Preparación de exámenes

En un principio, el Taller está ideado para ser impartido en 10 encuentros de 3 horas cada uno, con una frecuencia semanal. Sin embargo, el número de encuentros puede flexibilizarse de acuerdo a las actitudes y aptitudes que evidencien nuestros estudiantes durante el transcurso del Taller.

Por otra parte, si bien la mayoría de los alumnos que ingresan a la Universidad presentan dificultades al momento de

estudiar, creemos que es conveniente adaptar el tiempo que se dedicará a cada tópico del Taller a la idiosincrasia que presenta cada grupo de estudiantes en particular. Por ello, hemos confeccionado una encuesta dividida en dos partes, que puede aplicarse antes de ofrecer el dictado del Taller. La primera parte indaga acerca de las características generales de los estudiantes que ingresan a una determinada carrera relacionada con la Química: edad, procedencia, motivo de elección de la carrera, realización de estudios secundarios relacionados con la Química. La segunda parte tiene como objetivo averiguar aspectos básicos referidos a sus hábitos de estudio: motivación para aprender, organización del tiempo de estudio, utilización de técnicas de estudio específicas (subrayado, resumen, memoria), toma de apuntes, uso de bibliografía recomendada, conformación de grupos de estudio.

4. Discusión

A continuación se presentan y analizan los resultados de la entrevista realizada a 37 estudiantes ingresantes a la carrera de Licenciatura en Química de la UNS, en el ciclo lectivo 2016.

Se observó que el 88% de alumnos entrevistados posee una edad de 18 a 21 años, e iniciaron sus estudios universitarios inmediatamente después de concluir el ciclo secundario. Aproximadamente la mitad de los estudiantes son oriundos de la ciudad de Bahía Blanca (Figura 1).

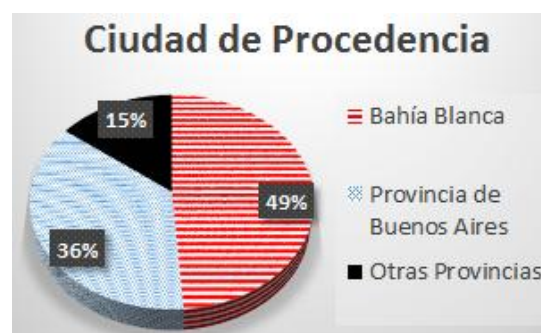


Figura 1

En la Figura2 se pueden observar las distintas razones por las cuales los alumnos han elegido estudiar Licenciatura en Química. Podemos destacar que en el 35% de los casos la carrera se relaciona con el título obtenido en la Escuela Secundaria, mientras que el 22% declara que su elección se debe al “gusto” por la disciplina. Finalmente, el 15% opta estudiar la Licenciatura en Química proyectando una salida laboral.

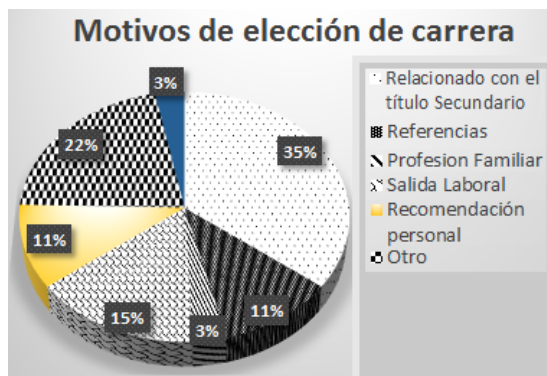


Figura 2

La totalidad de los encuestados ha cursado en el Nivel Medio asignaturas relacionadas con la Química; el 80% incluso ha cursado materias afines durante más de un año (Figura 3).



Figura 3

Respecto a los hábitos de estudio, las respuestas obtenidas revelan algunas prácticas saludables ya consolidadas, pero otras que todavía es necesario reforzar. En efecto, el 70% de los encuestados considera que aplica una efectiva organización de su tiempo de

estudio, el 78% declara utilizar resúmenes para estudiar, el 95% afirma que toma apuntes en clases y un porcentaje similar consulta los libros de texto recomendados por la cátedra. Sin embargo, el 41% de los alumnos expresa que tiene dificultades para ponerse a estudiar cada día, el mismo porcentaje reconoce no estudiar en grupo, y el 32% que sólo estudia para preparar el examen. Estos resultados evidencian que nuestros estudiantes poseen el interés y la predisposición para estudiar, pero advierten la necesidad de perfeccionar sus hábitos de estudio y de mantener una conducta sostenida en el tiempo.

La información obtenida se contrastó con el rendimiento académico obtenido por el mismo grupo durante el transcurso del primer cuatrimestre, para lo cual se consultaron a las cátedras de Química los resultados de los exámenes de cursado realizados hasta el momento. El nivel de aprobación en las asignaturas iniciales difiere notoriamente en los distintos casos. En asignaturas con mayor perfil teórico, donde se plantea principalmente la repetición de ejercicios para la incorporación de conceptos, el porcentaje de aprobación en los exámenes de cursado es de un 80%, mientras que el 20% de los estudiantes ha desaprobado o no se ha presentado a rendir. Por el contrario, en materias estructuradas en prácticas de laboratorio, donde se presentan situaciones problemáticas que requieran una eficaz integración teórico-práctica, el nivel de desaprobación en los exámenes de cursado asciende hasta el 56%, y un 12% de los alumnos ha decidido no rendir. Estos resultados revelan que los estudiantes no presentan problemas al momento de aprobar asignaturas cuando su estudio puede limitarse a la memoria y a la ejercitación repetitiva, técnicas aprendidas y ampliamente utilizadas en el Ciclo Medio. En contraste, estas herramientas no son suficientes en asignaturas donde se requiere la integración de conceptos, y en dichos casos el porcentaje de desaprobación resulta significativamente más alto.

Por último, el 68% de los estudiantes encuestados demostró gran interés en realizar un taller en el que pueda aprender y mejorar

los métodos empleados al momento de estudiar, reconociendo que la calidad del estudio sólo puede lograrse al implementar hábitos propicios. De acuerdo a la información obtenida, consideramos que es sumamente apropiado realizar un taller donde nuestros alumnos ingresantes puedan adquirir en forma paulatina dominio sobre una serie de destrezas, habilidades y técnicas de estudio que faciliten el aprendizaje de la Química, con énfasis en algunos aspectos críticos, a saber: organización del ambiente de estudio, uso de técnicas lectoras y técnicas de síntesis aplicadas al estudio, y preparación de exámenes.

5. Conclusión

En este trabajo se exploraron los hábitos de estudio y el rendimiento académico de los alumnos que ingresaron a la Licenciatura en Química de la UNS en el ciclo lectivo 2016. Las respuestas obtenidas en la encuesta sobre hábitos de estudio sugieren que nuestros alumnos poseen algunas conductas saludables, como la realización de resúmenes, la toma de apuntes y el empleo de bibliografía especializada, pero demuestran dificultades al momento de mantener esos hábitos en el tiempo. Por otra parte, si bien la totalidad de nuestros alumnos ha cursado asignaturas relacionadas con la Química en el Ciclo Medio, el análisis de los resultados de los exámenes de cursado evidencia que el rendimiento es mucho menor en aquellas asignaturas de Química que requieren integrar conceptos, en las cuales la memoria o la ejercitación repetitiva no son suficientes para aprobar.

En este contexto, consideramos que es fundamental la implementación de un Taller de Hábitos de Estudio en el que los mismos estudiantes puedan aprender y mejorar los métodos, técnicas y actitudes que implementan al momento de estudiar. Asimismo, creemos que es sumamente propicio que dicho Taller esté a cargo de los propios tutores del Departamento, quienes ya hemos establecido un vínculo con los alumnos ingresantes al acompañarlos en su adaptación al ámbito

universitario [16], lo cual sin duda facilitará la formación de nuevos hábitos intelectuales. El ofrecimiento de este Taller contribuirá a incrementar el rendimiento académico de nuestros estudiantes en los primeros años de su carrera universitaria, preparándolos para afrontar con éxito los tramos superiores.

Finalmente, no queremos dejar de destacar que la Universidad debería, como uno de sus fines primordiales, implementar todas aquellas estrategias que permitan incrementar la virtud personal de sus estudiantes. Estimamos que la conformación de espacios como el aquí propuesto, donde los alumnos puedan reflexionar sobre sus actitudes y hábitos de estudio, puede favorecer en buena medida dicha misión.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Química, a la Secretaría General Académica, a los estudiantes y a los docentes de la UNS, que gentilmente cedieron parte de su tiempo para realizar las encuestas y suministrar la información académica requerida.

6. Referencias

- [1] C. Engstrom, V. Tinto. "Access Without Support is Not Opportunity". *Change: The Magazine of Higher Learning*. Vol. 40, N° 1, pp. 46-50. Enero-Febrero 2008.
- [2] M. Arana, M. Foutel, K. Bianculli. "El Siglo XXI y la Universidad Pública Argentina. Aportes para el Debate". X Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur. Mar del Plata, Argentina. Diciembre 2010.
- [3] N. Zandomeni, S. Canale, A. Pacifico, F. Pagura. "El Abandono en las Etapas Iniciales de los Estudios Superiores". *Ciencia, Docencia y Tecnología*. Vol. 27, N° 52, pp. 127-152. Mayo 2016.
- [4] Real Academia Española. "Diccionario de la Lengua Española". 2001. Fecha de consulta: 30 de Junio de 2016. URLs: www.rae.es/rae.html.
- [5] I. Belaunde de Trelles. "Hábitos de Estudio". *Revista de la Facultad de*

- Psicología de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón. Año 2, N° 2, pp. 8-15. Octubre 1994.
- [6] J. Tourón Figueroa. "Métodos de Estudio en la Universidad". Eunsa. Pamplona, España. 1989.
- [7] C. Oñate Gómez. "La Tutoría en la Universidad". Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. Julio 2001.
- [8] W. Lammers, A. Onwuegbuzie, J. Slate. "Academic Success as a Function of the Gender, Class, Age, Study Habits, and Employment of College Students". Research in School. Vol. 8, N° 2, pp. 71-81. 2001.
- [9] C. Ruiz Sosa. "Comprensión Lectora, Punto de Partida de las Nuevas Estrategias de Aprendizaje. 1ª Reunión Nacional de Análisis. Caracas, Venezuela. 2005.
- [10] A. Mena, M. Golbach, M. Véliz. "Influencia de los Hábitos de Estudio en el Rendimiento de Alumnos Ingresantes". Revista PREMISA. Año 13, Vol. 48, pp. 3-15. Febrero 2011.
- [11] I. Goldiamond. "Self-control Procedures in Personal Behavior Problems". Psychological Reports. Vol. 17, N° 3, pp. 851-868. Diciembre 1965.
- [12] A. Meneses, H. Escobar, A. Vélez. "Hábitos de estudio del estudiante del SED de Colombia". Programa Colombia-PNUD-UNESCO, Universidad de La Sabana. Bogotá, Colombia. 1989.
- [13] A. Vélez Ramírez. "Discusión en torno a los métodos de estudio". Cuadernos Latinoamericanos de Administración. Vol. V, N° 8, pp. 67-78. Enero-Junio 2009.
- [14] C. Wrenn. "Inventario de Hábitos de Estudio". Paidós. Buenos Aires, Argentina. 1976.
- [15] M. de Miguel Díaz. "Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias". Ediciones Universidad de Oviedo. Oviedo, España. 2006.
- [16] M. d. P. Moralejo, I. López-Corral, G. F. Silbestri. "Implementación de recursos estratégicos para procesos tutoriales en Ciencias Químicas". III Congreso Argentino de Sistema de Tutorías. Desafíos, desarrollos y perspectivas. Tandil, Argentina. Diciembre 2015.

Herramientas narrativas para la apropiación del conocimiento científico

Lic. Mara Rodríguez

UTN-Regional Paraná

Ruta 18 km 17,5, Sauce Montrull, Entre Ríos

maraxul@hotmail.com

RESUMEN

Aprender ciencias básicas implica comprender y actuar en un lenguaje que le es propio, conlleva una manera de interpretar la realidad y los fenómenos. En definitiva, el pensamiento científico otorga modelos de interpretación. En ese principio de lectura de la realidad, el que el lenguaje no antecede al pensamiento, no es un medio por el cual comunicamos las ideas sino que es aquello con lo que hemos podido construir un modelo interpretativo. Por lo tanto, enseñar ciencias básicas implica introducir a los estudiantes en un nuevo lenguaje, en nuevos modelos científicos que les permita mirar y entender lo que los rodea de una manera radicalmente distinta. Este trabajo se propone desafiar a los docentes de ciencias básicas a introducir el pensamiento narrativo como estrategia didáctica.

Palabras clave: narrativa, lenguaje, interpretación, pensamiento científico.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando los alumnos observan un fenómeno, elaboran sus propias explicaciones, aunque estas formulaciones puedan ser poco simples o incoherentes desde la lógica del experto científico. Los profesores, sobre el mismo fenómeno otorgan explicaciones diferentes y más complejas. El modelo interpretativo que usan los alumnos es contrapuesto por el docente a un modelo científico que le permite ver cosas o entender aspectos allí donde no había más que ruido. Los dos utilizan herramientas culturales distintas para observar e interpretar un mismo hecho.

Aprender ciencia es en algún modo apropiarse de un modo de enunciación y de construcción de enunciados. Esto nos lleva a decir que la enseñanza de la ciencia es una actividad lingüística en la medida que se le otorga al estudiante un modelo de interpretación en la que establecen relaciones entre enunciados. El alumno debe ser capaz de apropiarse de ese modelo de interpretación para entender los fenómenos y poder transmitir las posteriores experiencias. Como decía el lingüista, Émile Benveniste: “No es que podemos decir lo que podemos pensar sino que podemos pensar lo que podemos decir”. Nuestro pensamiento no preexiste al relato sino justamente es producto de esa narración que nos hacemos a

nosotros mismos y que se la damos a otros. Parafraseando a Bajtin, diremos que el lenguaje científico es el lenguaje al que otro hablante hace propio, lo carga con su propia intención comunicativa. El alumno debe ser capaz de habitar el lenguaje científico otorgándole su propia intención comunicativa. Consideramos que la narrativa ofrece un primer acercamiento para la introducción y apropiación de la ciencia. Este trabajo se propone desafiar a los docentes de ciencias básicas a introducir el pensamiento narrativo como estrategia didáctica.

Marco teórico

Hoy nos proponemos, tal como expresan McEwan y Egan (1), un giro narrativo que permita situar a este procedimiento como condición para el aprendizaje de formas más elaboradas del pensamiento. En este sentido, Mc Ewan y Egan (2012) expresan que los relatos son formas de autocompresión de la subjetividad, pero también brindan un marco de comprensión de estructuras más complejas. Por otra parte, la narrativa es fuente de reflexión sobre el proceso de aprendizaje, tanto del docente como del alumno. En tanto que la narrativa hace inteligible las acciones para uno mismo y para los otros, permite comprender cómo aprendemos y cómo enseñamos, en definitiva, dota de visibilidad los procesos de aprendizajes.

Empezaremos por decir que la narración es una herramienta que conecta acontecimientos en el tiempo, al modo de la explicación de Jerome Bruner, y que permite a los estudiantes interpretar sus experiencias. Este proceso supone la interiorización de estructuras narrativas mediante las cuales no sólo el sujeto queda alterado en la composición de su subjetividad sino que puede actuar u modificar el mundo que lo rodea. En este tratar de situar las experiencias en un tiempo de la narración, las palabras no sólo nombran sino que construyen un mundo ampliado. Esto ha llevado a Bruner a comprar a la narración a un instrumento de conocimiento. Bruner sostiene que la narrativa se basa en la preocupación por la condición humana. En un relato deben construirse dos panoramas simultáneamente. Uno de ellos es el panorama de la acción, donde los constituyentes son los argumentos de la acción: agente, intención o meta, situación, instrumento, lo que sería la estructura del relato. El otro es el panorama de la conciencia que es donde se manifiesta lo que saben, piensan o sienten, o dejan de saber, pensar o sentir aquellos que intervienen en la acción.

Los relatos, según Bruner, se ocupan de las realidades interiores (personajes que manifiestan su subjetividad) pero también de las exteriores produciendo en los lectores una fuerte atracción. Por ejemplo en los procesos de subjetificación que es la descripción de la realidad por medio del filtro de la conciencia de los protagonistas de la historia. Pero también en los textos virtuales que va creando el lector por medio de la narración. Para Bruner el lector crea un "texto virtual que, si bien en principio fue elaborado con un préstamo del pasado, con el tiempo llega a ser un relato por mérito propio. Los textos inician producciones de significados en lugar de formular significados en sí" (2).

La psicología culturalista ha puesto énfasis en los modos de conocimiento como acciones mediadas. Esto quiere decir que aprendemos a construir nuestros pensamientos en la medida en que incorporamos herramientas que complejizan la manera en que interactuamos con los objetos.

La narrativa en el pensamiento científico

En la historia más positivista de la ciencia se ha querido enfatizar o construir al lenguaje como un medio inocuo, que es sólo el vehículo de

comunicación del pensamiento científico. Durante mucho tiempo se pensó que la verdad científica preexistía al descubrimiento y que había un camino lógico simple de la evidencia experimental a la teoría. De acuerdo con esta concepción empirista o inductivista de la ciencia, el lenguaje era un vehículo de comunicación de las observaciones, la palabra nombraba algo que ya estaba ahí y que el científico sólo debía descubrir y ponerle nombre. En esa línea se construyó también la historia del pensamiento científico que hoy debemos comenzar a desandar si realmente queremos construir un pensamiento científico en los estudiantes.

Muchas veces, el pensamiento científico aparece como una sucesión de acontecimientos históricos, ordenados de modo cronológico, como si lo que hubiera es un engendramiento casi natural de un lenguaje a otro de un modelo explicativo a otro. Esto ha contribuido a una imagen dominante de la ciencia en la que aparecen series acumulativas de "descubrimientos" en los cuales los "hechos" son obtenidos por científicos individuales, que a continuación simplemente los comunican en un lenguaje que requiere muy poca argumentación.

Por suerte en la historia del pensamiento han aparecido nuevos puntos de vista que cuestionan esta visión epistemológica de la ciencia. Uno de los más importantes y representante de la "nueva filosofía de la ciencia" es Thomas Kuhn. Este físico y pensador puso de manifiesto que los hechos, la realidad está interpretada por un paradigma, un principio de lectura que produce hechos observables. Lo que los científicos terminan por consensuar como verdadero, en un determinado momento, es un principio explicativo, un principio que introduce un relato y produce hechos observables. Todo nuevo descubrimiento de la ciencia implica no sólo ya la creación de nuevos vocablos que respondan a esos nuevos conceptos, sino que también supone una reestructuración de los ya existentes, la redefinición a la luz de los nuevos hallazgos.

En este punto resulta útil diferenciar entre teorías científicas y modelos científicos. Las teorías científicas son conjuntos de ideas sobre el mundo basadas en pruebas; son internamente consistentes y usualmente están de acuerdo con otras teorías aceptadas (Caamaño). Una teoría

estaría integrada por un cuerpo de hipótesis que contienen sus propias consecuencias observacionales, es decir, sus propios enunciados empíricos (Klimovsky). En tanto que los modelos científicos son mediadores con la realidad, son representaciones, modelos de interpretación, lo que implica un relato de los acontecimientos.

Una de las estrategias didácticas con la que cuenta el docente es indagar en los contextos de descubrimiento de las teorías (Klimovsky:1994) (3). Muchas veces los docentes evitan la construcción de un relato, escapan a narrar la historia del surgimiento de determinado enunciado o concepto por considerar que es superfluo en la enseñanza.

El uso del pensamiento narrativo mejora la comprensión de las ideas científicas, pues en ella se enfatiza en la comprensión ya no de conceptos aislados sino de grupos de ideas interrelacionadas que tienen un contexto de surgimiento y un momento de justificación. El profesor de ciencias tiene que ser capaz no sólo de enseñar un concepto sino de generar mecanismos de apropiación de una trama, vale decir, de un conjunto de relaciones en la que los enunciados aparezcan relacionados, emergiendo en una relación espacio-temporal como se realiza en una historia. Imaginemos que tenemos que explicar qué son “los agujeros negros”. Dos posturas una dar el concepto, un enunciado cerrado en sí mismo que los estudiantes tendrán que memorizar. Otra es reconstruir el contexto de surgimiento de este término que aparece relacionado con otros términos y otras discusiones científicas interesantes de recrear. El procedimiento que proponemos es una arqueología de los enunciados científicos. El uso del pensamiento narrativo mejora la comprensión de las ideas científicas, pues en ella se enfatiza en la comprensión ya no de conceptos aislados sino de grupos de ideas interrelacionadas que tienen un contexto de surgimiento y un momento de justificación. El profesor de ciencias tiene que ser capaz no sólo de enseñar un concepto sino de generar mecanismos de apropiación de una trama, vale decir, de un conjunto de relaciones en la que los enunciados aparezcan relacionados, emergiendo en una relación espacio-temporal como se realiza en una historia. Imaginemos que tenemos que explicar qué son “los agujeros

negros”. Dos posturas una puede dar el concepto, un enunciado cerrado en sí mismo que los estudiantes tendrán que memorizar. Otra es reconstruir el contexto de surgimiento de este término que aparece relacionado con otros términos y otras discusiones científicas interesantes de recrear. El procedimiento que proponemos es una arqueología de los enunciados científicos. Por ejemplo el docente puede recrear la anécdota que rodea al surgimiento de ese término.

John Wheeler, el visionario físico y docente que ayudó a inventar la teoría de la fisión nuclear, dio a los agujeros negros su nombre. Durante una conferencia en Nueva York en 1967, Wheeler aceptó una sugerencia que le gritaron desde el público y comenzó a utilizar la frase "agujero negro" para escenificar esta posibilidad. "El agujero negro nos enseña que el espacio puede encogerse como un pedazo de papel hasta llegar a ser un punto pequeñísimo, que el tiempo puede extinguirse como una llama que se apaga y que las leyes de la física que consideramos sagradas e inmutables son cualquier cosa menos eso", escribió en su autobiografía de 1999 (4).

Muchos docentes apelan a los textos expositivos antes que los narrativos para la introducción de los alumnos en el pensamiento científico. El texto expositivo tiene otra estructura centrada en la información, con un lenguaje más acotado y menos connotativo. La narrativa por el contrario acentúa la necesidad de crear un vínculo con el lector, un pacto de lectura que no se abandone el texto.

Los docentes no toman en cuenta el papel fundamental que tiene la narrativa también para la conformación conceptual. Muchos autores han llamado la atención de que el lenguaje utilizado en la fase inicial de elaboración los modelos científicos presenta un carácter metafórico. Así pues, existen dos tipos de lenguajes científicos, uno que tiene un carácter interpretativo con una lógica narrativa y argumentativa—propio de los procesos de elaboración de modelos— y otro, que tiene un carácter más literal y descriptivo —que corresponde a la transmisión del conocimiento consolidado.

Del lenguaje científico se dice habitualmente que es un lenguaje objetivo, neutro,

preciso y unívoco, y de las explicaciones científicas se espera que, si están bien construidas, puedan ser comprendidas perfectamente por sus receptores, siempre que conozcan el significado de todos los términos que intervienen en la explicación. Clive Sutton (1) critica esta concepción que atribuye al lenguaje científico una función fundamentalmente descriptiva, neutra e independiente, desligada de los seres humanos que lo utilizan, y defiende el lenguaje científico como un instrumento para poner a prueba ideas, para imaginar modelos e interpretar situaciones. Este autor sostiene que enseñar ciencia es también enseñar a construir lenguajes. Podemos pensar que uno de los mayores logros de Faraday fue inventar el lenguaje de la electroquímica, crear un nuevo vocabulario para designar fenómenos y hacerlos inteligibles.

“La mayoría de sus términos –ión, anión, catión, electrodo, cátodo, ánodo, electrólito– todavía se utilizan hoy. ¿Cómo se inventaron estos nuevos términos? Consideremos la revisión del término “polo”, por ejemplo. (...) Faraday inventó un nuevo lenguaje descriptivo con la ayuda de William Whewell, del Trinity College de Cambridge, científico entusiasta y experto en lenguas clásicas. Faraday describió las entidades y situaciones que debían explicar las nuevas palabras y Whewell sugirió vocablos derivados de raíces griegas. Para conseguir una estrecha relación con el magnetismo terrestre y las líneas de latitud, Faraday proporcionó a Whewell un ejemplo basado en una corriente moviéndose en sentido este-oeste. En vez de “polo”, Whewell sugirió las palabras “eisodo” y “éxodo” (que significan respectivamente “camino de entrada” y “camino de salida”) y “ánodo” y “cátodo” (que significan “camino del este” y “camino del oeste” (5))

Para Sutton-Caamaño el lenguaje de la ciencia tiene dos momentos bien marcados. Uno es el que los científicos apelan a un lenguaje cargado de marcas subjetivas (metáforas, comparaciones, exposición de punto de vista). Otro, que podríamos hacer coincidir con la noción de ciencia normal de Kuhn, en donde los términos son meras etiquetas que no se discuten.

“Mientras las ideas son propuestas a título de hipótesis, el lenguaje es más bien un instrumento flexible y activo de pensamiento, es decir, que

podemos hablar del *lenguaje como sistema interpretativo*, mientras que, cuando se establecen como un cuerpo de conocimientos consolidado, se trata de un *lenguaje como sistema de etiquetaje*, porque las palabras son usadas como etiquetas para referirnos a conceptos ya definidos. El primero es un *lenguaje para la interpretación*, mientras que el segundo es un *lenguaje para la transmisión*”(6). (Caamaño)

De esta manera Sutton-Caamaño introducen dos momentos en la construcción del lenguaje científico. La enseñanza de la ciencia o la historia del conocimiento científico no pueden estar ajenas a estos momentos. Una buena manera de introducir a los alumnos en el pensamiento científico es justamente indagar en la forma en que se fueron construyendo los enunciados. El momento de transición de un lenguaje subjetivo, personal, argumentativo a otro lenguaje más impersonal, cargado de nominalizaciones.

“Los estudiantes todavía pueden adquirir una imagen distorsionada de la ciencia como actividad y de la ciencia como cuerpo de conocimiento, a menos que se preste atención a la manera cómo cambia el lenguaje a medida que la ciencia crece. Para contrarrestar esto, los estudiantes necesitan acceder a las «voces auténticas» de los científicos cuando están pensando ideas nuevas”.(7)

Al aplicar estas consideraciones al campo de la enseñanza de las ciencias, se torna indispensable que los estudiantes recuperen la voz interpretativa característica de los científicos en la fase inicial de elaboración de las teorías, a fin de usarla para proponer explicaciones de los fenómenos y construir modelos expresados con un lenguaje más cercano al lenguaje coloquial. En definitiva, utilizar un lenguaje más narrativo, con las descripciones e interpretaciones iniciales de los fenómenos y más argumentativo en la fase de contrastación experimental de las hipótesis planteadas. En definitiva, esta propuesta didáctica interpela a los profesores a adoptar registros diferentes del lenguaje científico según la fase de elaboración de los modelos científicos.

La narrativa facilita la práctica esencial de la crítica, práctica que no se lleva a cabo explícitamente en la ciencia. Esto hace que la literatura utilizada en la educación científica pueda contribuir a la conformación del espíritu crítico de los estudiantes. El género de ciencia ficción es la referencia más cercana con la que cuentan los docentes para introducir en un pensamiento científico crítico. En la ciencia ficción, se plantean hechos y máquinas posibles en un futuro pero que aún no han ocurrido, como el submarino en 1870 (Verne, 2002), los rayos láser (Wells, 1898), los trasplantes de órganos en 1925 (Beliaev, 1980) o los úteros artificiales (Huxley, 1932). Igualmente, este género ha planteado viajes reflexivos en el espacio y el tiempo como 2001 odisea del espacio (Clarke, 1968), Solaris (Lem, 1998), Los desposeídos (Le Guin, 1983), Mercaderes del espacio (Pohl y Kornbluth, 1973), Regreso a Belzagor (Silverberg, 2002), En alas de la canción (Disco, 2003), El hombre en el castillo, (Dick, 2002). En estas obras los autores de ciencia ficción “entrevistan los sueños de los seres humanos” (Suvin, 1994). Para Valencia (2004) la ciencia ficción destruye las convenciones de la civilización contemporánea, y ofrece visiones críticas, especulativas, anticipadas y reflexivas de la sociedad, como en las novelas “1984”, (Orwell, 1984), y Un mundo feliz (Huxley, 1932).

Finalmente, la narrativa contribuye al Mejoramiento de la escritura científica: en la literatura los científicos y los profesores de ciencias pueden encontrar lecciones de escritura. Esto es porque los textos científicos además de ser pobres y esquemáticos, presentan codificaciones formales rígidas que dificultan el intercambio de información afectando la calidad de la comunicación entre científicos y estudiantes. Esta mejora de la escritura científica contribuiría a la formación de individuos más que en la divulgación, en una cultura científica.

Me gustaría detenerme en la fascinación que ha ejercido Jorge Luis Borges sobre la comunidad científica, para empezar a pensar en la narrativa como un modo de apropiación del lenguaje científico. Lucila Pagliai sostiene que la afinidad electiva tiene que ver con un lenguaje ensayístico presente en la escritura borgeana. Resalta la autora que esta modalidad no está ajena a la forma en la

que los científicos construyen sus estrategias lingüísticas “ya las pasiones que circulan por debajo del registro necesariamente objetivo de sus postulaciones para construir su pensamiento”. La autora llama la atención que por debajo de las rigurosas leyes internas, los enunciados científicos requieren una urdimbre de relaciones con otros enunciados y un momento de enunciación en el que la argumentación trata de persuadir con eficacia.

La autora cita varios resúmenes de algunas ponencias producidas desde la mirada de científicos de diversos campos.

“Borges y la ciencia”, Marcelino Cereijido (biofísica):

“[...] el científico se autocensura y evita el conocimiento prohibido que toda cultura resguarda. En cambio Borges no se restringe. Por el contrario, tiene un talento especial para destacar los problemas que atormentaron a Heráclito, Averroes, Maimónides y Newton, y ponerlos de nuevo sobre el tapete. Pero para discutir estos aspectos con cierto provecho, es necesario replantear la relación entre caos y orden, el azar y la cábala, el determinismo, la naturaleza del tiempo, y traer a colación nuevos desarrollos de la ciencia, tales como el Principio Antrópico y lo que la ciencia tenga que decir sobre el misticismo. Eso es justamente lo que trataré de hacer en mi ponencia”.

“Borges y el pensamiento científico”, Alberto Boveris (bioquímica):

“Alrededor de 1980 comenzaron a aparecer en la literatura científica citas referidas a la producción literaria de Jorge Luis Borges donde los textos borgianos eran utilizados como analogía de determinadas consideraciones científicas. [...] Durante 1996, de acuerdo con el Citation Index del Institute of Scientific Information (Filadelfia), Borges ha sido citado 23 veces en la literatura científica. [...] Analizando la producción literaria de Borges, puede considerarse que la concepción de la realidad (el mundo) utilizada como soporte intelectual para la creación literaria consiste en realidad de cuatro realidades casi sucesivas: (i) Buenos Aires (1923-1930); (ii) el tiempo y el espacio de la lógica matemática (1932-1952); (iii) el tiempo y el espacio del espejismo y los laberintos (1953-1964); y (iv) el mundo como espacio estético. [...] En una parte importante de su obra,

Borges colabora con escritores o investigadores [...], una actitud común en ciencia y poco frecuente en la literatura.” (8)

La narrativa puede aportar al lenguaje científico, puede construir el relato de cómo se construye el pensamiento científico. Antes que mostrar a los estudiantes un pensamiento acabado, quizás, la mayor riqueza es contar la historia de las condiciones de producción de ese pensamiento. ¿Pueden nuestros estudiantes aprender ciencia leyendo literatura? La introducción de los alumnos a otros lenguajes es indispensable. En este sentido, la apertura hacia la narrativa puede mejorar la comprensión de las ideas científicas, pues en ella se enfatiza en la comprensión ya no de conceptos aislados sino de grupos de ideas interrelacionadas.

En la misma línea se inscribe la introducción de los alumnos en el género biográfico. Recuperar la historia de los científicos es un camino para la reconstrucción de una trama subjetiva en la construcción objetiva de la ciencia. Hay una tendencia a desdeñar la autoría humana, con un uso frecuente de frases como "Se ha descubierto que...", en lugar de tal o cual científico ha descubierto, conduce a arraigar una representación errónea de la ciencia como sumatoria de descubrimientos.

El relato vivencial de los científicos es fundamental para desentrañar las formas en que el pensamiento científico se va anidando entre un ser subjetivo y social o entre lo subjetivo y lo objetivo.

“Los profesores deben presentar el lenguaje de los científicos como un producto humano de modo que, cuando los estudiantes escuchen o lean, sean conscientes de la existencia de un autor humano. Además de los libros de texto, deben usarse otras fuentes y se debe explorar el pensamiento que hay detrás de una determinada elección de palabras -el énfasis ha de estar siempre en lo que las personas piensan y en por qué lo piensan, y no únicamente en "lo que sabemos"” (9).

Conclusión

Enseñar ciencia o introducir a los estudiantes en el pensamiento científico implica reflexionar sobre el lenguaje, sobre los modos en los que el lenguaje construye una trama de conocimiento. A menudo, la continúa división positivista de los

saberes en compartimentos estancos, y especialmente, la clásica distinción entre letras y ciencias ha distorsionado la realidad hasta el punto de oscurecer una relación que es decisiva: el lenguaje hace la ciencia, y la ciencia hace el lenguaje. Una forma de introducir a los estudiantes en la apropiación del lenguaje científico podría venir de tres modos de intervenir con el lenguaje:

- 1) Estudiar el proceso de transición de los conceptos e ideas. Realizar la genealogía de los términos científicos, el pasaje desde ese momento cargado de una subjetivación en el lenguaje hacia un lenguaje más objetivo.
- 2) Introducir elementos biográficos de los científicos. Las biografías constituyen una de las formas de llenar a la ciencia de una voz humana, un sujeto narrativo que aparece negado en el discurso objetivo.
- 3) Poner en diálogo el pensamiento científico y la literatura. La historia de la ciencia es también una narrativa histórica del pensamiento científico. La literatura muchas veces ha anticipado o ha incidido en posteriores modelos de explicación científica. Desde Borges hasta el género de ciencia ficción constituyen un buen camino para la apropiación de un lenguaje científico en los estudiantes.

2. Referencias

[1] Mc Ewan, Hunter y Egan, Kieran (compiladores) de “La narrativa en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación”. Amorrortu Editores. Buenos Aires 2012.

[2] Jerome Bruner, “ Realidad mental y mundos posibles. Los actos de la imaginación que dan sentido a la experiencia”. Capítulo 2: Dos modalidades de pensamiento. Editorial Gedisa.

[3] Gregorio Klimovsky (1994): Las desventuras del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología. Buenos Aires: A-Z Editora.

[4] Citado en <http://edant.clarin.com/diario/2008/04/15/sociedad/s-03218.htm>

[5] SUTTON, C. (1992): Words, science and learning. Buckingham. Open University Press.

— (1997): «Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje». *Alambique*. Didáctica de las Ciencias Experimentales, núm. 12, pp. 8-32.

[Trad. del artículo «Beliefs about science and beliefs about language», *International Journal of Science Education*, núm. 18, 1996, pp. 1-18.

[6] Díaz-Hellín, J.A. (2001). *El gran cambio de la Física*. Faraday. Madrid: Ed. Nivola: pp. 86-87.

[7] Caamaño, Aureli, Núm.064 - Octubre, Noviembre, Diciembre 2013 *REVISTA TEXTOS*. Didáctica de la Lengua y de la Literatura.

SUTTON, C. (1992): *Words, science and learning*. Buckingham. Open University Press.

— (1997): «Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje». *Alambique*. Didáctica de las Ciencias Experimentales, núm. 12, pp. 8-32.

[Trad. del artículo «Beliefs about science and beliefs about language», *International Journal of Science Education*, núm. 18, 1996, pp. 1-18.

[8] Pagliai, Lucila, ponencia presentada en las Jornadas “Borges Lector”, Biblioteca Nacional, Buenos Aires, agosto de 2011 presentada en la Facultad de Filosofía y Letras / Universidad de Buenos Aires Escuela de Humanidades / Universidad Nacional de San Martín. Ese trabajo ponencia retoma dos trabajos anteriores de mi autoría: “El cartesianismo como retórica o por qué Borges interesa a los científicos”, en *VVVA, Borges y la ciencia* (Sara Slapak coord), Buenos Aires, EUDEBA, Col. CEA, 1999 (pp. 11-20); y “Borges y la ciencia o la retórica de lo verosímil”, en *VVAA, Borges Centenario* (Marcelo Cid y Claudio Moreno Montoto orgs.), EDUC/ PUC, São Paulo.

[9] Pagliai, Lucila, ponencia presentada en las Jornadas “Borges Lector”, Ob. Cit.

Integral de superficie: diferentes representaciones para facilitar la comprensión en cursos de cálculo multivariable

García, Adriana; López, Claudia; Martins, Marcela; Sarris, Claudia

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería, Departamento de Matemática

Avenida Paseo Colón 850-piso 1, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

adryevagarcia@hotmail.com, clau_lopez@yahoo.com.ar, mmartins@fi.uba.ar, clsarris@fi.uba.ar

RESUMEN

Algunas de las dificultades que presenta el tema integral de superficie para los estudiantes de cursos de cálculo multivariable en carreras de ingeniería están relacionadas con la representación paramétrica de las superficies. Este trabajo desarrolla una propuesta didáctica para las clases prácticas, que ayude a superar estas dificultades. Las actividades tienen como eje el empleo de diferentes representaciones para las superficies, requiriendo la participación activa de los alumnos en la construcción de su propio aprendizaje.

Palabras clave: Integral de superficie, cambio de variables, representación paramétrica de superficies.

1. INTRODUCCIÓN

La materia se desarrolla de manera tal que al culminar el curso se espera que los alumnos puedan aplicar los teoremas integrales a distintas situaciones problemáticas. Es decir, resulta fundamental que el alumno comprenda la definición de integral en las distintas formas que se presenta.

El presente trabajo intenta focalizar sobre un aspecto particular de la asignatura: *integral de superficie*. Se observa que algunas dificultades que suelen tener los alumnos en las clases prácticas respecto de este tema consisten en:

- identificar la superficie sobre la que se calcula la integral
- construir parametrizaciones
- interpretar el dominio de la función que parametriza a la superficie y qué parte de la misma representa
- distinguir entre una superficie y un sólido cuando están definidos como un conjunto de puntos
- comprender la definición de integral de una función escalar (o vectorial) sobre una superficie
- comprender la identificar y distinguir la superficie sobre la que diferencia entre la noción de determinante jacobiano de

cambio de variable y factor de escala en una representación paramétrica

- integrar las diferentes formas de representación de superficies

Todos los libros de texto recomendados, con mayor o menor detalle, antes de introducir el tema hacen un estudio de la geometría de las superficies. Resaltan el hecho de que no toda superficie resulta ser la gráfica de una función $f(x,y)$ y exhiben ejemplos “que nos impulsan a extender nuestra definición de superficie” [2]. Asimismo, destacan la importancia de “distinguir entre una función (parametrización) y su imagen (objeto geométrico)” [2] e introducen la definición de *superficie parametrizada* [2] o *representación paramétrica de una superficie* [3]. Plantean las condiciones que se deben cumplir para poder definir los vectores tangentes, $\vec{T}_u$ y $\vec{T}_v$ a dos curvas paramétricas y la condición para que exista el vector normal, $\vec{T}_u \times \vec{T}_v$, en un punto dado de la superficie e ilustran las cuestiones expuestas con varios ejemplos y ejercicios propuestos. Recién en una instancia posterior definen la integral de una función escalar $f(x,y,z)$ y de una función vectorial $\vec{F}(x,y,z)$ sobre una superficie.

A pesar de que en las clases se sigue el esquema planteado por los textos, las dudas de los alumnos persisten ya que no logran relacionar los conceptos desarrollados en las clases teóricas con los ejercicios propuestos y escasamente recurren a

la consulta de la bibliografía propuesta por la cátedra.

En este trabajo se plantea una propuesta didáctica para desarrollar en las clases prácticas el tema de integral de superficie de campo escalar, reconociendo ante todo cuáles son las dificultades que tienen los estudiantes. Las actividades sitúan a los libros de texto y a la escritura académica como parte sustancial del aprendizaje de los conceptos de la disciplina, resultando fundamental la participación de los alumnos en la construcción de su propio aprendizaje.

2. Marco Teórico

Un marco conceptual para el presente trabajo es la teoría de los registros semióticos de Raymond Duval [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], y Bruno D'Amore [18] y [19]. Estos autores destacan la importancia de la noción de representación en la adquisición y elaboración del conocimiento matemático.

La teoría de los registros de representación parte del hecho de que no existe acceso perceptivo ni instrumental a los objetos matemáticos (números, funciones, relaciones geométricas, etc.) [17]. Debido a ello, los contextos de representación empleados en la actividad matemática son necesariamente semióticos [15]. Por otra parte, la comprensión, que desde el punto de vista matemático es la capacidad de justificar un resultado por medio de una propiedad, requiere, desde el punto de vista cognitivo, reconocer en primer lugar un mismo objeto en diferentes representaciones semióticas que deberán integrarse a través de una coordinación interna.

La teoría presenta tres aspectos fundamentales:

1. Existen tantas representaciones del mismo objeto matemático como registros semióticos empleados en matemática.
2. Cada una de las representaciones semióticas pone de relieve diferentes aspectos del objeto.
3. No debe confundirse la representación semiótica con el objeto representado [20].

La producción de conocimiento requiere de representaciones semióticas, ya que los objetos matemáticos sólo son accesibles a través de ellas. Resulta esencial para la comprensión de los conceptos matemáticos la utilización simultánea

de varias representaciones semióticas y el pasaje de una representación a otra. En la tabla 1 se presenta una clasificación de representaciones de los objetos matemáticos.

Los sistemas semióticos deben permitir elaborar representaciones identificables de un objeto, realizar transformaciones de acuerdo a reglas específicas para cada sistema a fin de obtener otras representaciones que enriquezcan las anteriores y convertir representaciones producidas en un sistema en otro; Duval [8] denomina *registros de representación semiótica* a los sistemas que reúnen estas posibilidades [20].

Cada sistema cuenta con modos específicos de representación. Duval distingue dos tipos de transformaciones entre representaciones: los *tratamientos* y las *conversiones*. Los tratamientos se realizan dentro de un determinado registro. Dentro del mismo registro se realizan diversos tratamientos hasta llegar a la expresión final. El pasaje de un registro de representación a otro requiere de conversiones, que entrañan una mayor complejidad, debido a que es necesario reconocer que se trata de un mismo objeto para luego identificar cómo se expresan las características del objeto en el lenguaje de cada representación. Las representaciones constituyen así herramientas mediadoras para la comprensión [21].

3. Desarrollo del trabajo

3.1. Propuesta de tareas en las clases prácticas

Observando las dificultades que presentan los alumnos en las clases prácticas (y en la resolución de los exámenes) consideramos que el siguiente desarrollo de las mismas puede facilitar la comprensión del tema:

- Presentar diferentes representaciones para las superficies.
- Hacer una analogía entre la definición de curva parametrizada o trayectoria y superficie parametrizada.
- Dar la definición de integral de una función escalar (o vectorial) sobre una superficie obtenida de varios textos para que los alumnos las analicen y comparen y verifiquen que, salvo la notación y/o las

palabras con que se expresan, todas son equivalentes.

- Resaltar el hecho de que una superficie que se presenta como la gráfica de una función $f(x,y)$ es un caso particular de la definición anterior.
- Proponer problemas para los cuales se pueda plantear la integral de superficie mediante el empleo de diversas parametrizaciones de la misma superficie, de modo que los estudiantes comprendan que el determinante jacobiano interviene sólo en el caso que se requiera un cambio de variables.

3.2. Analogía entre la definición de curva parametrizada y la de superficie parametrizada

Para introducir el concepto de superficie se puede comenzar haciendo una analogía con el concepto de curva regular (tabla 2). Una *curva* C en R^3 es la imagen de una función vectorial continua definida en un intervalo real $[a,b]$. La expresión $\gamma(t) = (x(t), y(t), z(t))$ es la función dependiente del parámetro t que representa la curva C en el intervalo $[a,b]$. Si la función γ es diferenciable en un intervalo abierto que contiene al intervalo $[a,b]$, se define el vector tangente a la curva en el punto $\gamma(t_0)$ como el vector $(x'(t_0), y'(t_0), z'(t_0))$, siendo t_0 un punto de $[a,b]$. Por ejemplo, la función $\gamma: [0, 4\pi] \rightarrow R^2/\gamma(t) = (t \cos t, t \sin t, t)$ tiene como imagen la curva que se muestra en la tabla 3.

Del mismo modo, es posible definir *superficie* S en R^3 como la imagen de un campo vectorial continuo $\hat{T}$ definido en una región plana $U \subseteq R^2$. La función $\hat{T}(u,v) = (x(u,v), y(u,v), z(u,v))$ es la función dependiente de los parámetros u y v que representa a la superficie S . Por ejemplo, la función

$$\phi_2: D_2 \rightarrow S \subset R^3 / \phi_2(u,v) =$$

$(u \cos(v), u \sin(v), \frac{1}{4}u^2)$ tiene como imagen el trozo de superficie que se muestra en la tabla 3. Si el campo vectorial $\hat{T}$ es diferenciable en un conjunto abierto que contiene a la región U , se define el plano tangente a la superficie como el plano $(x - x_0, y - y_0, z - z_0) \cdot \hat{N} = 0$

3.3. Definición de integral de una función escalar sobre una superficie

Si observamos distintos libros de texto vemos que en algunos “este concepto es una generalización natural del área de una superficie que corresponde a la integral sobre S de la función escalar $f(x,y,z) = 1$ ” [2].

Definición 1: Si $f(x,y,z)$ es una función continua con valores reales definida en una superficie S , definimos la *integral de f sobre S* como

$$\iint_S f(x,y,z) dS = \iint_S f dS = \iint_D f(\phi(u,v)) \|\hat{T}_u \times \hat{T}_v\| du dv \quad (1)$$

En otro de los textos se afirma que “las integrales de superficie son análogas a las integrales de línea. Definimos las integrales de línea mediante una representación paramétrica de la curva. Análogamente, definiremos las integrales de superficie en función de una representación paramétrica de la superficie” [3].

Definición 2: Sea $S = \phi(D)$ una superficie paramétrica descrita por una función diferenciable ϕ definida en una región D del plano uv , y sea f un campo escalar definido y acotado en S . La integral de superficie de f sobre S se representa con el símbolo $\iint_{\phi(D)} f dS$ [o por $\iint_S f(x,y,z) dS$], y está definida por la ecuación

$$\iint_{\phi(D)} f dS = \iint_D f(\phi(u,v)) \left\| \frac{\partial \phi}{\partial u} \times \frac{\partial \phi}{\partial v} \right\| du dv \quad (2)$$

siempre que exista la integral doble del segundo miembro.

3.4. Caso particular: superficies que son gráficas de una función

Una superficie S que es la gráfica de una función escalar $g: D \subseteq R^2 \rightarrow R, z = g(x,y)$ de clase C^1 se puede parametrizar como $\phi: D \rightarrow R^3, \phi(x,y) = (x, y, g(x,y))$. En este caso los vectores tangentes resultan ser $\phi_x(x,y) = (1, 0, g_x(x,y))$ y $\phi_y(x,y) = (0, 1, g_y(x,y))$, el vector normal es $\phi_x(x,y) \times \phi_y(x,y) = (-g_x(x,y), -g_y(x,y), 1)$ y su norma $\|\phi_x(x,y) \times \phi_y(x,y)\| =$

$\sqrt{(g_x(x,y))^2 + (g_y(x,y))^2 + 1}$. Entonces la integral de superficie de f sobre S queda:

$$\begin{aligned} \iint_S f(x, y, z) dS &= \\ \iint_D f(\phi(x, y)) \|\phi_x \times \phi_y\| dx dy &= \\ = \iint_D f(\phi(x, y)) \sqrt{(g_x(x, y))^2 + (g_y(x, y))^2 + 1} dx dy & \quad (3) \end{aligned}$$

3.5. Resolución de un ejemplo

Una de las dudas más frecuentes que presentan los alumnos al resolver una integral de superficie es el uso o no del determinante jacobiano. Si bien en dicha definición el determinante jacobiano no interviene, (Ver sección 3.2) la duda siempre persiste. Por lo tanto, se les propone resolver el siguiente ejemplo parametrizando la superficie de dos formas distintas.

El sencillo ejemplo propuesto a continuación que puede ser planteado mediante dos parametrizaciones diferentes, puede clarificar a los alumnos una de sus dudas más frecuentes: cuándo se debe y cuándo no usar el determinante jacobiano teniendo en cuenta el teorema de cambio de variables para integrales dobles [2]:

Teorema 1. Sean D y D^* regiones elementales en el plano sea $\varphi: D \rightarrow D$ de clase C^1 ; supóngase que φ es uno a uno en D^* . Además, supóngase que $D = \varphi(D^*)$. Entonces, para cualquier función integrable $f: D \rightarrow \mathbb{R}$, se tiene que:

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \iint_{D^*} f(x(u, v), y(u, v)) \left| \frac{\partial(x, y)}{\partial(u, v)} \right| du dv .$$

Ejemplo: Calcular la masa superficial $\iint_S \delta dS$, siendo S la porción de superficie definida por el conjunto $S = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3: 4z = x^2 + y^2 \wedge 0 \leq z \leq 1 \wedge y \geq x\}$. Si la densidad de masa en cada punto (x, y, z) es constante.

Para resolver el ejercicio se emplearán dos parametrizaciones diferentes, una considerando a la superficie como gráfica de un campo escalar y la otra inspirada en las coordenadas polares. A continuación se muestran dos posibles parametrizaciones para resolver el ejemplo propuesto.

En la primera parametrización propuesta se pretende que el alumno esté en condiciones de realizar diferentes tratamientos dentro de un

mismo registro (el algebraico), que consisten en que, a partir de una expresión cartesiana, obtener la expresión de la superficie como imagen de una función vectorial para, posteriormente, convertir al registro gráfico, a fin de visualizar el dominio de la parametrización.

Parametrización 1: usada para expresar la representación paramétrica de la superficie S .

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4} \begin{pmatrix} x \\ |2 + y^2 \\ x, y, \end{pmatrix} \end{aligned}$$

$$\phi_1: D_1 \rightarrow S \subset \mathbb{R}^3 / \phi_1(x, y) =$$

siendo

$$D_1 = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2: x^2 + y^2 \leq 4, y \geq x\}.$$

Para obtener una representación paramétrica partiendo de su expresión cartesiana es necesario efectuar diversos tratamientos dentro del registro algebraico hasta llegar a la expresión final de S como la imagen de una función vectorial $\phi_1: D \rightarrow \mathbb{R}^3$. Observando la expresión cartesiana se reconoce la superficie S como gráfica de una función escalar $g: D \subseteq \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R} / z = g(x, y)$. Antes de realizar la parametrización resulta muy conveniente la conversión al registro gráfico a fin de visualizar el dominio D_1 , como se observa en la tabla 4.

A continuación se realiza la conversión al registro algebraico del dominio $D_1 = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2: x^2 + y^2 \leq 4 \wedge y \geq x\}$. Finalmente se completa el tratamiento algebraico para llegar a la expresión paramétrica

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4} \begin{pmatrix} x \\ |2 + y^2 \\ x, y, \end{pmatrix} \\ \phi_1: D_1 \rightarrow S \subset \mathbb{R}^3 / \phi_1(x, y) &= \end{aligned} \quad (5)$$

A partir de esta parametrización calculando el producto vectorial de las derivadas parciales resulta: $\phi_{1x}(x, y) \times \phi_{1y}(x, y) = \left(-\frac{1}{2}x, -\frac{1}{2}y, 1\right)$ y su

$$\text{norma} \|\phi_{1x}(x, y) \times \phi_{1y}(x, y)\| = \sqrt{\frac{1}{4}x^2 + \frac{1}{4}y^2 + 1}.$$

De esta forma, la integral de superficie resulta

$$\begin{aligned} m(S) &= \iint_S \delta(x, y, z) dS \\ &= \iint_S k dS \\ &= \iint_{D_1} k \sqrt{\frac{1}{4}x^2 + \frac{1}{4}y^2 + 1} dx dy \quad (6) \end{aligned}$$

Para resolver la integral (6), se puede hacer el siguiente cambio de variables: $x = r \cos(\theta)$, $y = r \sin(\theta)$. teniendo en cuenta el Teorema 1 de cambio de variables resulta que el módulo del determinante Jacobiano es $|J| = r$ y el conjunto $D = \{(r, \theta) / 0 \leq r \leq 2 \wedge \frac{\pi}{4} \leq \theta \leq \frac{5\pi}{4}\}$. La función del integrando

$$f(x, y) = \sqrt{\frac{1}{4}x^2 + \frac{1}{4}y^2 + 1} \text{ se debe expresar en}$$

variables r, θ de donde resulta $r \cos(\theta), r \sin(\theta)$,

finalmente reemplazando en la ecuación (6) resulta

$$m(S) = k \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{5\pi}{4}} \int_0^2 r \sqrt{\frac{1}{4}r^2 + 1} dr d\theta = \frac{4}{3} k \int_{\frac{\pi}{4}}^{\frac{5\pi}{4}} (\sqrt{2^3} - 1) d\theta = \frac{4}{3} k (2\sqrt{2} - 1)\pi \quad (7)$$

A continuación se presenta la segunda parametrización que involucra la conversión entre registros y tratamientos dentro de cada uno, mostrando detalladamente las distintas etapas para llegar a la parametrización de la superficie.

Parametrización 2: usada para expresar la representación paramétrica de la superficie S .

$$\begin{aligned} \phi_2: D_2 \rightarrow S \subset R^3 / \phi_2(u, v) = \\ (u \cos(v), u \sin(v), \frac{1}{4}u^2) \end{aligned} \quad (8)$$

siendo

$$D_2 = \{(u, v) \in R^2 : 0 \leq u \leq 2 \wedge \frac{\pi}{4} \leq v \leq \frac{5\pi}{4}\}$$

El proceso para su elaboración se muestra en la tabla 5. En un recorrido en ambos sentidos entre el registro algebraico y el gráfico se representa

gráficamente la porción de superficie, se visualizan las curvas intersección

$\begin{cases} x^2 + y^2 = 4z \\ z = k, k \geq 0 \end{cases}$ con $0 \leq z \leq 1, y \geq x$ y se realizan tratamientos dentro de cada registro a fin de completar la definición de la parametrización.

La combinación $x^2 + y^2$ en el segundo miembro de la expresión $4z = x^2 + y^2$ sugiere que la superficie es invariante por rotación alrededor del eje z , de modo que es posible escribir: $x = u \cos(v)$, $y = u \sin(v)$; como el radio de las semicircunferencias varía con z se reemplazan x e y en la expresión $x^2 + y^2 = 4z$, resultando $z = \frac{1}{4}u^2$. Como $0 \leq z \leq 1$, es $0 \leq u \leq 2$. Por último, de la visualización de la proyección del trozo de superficie sobre el plano xy es posible completar la definición del dominio de ϕ_2 con los límites de variación para v : $\frac{\pi}{4} \leq v \leq \frac{5\pi}{4}$.

A partir de esta parametrización el producto vectorial de las derivadas parciales resulta:

$$\begin{aligned} \phi_{2u}(u, v) \times \phi_{2v}(u, v) &= \\ \left(-\frac{1}{2}u^2 \cos(v), -\frac{1}{2}u^2 \sin(v), u \right) \\ \text{y su norma resulta ser } \|\phi_{2u}(u, v) \times \phi_{2v}(u, v)\| &= \\ \sqrt{\frac{1}{4}u^4 \cos^2(v) + \frac{1}{4}u^4 \sin^2(v) + u^2} &= \sqrt{\frac{1}{4}u^4 + u^2} = \\ \sqrt{u^2 \left(\frac{1}{4}u^2 + 1 \right)} &= u \sqrt{\frac{1}{4}u^2 + 1} \quad (u > 0). \end{aligned}$$

De esta forma, la integral de superficie queda

$$\begin{aligned} m(S) &= \iint_S \delta(x, y, z) dS \\ &= \iint_S k dS \\ &= \iint_{D_2} k u \sqrt{\frac{1}{4}u^2 + 1} du dv \quad (9) \end{aligned}$$

y finalmente la masa es

$$m(S) = \frac{4}{3} k (2\sqrt{2} - 1)\pi \quad (10)$$

que es el mismo resultado que se obtuvo en la expresión (6).

Es importante que los alumnos noten que, en el primer caso, se usa el determinante jacobiano en la integral porque, en virtud del Teorema 1, se hizo un cambio de variables, mientras que la segunda parametrización utilizada nos conduce a una

integral cuya resolución no requiere del uso del Teorema 1.

3.5. Actividades propuestas

A continuación se propone como actividad el cálculo del área de un trozo de superficie esférica, descrito como el conjunto de puntos $\{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3: x^2 + y^2 + z^2 = a^2, z \geq 0\}$, empleando dos parametrizaciones diferentes. Los estudiantes deberán buscar en la bibliografía recomendada por la cátedra y presentar por escrito la resolución, junto con un análisis de las ventajas y desventajas de cada una de las representaciones y las advertencias que realizan los textos para la resolución del problema y representaciones gráficas a partir de ambas parametrizaciones obtenidas con la aplicación gratuita GeoGebra, que permite la visualización en varios registros simultáneos, incluyendo representaciones tridimensionales [23].

4. Conclusión

La experiencia didáctica presentada en este trabajo se ha puesto en práctica a partir del primer cuatrimestre del corriente año lectivo, por lo cual en futuros trabajos se evaluarán los resultados derivados de su aplicación.

El trabajo realizado en las clases prácticas evidencia que las transformaciones realizadas en las representaciones semióticas del mismo objeto, superficie a parametrizar, favorecen la articulación entre las diferentes parametrizaciones. Asimismo, la utilización y el manejo de los diferentes tipos de representaciones son fundamentales para el aprendizaje y la aplicación del concepto de integral de superficie.

La utilización de recursos digitales de calidad, disponibles en forma libre y gratuita en internet, permite a los estudiantes instalarlos y experimentar en sus computadoras personales. La aplicación GeoGebra, de uso libre y gratuito, permite representaciones en diversos registros de manera simultánea. Los estudiantes pueden rotar los ejes coordenados para observar la superficie desde distintos puntos de vista y experimentar con

diversas representaciones paramétricas para la misma superficie.

En el futuro planeamos relevar aplicaciones para diversos dispositivos móviles a fin de incorporarlos a ésta y otras secuencias didácticas.

Referencias

- [1] S. Gabbanelli, C. López, M. Martins, A. Mastache, C. Sarris, F. Acero. "De los productos a los procesos de escritura en ingeniería". XVIII Encuentro Nacional sobre Enseñanza de Matemática en Carreras de Ingeniería. Mar del Plata, Argentina 2014.
- [2] J. E. Marsden & A. J. Tromba. "Cálculo Vectorial". Addison Wesley-Longman. México D. F. México. 1998.
- [3] T. M. Apostol. "Calculus, Tomo II". Reverté. Barcelona, España. 1985.
- [4] C. Pita Ruiz. "Cálculo vectorial". Prentice Hall Hispanoamérica S. A. México D. F. México. 1995.
- [5] J. Courant. "Introducción al cálculo y al análisis matemático". Limusa. México D. F. México. 1989.
- [6] P. C. Curtis, Jr. "Cálculo de varias variables con álgebra lineal". Limusa. México D. F. México. 1979.
- [7] R. Duval. "Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée". Annales de didactique et des sciences cognitives. Vol. 5 N° 3, pp. 37-65. 1993.
- [8] R. Duval. "Sémiosis et pensée humaine. Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels". Peter Lang International Academic Publishers. Bern. Germany. 1995.
- [9] R. Duval. "Quel cognitive retenir en didactique des mathématiques?". Annales de didactique et des sciences cognitives. Vol. 10 N° 3, pp. 349-382. 1996.
- [10] R. Duval. "Signe et objet (I). Trois grandes étapes dans la problématique des rapports entre représentation et objet". Annales de didactique et des Sciences cognitive. Vol. 6 N° 8, pp.139-163. 1998.
- [11] R. Duval. "Representation, vision and visualization: cognitive functions in mathematical thinking. Basic issues for learning". Proceedings of the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Pp. 3-26. Cuernavaca. México. 1999.

- [12] R. Duval. "Transformation des représentations sémiotiques et démarches de pensée en mathématiques". XXXIle Colloque Copirelem des Professeurs et des Formateurs de Mathématiques Charges de la Formation des Maîtres. IDEM Editors. pp. 67-89. Strasbourg. France. 2005.
- [13] R. Duval. "A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics". Educational Studies in Mathematics. Vol. 61 N° 1. pp. 103-131. February. 2006.
- [14] R. Duval. "Quelle sémiotique pour l'analyse de l'activité et des productions mathématiques". Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática. Vol. 9 N° 1 extraordinario. pp. 45-82. 2006.
- [15] R. Duval. "Un tema crucial en la educación matemática: la habilidad para cambiar el registro de representación". La Gaceta de RSME. Vol. 9 N° 1. pp. 143-168. 2006.
- [16] R. Duval. "Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento". Revista Eletrônica de Educação Matemática. Vol. 7 N° 2. pp. 266-297. 2012.
- [17] R. Duval, J. L. M. Freitas & V. Rezende. Entrevista. Revista Paranaense de Educação Matemática. N° 2. pp. 10-34. 2013.
- [18] B. D'Amore. "Conceptualisation, registres de représentations sémiotiques et noétique: interactions constructivistes dans l'apprentissage des concepts mathématiques et hypothèse sur quelques facteurs inhibant la dévolution". Scientia Paedagogica Experimentalis. Gent, Belgio. Vol. 36 N° 2. pp.143-168. 2001.
- [19] B. D'Amore. "The noetic in mathematics". Scientia Paedagogica Experimentalis. Gent, Belgio. Vol. 39 N° 1. pp.75-82. 2003.
- [20] L. Pino-Fan, I. Guzmán, V. Font & R. Duval. "The theory of registers of semiotic representation and the onto-semiotic approach to mathematical cognition and instruction: linking looks for the study of mathematical understanding". Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. Vol. 10, pp. 34-4. Hobart, Australia: PME. 2015.
- [21] L. Moreno Armella. "On representations and situated tools". Proceedings of the Twenty First Annual Meeting North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education PME-NA XXI. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. pp 97-104. 1980.
- [22] Massachusetts Institute of Technology. MitOpenCourseware. Calculus with applications: Curves and Surfaces. Fecha de consulta: 7 de junio de 2015. <http://ocw.mit.edu/ans7870/18/18.013a/textbook/HTML/tools/tools21.html>.
- [23] Hohenwarter, M. GeoGebra 5 - Dynamic Mathematics for Everyone. https://www.geogebra.org/cms/es/download?ggbLang=es_AR. Accedido el 27 de junio de 2016.

Anexos

Tabla 1. Tipos de representaciones

intencionales (mentales o externas)		automáticas (producidas por un sistema orgánico o un dispositivos físico)	
no analógicas	analógicas	reproducción de lo percibido	internas
representaciones discursivas	posibilitan la visualización		
afirmaciones	- gráficos - figuras	- imitaciones - simulaciones	imágenes mentales
fórmulas	geométricas		

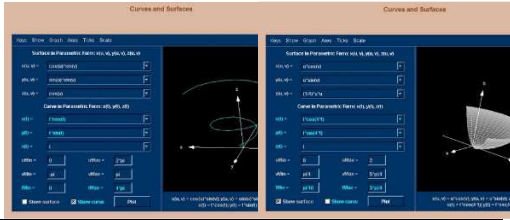
Fuente: [11], pág. 5.

Tabla 2. Ilustración de la analogía entre las definiciones de trayectoria y superficie en forma paramétrica en el registro algebraico

	Trayectoria	Superficie
Definición	$\gamma: [0, 2\pi] \rightarrow \mathbb{R}^3 / \gamma(t) = (t \cos t, t \sin t, t)$	$\varphi_2: D_2 \rightarrow S \subset \mathbb{R}^3 / \varphi_2(u, v) = (u \cos v, u \sin v, v)$
Vector tangente	$\dot{\gamma} = \gamma'(t) = (\cos t - t \sin t, \sin t + t \cos t, 1)$	$\bar{N} = \frac{\partial \varphi_2}{\partial u} \times \frac{\partial \varphi_2}{\partial v} = (-\sin v, \cos v, 1)$
Vector normal		$\bar{T} = \frac{\partial \varphi_2}{\partial u} = (\cos v, \sin v, 0)$

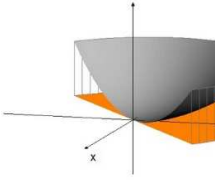
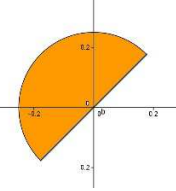
Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Ilustración de la analogía entre las definiciones de trayectoria y superficie en forma paramétrica en el registro gráfico

	Trayectoria	Superficie
Definición	$\gamma: [0, 4\pi] \rightarrow \mathbb{R}^2 / \gamma = (t \cos t, t \sin t, t)$	$\varphi_2: D_2 \rightarrow S \subset \mathbb{R}^3 / \varphi_2(u, v) = (u \cos v, u \sin v, v)$ $D_2 = \left\{ (u, v) \in \mathbb{R}^2 : 0 \leq u \leq 2 \wedge \frac{\pi}{4} \leq v \leq \frac{5\pi}{4} \right\}$
		

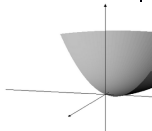
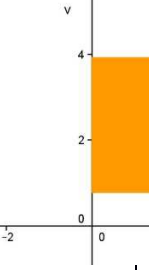
Fuente: gráficos elaborados con el objeto digital “Curves and Surfaces” [22].

Tabla 4. Conversión del registro algebraico al registro gráfico y tratamiento dentro de este último

Registro algebraico	Registro gráfico		Registro algebraico
$4z = x^2 + y^2, 0 \leq z \leq 1, y \geq x$			D_1 : conjunto de puntos $(x, y) \in \mathbb{R}^2$ que verifican $x^2 + y^2 \leq 4 \wedge y \geq x$
expresión cartesiana de S	representación gráfica	visualización del dominio D_1	expresión algebraica del dominio D_1 .

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Conversión del registro algebraico al registro gráfico y tratamiento dentro de este último

Registro algebraico	Registro gráfico		Registro algebraico	Registro gráfico
$4z = x^2 + y^2, 0 \leq z \leq 1, y \geq x$ expresión cartesiana de S	 representación gráfica de la superficie	 visualización de curvas $\begin{cases} x^2 + y^2 = 4, \\ z = k, k \geq 0 \\ 0 \leq z \leq 1, \\ y \geq x \end{cases}$	$x = \cos(v)$ $y = \sin(v)$ $z = \frac{1}{4}u^2$	 proyección sobre el plano xy de la superficie  visualización del dominio D_2 de φ_2 $0 \leq u \leq 2$ $\frac{\pi}{4} \leq v \leq \frac{5\pi}{4}$

Fuente: elaboración propia

Intervención didáctica mediada por TIC's en Trabajos Prácticos de Laboratorios de Física Universitaria: resultados preliminares

Enrique, Claudio Mario

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe
Lavaisse 610, Santa Fe, Argentina
cenrique@frsf.utn.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo presenta los primeros resultados de una investigación cuyo objetivo es indagar la incidencia de diversas herramientas cognitivas de una intervención didáctica mediada por el uso de las TIC's en los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) y su influencia en el aprendizaje de la Física en alumnos de primer año de ingeniería.

En primer lugar se averiguaron las ideas previas de alumnos en la Cinemática, para lo cual se elaboró un cuestionario que se consideró como pre – test. Luego se intervino didácticamente con dos actividades de TPL basadas en TIC's: una serie de simulaciones con tareas programadas, y el uso de un laboratorio remoto, ambas realizadas a posteriori de las clases tradicionales de teoría y resolución de problemas. Seguidamente se realizó una evaluación post – test, conformado por un cuestionario de pensamiento crítico, el cual fue elaborado con el objetivo de analizar si los alumnos aplican los conceptos presentados de Cinemática a distintas situaciones de carácter cotidiano. Como continuación, en esta investigación también se contemplan entrevistas a alumnos, junto al análisis de las respuestas vertidas en las distintas evaluaciones de la materia Física I - exámenes parciales y finales –sobre los contenidos de la Cinemática de una partícula.

Palabras clave: Intervención Didáctica, TIC's, Cinemática.

1. INTRODUCCIÓN

En los primeros cursos del nivel universitario y en particular en las ingenierías, la enseñanza y el aprendizaje de la Física resultan ser en general problemáticas, y donde se revelan las serias dificultades que tienen los estudiantes para lograr un aprendizaje comprensivo de conceptos básicos y leyes reiteradamente enseñadas (Wainmaier *et al*, 1998; Wainmaier y Salinas, 2000). En la misma línea de investigación, existen otros trabajos que demuestran la presencia de una brecha importante entre el nivel de los conocimientos cuyo aprendizaje se pretende y el nivel de conocimiento alcanzado (Viennot, 1982; Mc Dermott, 1993; Pesa, 1997). Por otra parte se conoce que los alumnos no ingresan a la universidad como una *tabula rasa*, dado que están fuertemente influenciados por sus conocimientos previos. “Investigaciones en el aprendizaje de la Física han establecido firmemente que la comprensión de los conceptos de posición, tiempo, velocidad y aceleración es difícil y sujeta a

múltiples concepciones previas que interfieren en el proceso de aprendizaje” (Guidugli *et al*, 2004, pp. 464).

Para indagar sobre estas problemáticas, se generó un proyecto de investigación y desarrollo (PID) en la UTN, denominado “*El laboratorio interactivo de tecnologías básicas, para aprender ciencias significativamente*” - Código del Proyecto: TEUTIFE0003594TC -. En dicho PID se propuso realizar una intervención didáctica basada en el uso de las TIC's en el Trabajo Práctico de Laboratorio (TPL), siendo la primera actividad la diseñada sobre conceptos de la Cinemática del punto. En este trabajo se presentan los antecedentes, el diseño de las actividades, y los resultados obtenidos hasta el presente.

2. Marco Teórico

2.1. El estudio de la Cinemática

El estudio de la Cinemática es fundamental para comprender conceptos más complejos de Mecánica, y su aprendizaje comienza con la

presentación de magnitudes físicas tales como desplazamiento; velocidad; y aceleración, cuyas interpretaciones involucran procesos de abstracción sucesivos. Cuando se indagan los conocimientos de los alumnos en esta rama de la Mecánica Clásica, se evidencia una confusión generalizada entre posición y cambio en la posición, o entre instante de tiempo e intervalo de tiempo, que son las primeras dificultades que los alumnos deben afrontar para lograr el aprendizaje conceptual del movimiento (Arons, 1990). Como resultado, éstos no asocian velocidad instantánea con un instante de tiempo, ni discriminan entre velocidad y cambio en velocidad, usando por ello indistintamente las diferentes variables (McDermott, 1984). Además, estos obstáculos conceptuales pueden continuar cuando las variables cinemáticas se representan en forma de gráficas.

Una clasificación de las distintas dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión de las gráficas fue hecha por Leinhardt *et al*, (1990), donde plantea cuatro tipos de categorías: la confusión entre la pendiente y la altura; la confusión entre un intervalo y en un punto; la consideración de una gráfica como un dibujo; y la concepción de una gráfica como construida por un conjunto discreto de puntos. Beichner (1994), por su parte, ha demostrado la existencia de una alta correlación entre la capacidad de utilizar de manera indistinta las diversas formas de representación de un movimiento (mediante textos escrito u oral y usando las gráficas de la posición, la velocidad y la aceleración en función del tiempo), y el dominio del manejo de las gráficas de la Cinemática.

2.2. Las ideas previas

Los estudiantes llegan a las clases de ciencias en el nivel universitario con múltiples ideas previas relacionadas con fenómenos y conceptos científicos a través de las cuales ellos mismos pueden explicarlos (Pozo *et al*, 1991). Estas ideas se encuentran presentes en los individuos, son independientes del nivel de enseñanza, de lo “brillante” que resulte el estudiante y de su procedencia (Gómez e Insausti,

2004), y se caracterizan por ser implícitas, dado que dichos estudiantes no son conscientes de ellas.

Por otra parte, es fundamental en el proceso de enseñanza tener en cuenta lo que el alumno ya conoce. Según Ausubel (1978, pp. 40 – 41): “...hay aprendizaje significativo si la tarea de aprendizaje puede relacionarse, de modo no arbitrario, sustantivo (no al pie de la letra), con lo que el alumno ya sabe y si éste adopta la actitud hacia el tipo de aprendizaje correspondiente para hacerlo así”. Debido a que las ideas previas se encuentran en todos los procesos de enseñanza - aprendizaje, su estudio debería ser un punto de partida obligado para el diseño de intervenciones didácticas en las cuales se busque que los estudiantes experimenten y discutan sobre un concepto o fenómeno para así contrastarlas, relacionarlas con los nuevos conocimientos y modificarlas gradualmente hasta equipararlas al conocimiento científico (McDermott, 1997).

Para finalizar, debe mencionarse que las ideas previas son muy difíciles de cambiar, pueden perdurar durante largos años de instrucción científica (Greca y Moreira, 1997), e inclusive, para una misma persona, pueden ser contradictorias cuando las aplica en diferentes contextos.

2.3. La formación de conceptos científicos y las TIC's

Un motivo para la reflexión para los docentes deberían ser las dificultades en el proceso de formación de conceptos en los estudiantes, sobre todo cuando se realizan investigaciones relacionadas con propuestas didácticas cuyos objetivos pueden aportar mejoras en la calidad educativa; “las cuales, para ser verdaderamente efectivas, deben considerar aspectos relacionados con el uso de estrategias y recursos novedosos tales como las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como elementos mediadores en el proceso de enseñanza – aprendizaje” (Delgado *et al*, 2014, pp. 22). Pontes (2005) afirma que las TIC's ejercen una influencia cada vez mayor en la educación científica universitaria, en relación a la mejora del aprendizaje de las ciencias por parte de los estudiantes.

Las TIC's tienen la ventaja de eliminar las limitaciones del espacio físico, las distancias geográficas y el cumplimiento de un horario rígido de clases, promoviendo diversos modelos educativos que implican prácticas modernas para el desarrollo de las actividades, nuevos esquemas de planificación, cambios en las estrategias didácticas, otras formas de presentación de los materiales y la aplicación de métodos de evaluación novedosos (Marquina, 2007).

2.4. La autonomía del alumnado y el aprendizaje colaborativo

En el diseño de este trabajo de investigación se consideraron fundamentales dos aspectos asociados a la educación de los estudiantes: la autonomía del alumnado – en relación a la flexibilidad en la regulación del tiempo de ejecución -, y el aprendizaje colaborativo – o en grupo junto a sus pares -. Estos son algunos de los atributos considerados como potencialmente favorecedores de la motivación por el aprendizaje, según Paoloni y Moreno (2013).

El uso de las TIC's en la generación e implementación de estrategias de aprendizaje colaborativo se denomina aprendizaje colaborativo mediado. Este término, introducido por Koschman (1996), se refiere de manera particular a una estrategia pedagógica mediante la cual interactúan dos o más personas con el objetivo de lograr la construcción de un conocimiento compartido que evidencia la forma en la que el grupo comprende un dominio específico. Para Lipponen (2003; p. 5) “el aprendizaje colaborativo mediado puede incrementar la interacción social y el trabajo en grupos, y muestra la manera como “la tecnología y la colaboración facilitan la distribución del conocimiento y el compartir experiencias a través de una comunidad virtual”.

3. Desarrollo del trabajo

El diseño, el desarrollo, y la evaluación de las intervenciones didácticas dependen del criterio y de la creatividad de los docentes investigadores (Torres Santomé, 1998).

En esta investigación se consideró que, en general, los ingresantes a las carreras de ingeniería no tienen incorporados de manera plena conceptos

básicos para desarrollar, de manera óptima, los contenidos de la Cinemática del punto. Además se encuentran influenciados por ideas previas que se desconoce si han sido modificadas por el curso de ingreso a la universidad. En consecuencia, y aprovechando que las generaciones suelen hacer un uso cotidiano de la tecnología, se decidió diseñar una intervención didáctica basada en TIC's con el objetivo de mejorar la calidad del proceso de enseñanza - aprendizaje de la Cinemática y así lograr que los estudiantes se apropien de los contenidos necesarios para su aprendizaje de manera autónoma y colaborativa.

La intervención didáctica comprende las siguientes fases:

- a. cuestionario de ideas previas (pre – test);
- b. clases de teoría y de resolución de problemas tradicionales;
- c. realización de los TPL's basados en TIC's y evaluación de los informes;
- d. test de pensamiento crítico (post – test);
- e. entrevista a alumnos seleccionados;
- f. análisis de las respuestas en exámenes de promoción o de evaluación final sobre los contenidos asociados a la Cinemática del punto.

En este trabajo se presentan los resultados comprendidos en los incisos a.; c. y d., inclusive, dado que los dos últimos aún no se han realizado según la planificación establecida en el PID.

3.a. Cuestionario de ideas previas

El cuestionario estuvo conformado por dos secciones: una donde los alumnos declararon información de carácter personal, y otra donde respondieron a seis preguntas de opción múltiple sobre la Cinemática de una partícula.

En la primera serie de preguntas las y los alumnas/os declararon nombre y apellido; escuela procedente; si ha tenido Física en su escuela secundaria; si ha tenido Trabajos Prácticos en su escuela secundaria; con qué frecuencia; y finalmente evaluaron si los conocimientos que ha aprendido en su escuela media les han sido útiles en el ingreso a la universidad, clasificándolos en una escala tipo Lickert con las opciones: totalmente en desacuerdo; en desacuerdo; ni de acuerdo ni en desacuerdo; de acuerdo; y totalmente de acuerdo. En las cuestiones

relacionadas a la Cinemática, de manera detallada y en orden decreciente, las preguntas consideraron:

1. las características de un movimiento rectilíneo uniforme;
2. un tiro vertical con modificaciones en el vector velocidad inicial;
3. un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado con indicación del sistema de referencia;
4. el análisis de la trayectoria de un móvil que inicialmente está en reposo en un sistema de referencia en traslación;
5. la interpretación de la gráfica de la posición de un objeto en función del tiempo; y
6. la interpretación simultánea de dos gráficas (posición y velocidad) de un movimiento rectilíneo uniforme.

Las preguntas 1, 2 y 3 del cuestionario se tomaron como referencia de investigaciones anteriores de investigadores del PID (Esterkin y Enrique, 2015; Enrique, 2016); la pregunta 4 es de elaboración propia, y las preguntas 5 y 6 pertenecen al test TUG-K (Test of Understanding Graphs in Kinematics - Prueba de Comprensión de Gráficos en Cinemática) (Beichner, 1994).

3.b. Intervención mediada por TIC's

Debido a que hubo deficiencias conceptuales en el estudio anterior, principalmente en los incisos 3 y 5 citados anteriormente, se ha decidido intervenir didácticamente mediante dos TPL's basados en TIC's.

Los objetivos de dicha intervención fueron:

- a. facilitar la construcción de conceptos relacionados con la interpretación de gráficos de las ecuaciones paramétricas (en función del tiempo) para distintos tipos de movimientos rectilíneos mediante el empleo de simulaciones;
- b. realizar un análisis cualitativo y cuantitativo de los distintos tipos de movimientos a estudiar;
- c. emplear como herramientas de simulación applets confeccionados en JAVA

El primero de los TPL's consistió en el uso de ficheros en JAVA que están disponibles de modo libre en la web, y que fueron desarrollados en el marco de dos proyectos de investigación de la Universidad Nacional de La Matanza: *“Utilización de NTICS en la Enseñanza de la Física y Articulación entre el Nivel Medio y la Universidad”* y *“Estrategias de enseñanza de la Física para una articulación nivel medio/Polimodal y Universidad”*.

En la intervención didáctica se diseñaron un total de diez actividades con un número de tareas que variaron entre dos y cinco por actividad. En éstas se incluyeron consignas orientadas al análisis de los resultados de las simulaciones –valores absolutos y signos de las distintas magnitudes físicas asociadas al tipo de movimiento - ; la modificación de los parámetros que influyen en las condiciones iniciales y su incidencia en los resultados; la presentación y discusión de las gráficas halladas; y la resolución de problemas usando el applet como herramienta complementaria.

Finalmente, y con el objeto de que aprendan significativamente los contenidos de los movimientos elegidos, a los alumnos se les sugirieron que las simulaciones no sean realizadas “al azar” sino con los conocimientos de Cinemática de la materia Física I.

La otra experiencia consistió en hacer uso de un laboratorio remoto que funciona en la Facultad de Ingeniería Química de la UNL de Santa Fe. Dicha actividad consiste en producir el desplazamiento de un volante que parte del reposo por un plano inclinado. La informatización de este experimento permite obtener, mediante barreras luminosas infrarrojas, una serie de datos precisos de distancia y de tiempo a lo largo de la trayectoria del volante. También es posible elegir el ángulo de inclinación de los rieles. Los resultados hallados se presentan en forma de tabla y de gráficas. Con los datos de tiempo y distancia se calcula posteriormente la aceleración del centro de masas del volante, considerada constante durante todo el recorrido. El acceso al laboratorio remoto es a través de un enlace de Internet, lo cual le otorga la ventaja adicional de estar disponible para alumnos de otros centros educativos – como en el caso

nuestro - , y de modo tal que lo puedan operar desde su hogar.

Para que los alumnos conozcan qué es un laboratorio de este tipo, se confeccionó una guía donde se indicó en qué consiste dicho laboratorio y además se detallaron las distintas tareas a realizar, como acceso al mismo, realización de la experiencia, presentación de resultados, y confección del informe. Por otro lado el docente facilitó las tareas de los alumnos al gestionar todas las tareas de vinculación con el responsable del laboratorio remoto para acceder al mismo (claves y contraseñas de acceso y disponibilidad de los horarios de uso).

3.d. Evaluación post – test

Con el objeto de comenzar a evaluar el grado de aprendizaje a través de la intervención didáctica, en una primera fase se realizó una prueba de evaluación post – test que consistió en un cuestionario con preguntas relacionadas con conceptos asociados a los movimientos rectilíneos uniforme (MRU), uniformemente variado (MRUV), y circular uniforme (MCU), además de la interpretación de información presentada en forma de gráficos y de imágenes. El tiempo de la evaluación fue de una hora.

Las 8 preguntas estuvieron conformadas cada una de ellas por varios incisos a responder, excepto la última. De manera detallada, se presentan en la Tabla 1:

Tabla 1: Cuestionario post – test.

Pregunta	Contenidos a analizar	Cantidad de incisos
1	Trayectoria de un movimiento.	5
2	Vector posición de un cuerpo.	4
3	Análisis de dos MRUV.	5
4	Análisis del vector velocidad.	6
5	Identificación, caracterización, y representación de un movimiento rectilíneo.	2
6	Análisis gráfico y resolución analítica de un MRUV.	4

7	a. Análisis de una secuencia de un dibujo animado, y comparación con la realidad. b. Representación gráfica de los vectores velocidad angular, velocidad lineal, y aceleración angular en un MCU	2
8	Comparación de magnitudes físicas de un MRUV y un MCU. Representación gráfica de trayectorias con vectores velocidad y aceleración.	1

4. Discusión

La población investigada está integrada por 33 alumnos pertenecientes a la carrera de Ingeniería Civil, comisión “A” cohorte 2016. De acuerdo al género, 11 pertenecen al femenino, 21 al masculino, y uno no declara. Según la escuela procedente, 19 son de escuelas técnicas (57,6%); 10 pertenecen a escuelas privadas (30,3%); y 4 a públicas (12,1%). 28 alumnos han tenido Física en su escuela media (84,8%). Respecto a los TPL’s de Física en el nivel medio, 20 ingresantes sí los han realizado (60,6%). De acuerdo a la frecuencia de realización de dichos, éstas variaron desde tener 1 TPL al año, hasta una frecuencia semanal. De todos modos, se evidencia en la enseñanza media que la materia Física no está relacionada con la realización de los TPL’s, una aparente incoherencia por tener dicha disciplina un carácter predominantemente experimental.

Cuando los alumnos evaluaron si los conocimientos que han aprendido en su escuela media les han sido útiles en el curso de Física del ingreso a la universidad, resulta relevante que la mayoría de los provenientes de escuelas técnicas valoran de manera positiva la influencia que han tenido en su formación académica: sobre un total de 19 estudiantes; hubo 10 alumnos en las categorías *totalmente de acuerdo*(5) y *de acuerdo*(5). Finalmente, el género masculino evalúa de manera más positiva que el femenino dicha influencia.

Los resultados obtenidos en el cuestionario de Cinemática, y considerando el porcentaje de respuestas correctas, se presentan en la Tabla 2:

Tabla 2: Resultados del pre - test

Pregunta	Contenidos a analizar	Porcentaje de aciertos
1	Características de un movimiento rectilíneo uniforme	63,6
2	Aceleración de un tiro vertical con cambio de las condiciones	

	iniciales de la velocidad.	78,8
3	Tiro vertical con indicación del sistema de referencia	18,2
4	Análisis de la trayectoria del movimiento de un proyectil como movimiento compuesto.	54,5
5	Interpretación de la gráfica de la posición de un objeto en función del tiempo.	39,4
6	Interpretación de dos gráficas de un movimiento con velocidad constante (posición y velocidad vs. tiempo).	81,8

Se evidencia que:

- en general, la mayoría conoce las características de un MRU;
- también es mayoritario el conocimiento de que la aceleración en un tiro vertical, cambiando su velocidad inicial, es la misma;
- por el contrario, existen dificultades en aplicar un sistema de referencia – estando el mismo explicitado – en el análisis de un movimiento rectilíneo;
- al analizar el movimiento de un objeto como el estudio de un movimiento compuesto, la mayoría logra interpretarlo;
- existen dificultades en analizar la posición de un móvil respecto del tiempo cuando se dan combinaciones de reposo y movimiento;
- finalmente, la gran mayoría interpreta dos gráficas simultáneas de un movimiento rectilíneo uniforme.

Debe destacarse que, en general, los alumnos han mostrado un gran interés en hacer los dos TPL's, si bien los mayores inconvenientes se debieron al trabajar con el laboratorio remoto. La calidad de los informes ha sido muy buena considerando las distintas competencias evidenciadas en la redacción de dichos informes, entre las cuales se pueden mencionar: el nivel de conocimiento y las habilidades para el análisis y la escritura; la contextualización de lo aprendido, su lógica interna, su profundidad; y el nivel de aprendizaje general adquirido en conocimientos, habilidades y comportamientos a nivel personal. Por otra parte, ha habido ciertas dificultades debido a la falta de determinadas competencias en los ingresantes que están relacionadas con los saberes teóricos, contextuales, y procedimentales.; en particular en el manejo de ciertos aspectos de las TIC's.

El cuestionario post – test fue realizado por 28 alumnos, de los cuales 1 sólo no se identificó. Los resultados obtenidos por pregunta se presentan en la Tabla 3:

Tabla 3: Resultados del post - test

Cuestionario	Correcto	Parcialmente correcto	Incorrecto	No responde
Pregunta 1	6	0	22	0
Pregunta 2	7	0	17	4
Pregunta 3	4	22	0	2
Pregunta 4	6	8	7	7
Pregunta 5	8	11	5	4
Pregunta 6	4	17	1	6
Pregunta 7	1	12	3	12
Pregunta 8	2	2	2	22

Si bien aún no se han realizado el análisis de las correlaciones entre las distintas preguntas del pre y del post – test, los primeros indicios sugieren que la mayoría de los estudiantes indagados todavía no manejan con experticia conceptos asociados a la Cinemática tales como la trayectoria de un móvil, y que emplean con más familiaridad las gráficas de las distintas variables cinemáticas en función del tiempo. Además, no relacionan a la aceleración como una magnitud que modifica tanto el módulo como la dirección de la velocidad, y de esta manera tampoco identifican a la aceleración centrípeta como caso particular sino como “otra” aceleración. En los MRUV y MCU no relacionan entre sí las variables cinemáticas propias de cada uno de ellos. Tampoco hacen un uso óptimo del tiempo de evaluación, situación bastante justificada dadas sus pocas experiencias en exámenes de nivel universitario.

Respecto a la relación entre los contenidos empleados mediante la intervención didáctica mediadas por TIC's y las preguntas del post – test, de manera preliminar hay indicios de un muy buen grado de correspondencia entre ambos. Por el contrario, no ha habido relación entre el post – test y aquellas situaciones que no se emplearon en los TPL's, tales como el MCU.

De manera resumida, las preguntas del post - test asociadas a los TPL's – simulaciones y laboratorio remoto –son las número 3; 5; y 6.

Considerando los porcentajes asociados a las respuestas correctas - tanto de modo total y parcial (C + PC) - ; y las incorrectas más las no respondidas (I + NR), en función de las preguntas, se hallaron los resultados presentados en la Figura 1:

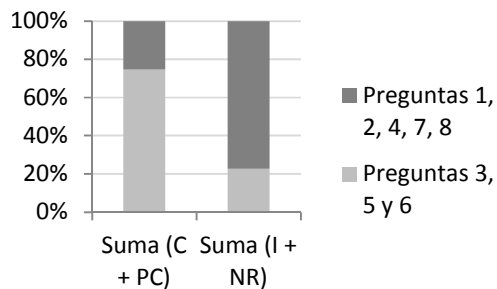


Figura 1. Porcentajes de respuestas em post - test

Si bien es un análisis preliminar, se evidencia que hubo un mayor porcentaje de aciertos en aquellas preguntas asociadas a los contenidos de los TPL's (78,57%), mientras que se invierte este porcentaje en el caso en las preguntas no relacionadas (21,43%).

5. Conclusión

Esta investigación ha mostrado que se puede influir positivamente en los conocimientos de los estudiantes ingresantes mediante actividades mediadas por TIC's en experiencias de TPL's. Pero por otro lado, también se ha evidenciado que es necesario complementar las tareas presentadas en este trabajo con otras simulaciones asociadas a los conceptos de trayectoria, aceleración – como vector – y MCU; en los cuales los alumnos indagados, en general, han tenido dificultades para identificarlos y asociarlos a un modelo acorde al de la Cinemática de una partícula.

Para finalizar, las investigaciones del PID al que pertenece este trabajo continuará con esta misma muestra de estudiantes, tanto en la Cinemática como con otros contenidos de la materia Física I. En particular, se trabajará con una serie de entrevistas, y finalmente se compararán los resultados de los exámenes parciales y finales.

Sostenemos que estas actividades de análisis son necesarias tanto para complementar la actividad docente, como para indagar sobre la problemática

del proceso de aprendizaje de los ingresantes al nivel universitario.

6. Referencias

- [1] C. Wainmaier, R. Fernández, y A. Plastino, "De los modelos intuitivos a los modelos científicos. Primeros resultados de una propuesta superadora". Cuarto Simposio de Investigadores en Educación en Física, La Plata, Argentina. 1998.
- [2] C. Wainmaier, y J. Salinas. "La idea de punto material en estudiantes de ciclos básicos universitarios" Quinto Simposio de Investigadores en Educación en Física, Santa Fe, Argentina. 2000.
- [3] L. Viennot, "L' implicite en physique: les étudiants et les constantes". European Journal of Physics, Vol. 3, pp. 174-180. 1982.
- [4] L. Mc Dermott "How we teach and how students learn. A mis match?". American Journal of Physics, Vol. 61 (4), pp. 295-298. 1993.
- [5] M. Pesa. "Concepciones y preconcepciones referidas a la formación de imágenes". Tesis para optar al grado de doctor. Universidad Nacional de Tucumán, Argentina. 1997.
- [6] S. Guidugli, J. Benegas, y C. Fernández Gauna. "Aprendizaje activo de la cinemática lineal y su representación gráfica en la escuela secundaria." Enseñanza de las ciencias, Vol. 22, Nro.3, pp. 463-472. 2004.
- [7] A. Arons. "A guide to Introductory Physics Teaching". Nueva York: Wiley. 1990.
- [8] L. McDermott. "Research on conceptual understanding of Mechanics". Physics Today, Vol. 37., pp. 24-34. 1984.
- [9] G. Leinhardt, O. Zaslavsky, y M. Stein. "Functions, graphs and graphing: Tasks, learning and teaching". Review of Educational Research, Vol. 60, pp. 1– 64. 1990.
- [10] J. Beichner. "Testing student interpretation of kinematics graphs". American Journal of Physics, Vol. 62, pp. 750 - 762. 1994.
- [12] J.A. Pozo, A. Sanz, G. Crespo, y M. Limón. "Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva". Enseñanza de las Ciencias, Vol. 9, Nro. 1, pp., 083-94. 1991.
- [13] G. Gómez y T. Insausti. "Un modelo para la enseñanza de las ciencias: análisis de datos y resultados". Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 4, pp. 1-20. 2004.
- [13] D. Ausubel. "Psicología educativa: un punto de vista cognitivo". México: Editorial Trillas. 1978.

- [14] L. McDermott. "Bridging the gap between teaching and learning: the role of research". AIP Conference Proceedings, Vol. 399, pp. 139-165. 1997.
- [15] I. M. Greca, & M. A. Moreira. "The kinds of mental representations-models, propositions and images-used by college physics students regarding the concept of field". International Journal of Science Education, Vol. 6, pp. 711-724. 1997.
- [16] M. Delgado, X. Arrieta y V. Riveros. "Lineamientos teórico-metodológicos para el uso de las TIC en la formación de conceptos científicos en Física." REDHECS: Revista electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social, Vol, 9, Nro. .17, p. 2. 2014.
- [17] A. Pontes. "Aplicaciones de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación científica". 2005. Fecha de consulta: 3 de marzo de 2016. URLs <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/7694/pontes2.pdf?sequence=1>.
- [18] R. Marquina. "Estrategias didácticas para la enseñanza en entornos virtuales". Tesis para acceder al título de magister Universidad de los Andes. Venezuela. 2007.
- [19] P. Paoloni, P. y J. Moreno, J. (2013) "Facebook en el andamiaje socioemocional de ingresantes universitarios. Potencialidades para la conformación de comunidades online". 2016. 6to Seminario Internacional de Educación a Distancia. Universidad Nacional de Cuyo. Fecha de consulta: 15 de febrero de 2016. URLs: http://www.uncu.edu.ar/seminario_rueda/upload/t66.pdf.
- [20] T. Koschmann. "Toward a theory of computer support for collaborative learning." The journal of the learning sciences, Vol. 3, Nro. 3, pp. 219 – 225. 1994.
- [21] L. Lipponen. "Exploring foundations for computer supported collaborative learning". 2003. Consulta: 4 de febrero de 2016. URLs: <http://www.newmedia.colorado.edu/cscl/31.html>
- [22] J. Torres Santomé. "Elaboración de unidades didácticas integrales" en Globalización e interdisciplinariedad: el curriculum integrado" Madrid: Morata. pp. 220-264. 1998.
- [23] C. Esterkin y C. Enrique. "Conocimientos Previos y Estrategias Desarrolladas en Problemas de Cinemática por Ingresantes a Ingenierías en la UTN – FRSF". EnIDI 2015, San Rafael. Mendoza, Argentina. 2015.
- [24] C. Enrique. "Conocimientos Previos de Mecánica Clásica de Ingresantes a Ingenierías en la UTN - FRSF". V IPECyT 2016; Bahía Blanca, Argentina. 2016
- [25] R. Beichner, "Testing student interpretation of kinematics graphs." American journal of Physics, Vol. 62, Nro. 8, pp. 750-762. 1994.

La evaluación formal en el curso de Química del CBC-UBA

Jorge A.O. Bruno y Cecilia D. Di Risio¹

¹ *Universidad de Buenos Aires, Ciclo Básico Común, Departamento de Ciencias Exactas. Ramos Mejía 841, C1405CAE CABA, Argentina. uba.jaob@gmail.com – cecilia.dirisio@gmail.com*

RESUMEN

Como parte del proceso continuo de revisión de los procedimientos de evaluación en un curso masivo de Química, en este trabajo se describen las ventajas de adoptar un sistema de calificación para exámenes formales de ítems equivaluados (con una grilla de correspondencia), en contraposición a un sistema de ítems de diferente jerarquía numérica. Además, queda habilitado mediante un análisis sistemático de los resultados de cada contenido evaluado (no únicamente la calificación final) la orientación hacia mejoras académico-administrativas en varios niveles de organización de la Cátedra: grupos de trabajo para la confección de los instrumentos y énfasis de dictados de contenidos en las distintas Sedes. Los resultados de trabajo permiten avanzar en la mejora de la calidad del proceso de enseñanza como facilitadora de aprendizajes, en un curso caracterizado por su masividad y heterogeneidad del estudiantado.

Palabras clave: Química, Evaluación, Curso masivo

1. INTRODUCCIÓN

La Cátedra Única de Química desarrolla sus actividades en 21 sedes del Ciclo Básico Común, con una distancia entre sedes extremas de más de 400 km (y se incorporan nuevas con frecuencia casi anual), cuenta con un plantel de 160 docentes auxiliares que se renueva alrededor de un 5 % cada año, dicta la asignatura durante 6 días de la semana en hasta 5 rangos horarios de 3 horas cada uno, es coordinada por 15 profesores y dirigida por un Profesor Coordinador General. Tal estructura requiere procedimientos de acción reproducibles y documentados en todas sus actividades, capaces de evolucionar en base a su propia dinámica.

Una de ellas es la evaluación formal de los estudiantes que cursan la asignatura. Con el transcurso de los años, este programa ha evolucionado (Torres y otros, 2006). Y sigue haciéndolo, razón por la cual es oportuno describir las modificaciones recientes a su estructura, así como mostrar que la ampliación de los datos iniciales que proporciona son útiles no solamente para perfeccionar su calidad y la de sus instrumentos específicos (Camilloni, 1998), sino que permite identificar con precisión y ámbito de

aplicación suficientes otras acciones académico administrativas de la Cátedra así como los objetivos y los objetos de investigación didáctica de los proyectos que se llevan a cabo en su seno (por ej., Ghini y otros, 2012; Insinger y otros, 2014).

2. DESARROLLO Y METODOLOGÍA

Los exámenes parciales de Química constan de 15 ejercicios breves a resolver en un plazo máximo de dos horas reloj. Hasta el primer semestre de 2011, los ítems no fueron equivalentes, habiendo entonces por examen 5 de ellos con valor de 1 punto y los 10 restantes con valor de 0,5 punto. Los ítems de 1 punto solían requerir alguna operación analítica y/o procedimental más que los de 0,5 punto.

Distintas cuestiones propiciaron la consideración de un cambio de modalidad para calificar los exámenes parciales de la Cátedra:

Dado que deben confeccionarse 48 temas de 15 ítems para cada evaluación, es problemático obtener un conjunto de ítems del doble de dificultad que los restantes, cada subgrupo de dificultad similar entre sí y lo mismo para cada subtema y cada tema. Asimismo, no hay garantía de

correspondencia entre aquello que para los estudiantes es más difícil respecto de lo considerado por los autores.

Existe un rango muy amplio de ítems acreditados para obtener una misma calificación, que resiente la motivación de los estudiantes al percibir asimetrías marcadas entre lo que respondieron correctamente y la calificación obtenida, especialmente al comparar sus producciones respecto de las de sus compañeros en la instancia de devolución.

En otro orden y luego de la administración de los exámenes, en forma oral durante los encuentros mensuales del claustro, el cuerpo de profesores informa la tasa de aprobación por sede y banda horaria y se socializan aspectos puntuales acaecidos durante la instancia. Dado que en general no se recaba otra información cuantitativa que no sea la tasa de aprobación por banda horaria, datos tales como la confiabilidad del instrumento utilizado, el grado de dificultad de cada subtema y más aún, de cada ítem en cada subtema y su correlación con los restantes, etc. no está disponible para los profesores que deberán preparar los exámenes posteriores. Naturalmente que suele compartirse información verbal sobre algún ítem en particular, algún ejemplo que quizás no fuera conveniente repetir a futuro, algún ejercicio que sería oportuno incorporar a la guía de trabajo semestral. Y es información valiosa, expresada por docentes con amplia experiencia disciplinar y profesional. Sería prudente, en opinión de los autores del presente trabajo, complementar la valía de aquello que se informa en cierto modo inorgánicamente, con procedimientos complementarios, registrables y disponibles para la Cátedra, atendiendo a su dinámica específica. Todo lo anterior, a efectos de perfeccionar la expectativa de administración de la Cátedra Única inspirados en la norma ISO 9001 (Angelini y otros, 2004 y 2005).

En este marco, se consideró oportuno seleccionar y adoptar un mínimo útil de herramientas estadísticas tradicionales de validación y revisión de los exámenes de la Cátedra para describir y estipular un proceso documentado y reproducible a tales fines, complementando los aportes generales que efectúa el plantel docente.

En la sección siguiente describiremos la modalidad de calificación de exámenes parciales adoptada por

la Cátedra a instancias de los autores del presente trabajo y que está vigente a la fecha.

2.1. Breve análisis de calificaciones de las evaluaciones parciales

En base a las dificultades observadas y potencialmente observables de un sistema de calificación con ítems de valor diferente (IVD), sugerimos que la percepción y valoración de la dificultad al momento de la evaluación se traslade desde los docentes hacia los estudiantes, únicos dueños de sus conflictos cognitivos, por vía de valorar cada ítem de manera equivalente y asignar la calificación en base a una grilla de correspondencia ítems/calificación que al mismo tiempo aumente la producción mínima indispensable para aprobar cada instancia.

Un sistema de ítems equitativos (IE) posibilita un análisis eficiente (recordando siempre la masividad del curso y la diversidad de tareas académico-administrativas del plantel docente) de la extensión de los aprendizajes, partiendo del número de respuestas correctas (y luego la identificación de las mismas, por supuesto) producidas en ambos exámenes parciales. Asimismo, el sistema IE propende a la equidad entre producción y calificación, esto es, a igualdad (o mucha similitud) de número de ítems totales correctos, misma calificación final en la asignatura; una cuestión virtualmente imposible de lograr con un esquema IVD. La percepción de esta equidad es significativa en el ideario estudiantil y acompañarla es positivo para sostener su motivación. Y dado que los estudiantes suelen autorregular dicha motivación en punto a la distancia que media entre nuestros objetivos académicos y los suyos propios respecto de la aprobación de la asignatura, los valores asignados a la grilla son útiles para establecer un nexo entre ambos.

Un primer análisis permitió observar que:

En el sistema IE se requieren al menos 13 ítems correctos para aprobar el curso (43,3 %) y al menos 21 para promoverlo (70 %), contra un mínimo de 8 (26,7 %) y 16 (53,4 %) del sistema IVD.

La relación producción/calificación de IE es más equitativa que con el sistema IVD. En el peor

escenario de IE, un estudiante con 2 ítems correctos menos respecto de otro podría obtener un punto más de promedio. Las situaciones límite, es decir, que un mismo o muy similar total de ítems correctos conduzca a dos condiciones académicas distintas son tan pocas en IE que resultan muy sencillas de identificar por los correctores y de analizar en conjunto por el profesor que decide en última instancia. Con el sistema IVD, la asimetría podría llegar a ser tal que un estudiante con dos ítems correctos más que su compañero promoviera la asignatura mientras que el segundo debería recursarla. Por supuesto, siempre habrá casos límite. El sistema IE (como cualquier otro) no los puede evitar, pero los minimiza al punto de identificarlos fácilmente, en beneficio de los estudiantes.

Para evaluar si el sistema IE modificaba el porcentaje histórico de estudiantes que aprueban la asignatura en una misma sede, mismo semestre y misma banda horaria, aplicamos el test de Gauss para diferencias de proporciones: 565 exámenes IVD con 37,5 % de aprobados respecto de 486 exámenes IE con 36,9 % de aprobados. Por lo tanto, IE no perjudica la tasa de aprobación y al mismo tiempo asegura la acreditación de un número mayor de contenidos aprendidos.

La principal ventaja entonces reside en que las aprobaciones y promociones calificadas según IE son de mayor "calidad", en tanto tales condiciones académicas se alcanzan explícitamente dando cuenta de un mayor número de contenidos evaluados satisfactoriamente, en consonancia con el deseo de los docentes de asignaturas ulteriores en las unidades académicas de destino final de nuestros estudiantes.

3. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La revisión de métodos de calificación y de registro y análisis detallados de las producciones estudiantiles del programa de evaluación de la asignatura, son parte del desarrollo general de la Cátedra Única en su contexto distintivo de masividad. Suman al carácter formativo de la evaluación que ya se expresa a través de la instancia de devolución personalizada.

La calificación de exámenes con ítems valuados de manera equivalente y aplicación posterior de una grilla de correspondencia, explicita un mayor requerimiento mínimo de acreditación de conocimientos, con mayor equidad y mayor libertad de acción al momento de preparar los instrumentos de evaluación, sin perjuicio para los estudiantes ni para las tareas docentes asociadas a su administración.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó en el marco de la Programación UBACyT, financiada por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires (Cód. 20020150100007).

REFERENCIAS

- Angelini M., Baumgartner E., Guerrien D., Landau L., Lastres L., Sileo M., Torres N. y Vázquez I. Calidad en educación: una meta posible. Adaptación de las normas ISO a la gestión de un curso universitario. 1ª parte, *Educación Química*, **15**, número extraordinario, 322-327, 2004; 2ª parte, *Educación Química*, **16**(1), 68-72, 2005.
- Camilloni, A. La calidad de los programas de evaluación y de los instrumentos que lo integran, En: La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo. Paidós, (1998).
- Ghini A., Veleiro A., Bruno J., Guerrien D., Rusler V. y Di Risio C. . Abordaje de la Química del Carbono en un curso introductorio y masivo de Química General. *Educación Química*, **23**(3), 370-374, (2012).
- Insinger K., Bruno J.A.O. y Di Risio C.D. Talleres con relevancia social para integración de contenidos curriculares de Química-CBC. *Revista Electrónica de Didáctica en Educación Superior*, N° 8 <http://www.biomilenio.net/RDISUP/portada.htm>. ISSN 1853-3159. (2014)
- Torres N., Sileo M., Landau L., Angelini M., Guerrien D., Lastres L., Vázquez I. y Baumgartner E. Evolución de los procedimientos de evaluación en un curso masivo de Química. *Educación Química*, **17**(4), 424-434, (2006).

Dispositivo pensado para mejorar los índices de acreditación que da lugar a la revisión de las prácticas de enseñanza hacia el interior de las cátedras

María Gabriela Lapíduz¹, Daniel Pablo Durán², Verónica Beatriz Pérez¹ y Ángel Rico³

1: Gabinete de Orientación

2: Departamentos Ingeniería Eléctrica,

3: Departamentos Ingeniería Civil

Facultad Regional Concordia

Universidad Tecnológica Nacional

Salta 277 Concordia Entre Ríos

e-mail: lapiduzgabriela@hotmail.com.ar; gradaduran@gmail.com; veronicapsicoperez@hotmail.com; ingangelrico@arnet.com.ar; Página Web: <http://www.frcon.utn.edu.ar>

RESUMEN

El presente trabajo relata una experiencia que se está desarrollando en la Facultad Regional Concordia de la UTN, cuyo objetivo general es modificar la metodología de enseñanza en las cátedras de ingeniería e incrementar el índice de egreso.

A partir de relevar y cruzar información se identificaron cátedras, que por su ubicación curricular y perfil de los docentes que las dictan, resultaban potenciales campos fértiles para introducir modalidades innovadoras. El gabinete de orientación didáctico - pedagógica, les propuso a los profesores a cargo dictar, lo que dio en llamarse, apoyatura académica, consistente en un curso acotado donde, alumnos con la materia regularizada, tienen la oportunidad de integrar y afianzar conceptos, con el compromiso de rendir el final en determinado turno de exámenes.

Para acceder a esta instancia, los alumnos deben firmar un acta de compromiso.

Se concluyó con una apoyatura académica en ingeniería civil, con una efectividad de un 44 %, en tanto que en ingeniería eléctrica se logró un 89 % y se ha planificando una tercera. Es de destacar que los resultados más importantes se han dado en los aspectos cualitativos, en relación a la revisión de las prácticas de enseñanza, por parte de los docentes, y de aprendizaje por parte de los alumnos, como así también la correlación entre materias y la coherencia entre el dictado y la evaluación final.

Palabras clave: Egreso, Apoyatura Académica, Socio - Didáctico.

1. Introducción

A partir del Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012 - 2016ⁿ¹ que establece como objetivo: “Incrementar la cantidad de graduados en ingeniería en un 50 % en 2016, y en un 100 % en 2021, en relación al año 2009, en forma gradual en carreras que completen el segundo proceso de acreditación”, la secretaria académica de nuestra Regional encomendó al gabinete de orientación didáctico - pedagógica poner en marcha mecanismos que aporten para el cumplimiento de dicho objetivo.

La tarea se inició centrándose en el objetivo específico 4 (Plan Estratégico de Formación de Ingenieros 2012 - 2016ⁿ¹) que establece:

“Incrementar la graduación de alumnos avanzados”. Se comenzó a buscar información que permitiera comprender cuales eran las razones que llevan a estos alumnos, con más de 26 materias aprobadas, a demorarse en su egreso. Una vez hecho un diagnóstico de situación se procedió a elaborar una estrategia de intervención a través de lo que dio en llamarse “curso de apoyatura académica”.

2. Marco Teórico

En la Regional Concordia hemos logrado incrementar en aproximadamente un 14 % el índice de retención como así también disminuir el desgranamientoⁿ². Descontamos la necesidad de continuar trabajando en ello para optimizar resultados, no obstante estar dentro de los

parámetros nacionales. Nuestro actual desafío es cómo o qué hacer para que esos alumnos que han llegado al ciclo superior, ahora egresen. Trabajamos desde 2009 en estrategias concretasⁿ³ que han permitido que hoy haya más alumnos avanzados, pero nos encontramos que si bien están en 4° o 5° año o han terminado de cursar, han acumulado una gran cantidad de finales y, en algunos casos, demoran tanto la aprobación de las materias que pierden la regularidad de las mismas.

Esto se agrava por el encadenamiento con las materias correlativas y puede preverse que demorarán mucho más de lo esperado para su graduación.

Las posibles causas que dan origen a esta problemática son múltiples y de diversos orígenes. Sin duda se requiere una mirada crítica de los planes de estudio y de cuáles son las competencias básicas que necesita un ingeniero para su primer trabajo. En el siglo XXI ninguna profesión puede ejercerse sin ser acompañada con una formación permanente. El acceso al conocimiento ha modificado sus vías de llegada. El volumen de saberes es de producción constante y evolución permanente y por lo tanto es inabarcable en una formación de grado. Sin embargo, el presente trabajo se centra en otras causas endógenas a la vida de la Institución Universitaria y que está en estrecha relación con los aspectos socio - didácticos a saber:

- i. Por un lado la socialización de los alumnos universitarios que llegan al ciclo de especialización de las ingenierías es, en muchos casos deficiente frente a lo que la institución espera de ellos. Los profesores suelen traducir esto como “no estudian” “quieren ser ingenieros sin esforzarse”.
- ii. Por otra parte, si bien ya en el ciclo básico es difícil que el profesor universitario se interese por las cuestiones socio - culturales y didácticas de su tarea, mucho más difícil lo es en el ciclo de especialización.

3. Desarrollo del trabajo

Los objetivos perseguidos en el presente trabajo son los siguientes:

- i. Incrementar la graduación de alumnos avanzados.
- ii. Promover una mirada crítica de los docentes de ciclo avanzado sobre sus prácticas pedagógicas.
- iii. Generar una revisión de los alumnos sobre sus modos de estudiar.
- iv. Poner en cuestión los mecanismos de regularización y exámenes finales de las cátedras y su correlación (evaluación).

La metodología seguida para diseñar la apoyatura académica como instrumento de intervención para el incremento del índice de egreso fue, en primer lugar, detectar el número exacto de alumnos con más de 26 materias aprobadas y relevar su situación académica en cuanto a año de ingreso y cantidad de materias cursadas sin rendir los finales.

Posteriormente, mediante entrevista a los directores de carrera y a los estudiantes se indagó sobre cuáles eran las materias, que por su dificultad y/o correlatividades, oficiaban de “traba”. Una vez detectado esto, se pensó cuáles de esas cátedras eran dictadas por profesores con mayor compromiso con la tarea docente y posible apertura hacia “lo socio - cultural - didáctico”. El gabinete los entrevistó y se les propuso el dictado de un curso corto, de seis semanas de duración, donde los alumnos que tuvieran la materia regularizada pero no aprobada pudieran prepararse para dar el final dentro de la misma cátedra.

Asimismo se establecieron una serie de pautas a cumplir que se refrendan en un acta - acuerdo, entre el alumno, un miembro del gabinete y el docente a cargo. Una vez terminados estos cursos, se estimulan, desde el gabinete, intercambios entre los ingenieros que participan que se centran básicamente en la reflexión sobre sus prácticas pedagógicas y sobre los procesos de aprendizaje de los alumnos.

En relación a los alumnos se ha preparado una encuesta para recoger información sobre sus vivencias, pero además para recibir aportes suyos en cuanto a otras estrategias a aplicar con miras al incremento del índice de egreso.

4. Discusión

Al momento actual se ha implementado un curso de apoyatura académica en análisis estructural I (departamento de ingeniería civil). El 44 % de los alumnos se presentó a examen, aprobando el 75 % de los mismos. En tanto que de un 5 % se ha perdido contacto.

El resultado obtenido en el curso de sistemas de potencia (departamento de ingeniería eléctrica) los resultados fueron los siguientes: el 89 % de los alumnos aprobaron con una nota promedio de 9, en tanto que el 11 % (un alumno) no se presentó. A pedido de la directora de este último departamento, se realizó este mismo trabajo con teoría de los campos.

Entendemos que quizá los resultados más importante son en términos cualitativo.

Transcribimos textualmente un intercambio entre los ingenieros que son autores del presente trabajo y que muestra mejor que cualquier teorización de qué hablamos cuando hablamos de revisión de las prácticas. Consideramos a esta posibilidad el resultado más importante obtenido por este trabajo al día de hoy. Y esperamos relevar con más rigurosidad la palabra de los alumnos y mejorar las cifras en un futuro.

Daniel Pablo Durán:

“He necesitado completar todo aquello que suponía que los alumnos aprendían en las materias paralelas. Incluso estoy descubriendo qué cosas que yo di y creía que sabían no las tenían incorporadas.

Me estoy cuestionando mi forma de enseñar desde el punto de vista de lo que transmito y de cómo lo transmito.

Me sirve para darme cuenta de la falta de coordinación que tienen, a veces, entre sí las materias de 5° año.

He comprendido que a los alumnos les cuesta mucho cambiar sus puntos de vista. Descubrí una rigidez en sus modos de pensar. Al hacer yo un desarrollo más plástico de la materia, veo lo mucho que les cuesta a ellos flexibilizar sus puntos de vista. Además a mí me enseñaron con cierta rigidez los modelos a desarrollar y yo hice lo mismo.

Todo esto se va dando al buscar una forma diferente de desarrollar la misma materia. Dar lo mismo con otro enfoque porque dar lo mismo de la misma forma no tiene sentido.

Se trata de un curso (la “apoyatura”) que debe ser acelerado; donde los contenidos se dan rápido porque ya fueron dados en la cursada anual, entonces se ahonda más en los enfoques y sus aplicaciones”.

Ángel Rico:

“Yo noto lo siguiente en el alumno, y el problema que se le va a generar cuando sea ingeniero:

Esto que escribo me lo enseñó la realidad de la calle: cuando vos sos ingeniero, el resto cree que sos la solución a todo, no importa si hace 10 minutos que te dieron el título.

En la calle es así, y los alumnos no lo quieren creer, por eso les digo lo que me dijeron y que luego me ocurrió “Lo que no se estudia en 6 años, se estudia en una noche” así me lo dijeron cuando era alumno y así me ocurrió en mis primeros años de trabajo.

El alumno no tiene conceptos claros, al no haber concepto no puede hacer diagnóstico del problema con el cual se enfrenta, y al no poder diagnosticar no sabe como resolver la situación, esto se ve en los exámenes y luego en la vida profesional, me consta, por que algunos egresados me viven preguntando cosas muy conceptuales.

¿Cómo revertirlo? Esa es la gran pregunta que me hago, es difícil en el aula. Ahí está la importancia de la participación del gabinete y la concientización del alumno para que no sólo apruebe materias, sino que comprenda conceptos muy básicos, que son los que se presentan en lo cotidiano, logrando tener, de ese modo, más tiempo para estudiar los más complejos con detenimiento.

Pero pasa como en el examen, se quedan en lo básico y lo más complejo no llegan ni a entenderlo.

El tema es muy complejo, y en la calle no se permiten errores, esto no solamente pone en duda la capacidad del profesional, además queda el nombre de la Regional mal visto. Y el de todos nosotros los docentes. He escuchado varias críticas a ingenieros jóvenes sobre estos temas y me preocupa mucho.

Por todo lo que comento, creo que no se trata de aprobar materias sino de entender que la problemática es mucho más profunda.

Bueno es sólo mi punto de vista con 22 años de trabajo en la ingeniería.”

Daniel Pablo Duran:

Puedo agregar a lo dicho por Ángel, que la tarea más difícil, para mí, en este nuevo curso es que, una vez presentadas las diferentes alternativas por mi parte, se atrevan a discutir conceptualmente el tema. Les cuesta mucho confrontar los enfoques desde el punto de vista físico.

También les cuesta cuestionar los modelos físicos y matemáticos presentados, probablemente por falta de fundamentos y herramientas teóricas.

Se detectan falta de conocimientos básicos, incluyendo a las materias ya cursadas de 5º año.

Pienso que se debería trazar una línea futura de acción tendida hacia la integración efectiva de las materias de 1º a 5º año, que si bien está formulada en los papeles en la práctica no se concreta.

Otro campo de acción podría ser realizar un "seminario" con docentes de las dos carreras, para cuestionar y discutir la metodología de transmisión de conocimientos.

Por último, proponer que las prácticas de 4º y 5º año, al menos en algunas materias, se asemejen más a los problemas planteados en la vida profesional que a los académicos, haciendo que los alumnos los resuelvan antes de realizar la clase de apoyo para los mismos. Desde luego con un importante apoyo teórico previo.

5. Conclusión

Aún no tenemos estadísticas suficientes para afirmar que los cursos de apoyatura académica incidan positivamente en términos numéricos en el incremento del porcentaje de graduaciones. Necesitamos más tiempo y casuística para ello. En cambio, podemos afirmar que estamos obteniendo información muy interesante para comprender lo que sucede hacia el interior de la enseñanza y el aprendizaje en el ciclo superior de las ingenierías civil y eléctrica en la Facultad Regional Concordia.

Los alumnos están tomando conciencia que durante "la cursada" deben administrar de otra forma su tiempo de modo de dedicarse a "mantener

las materias al día". También van comprendiendo que el apuro que tienen por terminar de cursar, para dedicar tiempo a otras cosas, es contraproducente, ya que dilatan el presentarse a examen final. El alejamiento físico de la universidad y de sus compañeros, agrava la situación aumentando la dificultad para preparar la materia y de ese modo, acumulan finales sin rendir.

Por su parte, en los docentes esta tarea provoca una revisión profunda de sus prácticas pedagógicas, en general y de las evaluativas en particular, da un "aire fresco" a su vínculo con los alumnos y hasta los lleva a revisar sus propias matrices de formación.

6. Referencias

- Antoni J. E.: "Alumnos Universitarios: el por qué de sus éxitos y fracasos" Miño y Dávila, Buenos Aires 2003.
- Davini M. C.: "Métodos de Enseñanza" Editorial Santillana, Buenos Aires 2008.
- Frigerio G. y Diker G. (comps.): "Educar Figura y Efecto del Amor" del Estante Editorial, Buenos Aires 2006.
- Hobsbawm Eric.: "Historia del Siglo XX" Editorial Paidós / Crítica; 2ª edición; Buenos Aires 2010. Menin.
- López Noguera F.: "Metodología Participativa en la Enseñanza Universitaria" Ediciones Narcea, Madrid 2007.
- Morin Edgar: "Los siete saberes necesarios para la educación del futuro", Nueva Visión, Buenos Aires 2004.
- Ovide: "Pedagogía y Universidad" Homo Sapiens Editores; Rosario; 2004.
- Quiroga Ana: "Enfoques y perspectivas en psicología social", ediciones Cinco, Buenos Aires 1987.
- Santos Guerra M. A.: "La Evaluación Como Aprendizaje" Editorial Bonum, 2007.
- Schnitman F. D.: "Nuevos paradigmas, cultura y subjetividad", Editorial Paidós, Buenos Aires 1994.
- Steiman J.: "Más Didáctica (en la educación superior)" Miño y Dávila, Buenos Aires 2009.

ⁿ¹ Ministerio de Educación - Secretaría de Políticas Universitarias - Subsecretaría de Gestión y Coordinación de Políticas Universitarias: <http://portales.educacion.gov.ar/spu/calidad-universitaria/plan-estrategico-de-formacion-de-ingenieros-2012-2016/>

ⁿ² Pérez - Lapíduz - Durán "Integrando en la Integradora", Bs. As. JEIN 2011

i ⁿ³ Pérez - Lapiduz - Chezzi - Durán “Una Propuesta Didáctico - Pedagógica en la Enseñanza de la Ingeniería”,
San Nicolás JEIN 2012

Ordenamiento de los Registros Semióticos en la Didáctica del Álgebra en la Escuela Secundaria. Correspondencia con la Enseñanza de Expresiones Algebraicas Racionales¹

Valiero, Eugenio
Villenas, Flavia
Barrionuevo, Melissa

Instituto de Enseñanza Superior “Dr. Luis Federico Leloir”
Corrientes 198, Gualaguay, Argentina
e-mail: institutosup25@yahoo.com.ar

RESUMEN

La presente investigación, de carácter cualitativa, fue realizada en el contexto de la Formación Docente, de un Instituto Superior Estatal, para conocer la utilización de *registros semióticos* en experiencias reales de enseñanza, a partir de la observación de los ordenamientos representacionales que realiza un profesor en sus propuestas didácticas.

Se tomó como base conceptual la *Teoría de Registros de Representación Semiótica*, de Raymond Duval², y la caracterización comprendió un estudio de casos mediante entrevistas y observación directa de clases, en una escuela urbana de la ciudad de Gualaguay, Provincia de Entre Ríos, Argentina.

En ésta se analizó el *modo en que se ordenan los diversos registros en la enseñanza de expresiones algebraicas racionales en 4° año de la Educación Secundaria*, vinculado a la necesidad de identificar condicionantes estructurales que inducen al error didáctico.

La pregunta fue enfocada desde una concepción Social, Educativa, y Didáctica. En tal sentido, se consideró que estos constituyen una condición importante cuyo impacto se liga a los procesos de abordaje de la Didáctica Específica de contenidos de la Matemática Escolar.

Se partió del supuesto de que toda situación de enseñanza conlleva formatos necesarios para la comunicación y formulación de dispositivos visuales, auditivos, verbales, escritos, y representacionales.

Palabras clave: Teoría de los Registros Semióticos, Enseñanza del Álgebra, Expresiones Algebraicas Racionales.

¹ Una Expresión Algebraica Racional es la razón, cociente o fracción entre polinomios.

² Profesor francés de la Universidad del Litoral dedicado a estudios acerca de los procesos cognitivos en enseñanza y en aprendizaje de la Matemática.

1. Introducción

Desde los años '70 del siglo pasado, las investigaciones en Enseñanza de la Matemática pretenden conocer las dificultades de comprensión, los modos de resolver situaciones problemáticas, y el funcionamiento cognitivo en matemática.

En respuesta a la pregunta acerca de la dependencia del pensamiento matemático respecto del lenguaje, y de otros *sistemas de representación* utilizados, éstas afirman la autonomía de la conceptualización con relación a toda actividad semiótica³. Sin embargo, estas cuestiones están en el centro de las dificultades que los alumnos encuentran en su aprendizaje (DUVAL, 2006).

Cuando se mencionan las dificultades, se hace referencia al aprendizaje (actividad práctica y cognitiva del alumno), también conocidos como *obstáculos epistemológicos* (BACHELARD, 1988).

La presente investigación abordó la forma en que el ordenamiento de distintas representaciones semiótico-didácticas (actividad práctica y cognitiva del profesor) establece jerarquías para la Enseñanza de Expresiones Algebraicas Racionales, sosteniendo que el conocimiento representacional requiere particularizar su estudio en determinados contenidos escolares.

La misma, se encuadró dentro de las disciplinas de la Educación, de carácter descriptivo, y consistió en la realización de observaciones de clases, mediante una metodología del tipo cualitativa, y entrevistas a docentes de Matemática de Nivel Secundario, de una escuela secundaria, ubicada en zona céntrica de la Ciudad de Gualeguay (Argentina).

2. Marco Teórico

2.1. Errores en Enseñanza y Aprendizaje.

Un error puede ser de origen ontogénico, didáctico, semiótico, cultural y epistemológico, entre otros, (RICO, 1997). Popper, Lakatos y Bachelard han realizado grandes aportes a este último tipo. Así, desde la perspectiva epistemológica⁴, se considera a los errores como

³ Adquisición de una representación realizada por signos.

⁴ Conjunto de convicciones, de conocimientos y de saberes científicos, que tienden a decir cuáles son los conocimientos de los individuos o de los grupos de personas, su funcionamiento, las formas de establecer su validez, de adquirirlas y por tanto enseñarlas y de aprenderlas. (D'Amore, 2004)

conocimientos deficientes e incompletos, que posibilitan la permanente adquisición y consolidación de nuevos conocimientos.

Según el Dr. Luis Rico, de la Universidad de Granada, es posible diferenciar dos tipos de profesores, los cuales tienen dos visiones distintas sobre los errores del aprendizaje, ellos son: el profesor Convencional – Tradicionalista, y el profesor Moderno – Avanzado (RICO, 1997).

Ambos tienen como tarea proporcionar herramientas necesarias que permitan reorganizar de nuevo los esquemas mentales de los alumnos.

2.2. Error, Representación Semiótica, y Aprendizaje.

En Matemática el error afecta a la construcción del conocimiento matemático, a su tratamiento, comprensión y valoración. El profesor francés de la Universidad del Litoral Raymond Duval, en su Teoría de Registros de Representación Semiótica, establece que:

Las representaciones semióticas, es decir aquellas producciones constituidas por el empleo de signos (enunciado en lenguaje formal, fórmula algebraica, gráfico, figura geométrica...), no parecen ser más que el medio del cual dispone un individuo para exteriorizar sus representaciones mentales, es decir, para hacerlas visibles o accesibles a los otros. (DUVAL, 2004)

Pero, la principal dificultad de los estudiantes es adquirir la habilidad para cambiar de *registro de representación*. En referencia a ello Duval realizó una serie de investigaciones acerca de la gran variedad de contextos de representación en la actividad matemática, y señala:

- Los contextos de representación utilizados en matemática son semióticos.
- El procesamiento matemático implica siempre una transformación de representaciones.
- Se requiere una coordinación interna para elegir una representación según el propósito de la actividad. (DUVAL, 2006)

Para comprender los problemas de aprendizaje con lo que ello se vincula se deben distinguir dos clases de transformaciones: la *conversión* en la que se cambia el sistema semiótico usado sin cambiar los objetos indicados, y el *tratamiento*, en donde se opera manteniendo el mismo registro. Considerando que: *un objeto es cualquier entidad o cosa a la cual nos referimos, o de la cual hablamos, sea real, imaginaria o de cualquier otro tipo* (BLUMER, 1969).

Muchas veces estas transformaciones se pueden identificar claramente y se dan en distintas etapas del proceso de resolución de problemas, pero también, hay situaciones en las que se requiere movilizar en paralelo dos o más registros.

En este sentido la *conversión* y el *tratamiento* son considerados como un todo en la resolución de problemas, sin embargo, la conversión es un proceso cognitivo más complejo que el tratamiento, es así que puede ser considerado como el origen de la comprensión.

2.3. Representación Semiótica, Didáctica, y Error.

Se debe tener en cuenta que la Enseñanza de la Matemática debe satisfacer dos requisitos que en un punto entran en conflicto: por un lado, todo concepto matemático se ve obligado a servirse de representaciones, dado que no se dispone de objetos para exhibir en su lugar por lo que la conceptualización⁵ debe necesariamente pasar a través de registros representativos. Y, por otro lado, los objetos matemáticos representados nunca deben confundirse con el contenido de las representaciones semióticas utilizadas. *Un objeto matemático es todo lo que es indicado, señalado, nombrado cuando se construye, se comunica, o se aprende matemáticas.* (GODINO, 2002)

Raymond Duval (1996), citando a Vygotsky declara que no existe concepto sin sistema de signos:

Todas las funciones psíquicas superiores se hallan unidas por una característica común superior, la de ser procesos mediados, es decir el incluir en su estructura, como parte central y esencial del proceso en su conjunto, el empleo del signo como medio fundamental de orientación y de dominio de los procesos psíquicos... La lista central del proceso de formación de los conceptos es el uso funcional del signo, o de la palabra, como medio que permite al adolescente de someter a su poder las propias operaciones psíquicas, de dominar el curso de sus propios procesos psíquicos... (VYGOTSKY, 1962)

En Matemática, los *sistemas semióticos* son principalmente utilizados para operar (*tratamiento*), por eso es importante reconocer que el contenido de cada representación no depende de los conceptos u objetos representados sino también del registro utilizado. Cambiar de un sistema a otro significa cambiar el contenido de la representación sin cambiar las propiedades matemáticas representadas. Es por ello que muchos de los estudiantes se ven atrapados en esta función semiótica, lo que conlleva a la falta de comprensión de lo enseñado. El primer paso para el entendimiento es la posibilidad de transferir lo que se ha aprendido a nuevos y diferentes contextos,

por lo que una de las condiciones es que haya una coordinación interna entre los diversos *sistemas de representación* disponibles para usar:

Se dice que se establece entre dos objetos matemáticos una función semiótica cuando entre dichos objetos se establece una dependencia representacional o instrumental, esto es, uno de ellos se pone en el lugar del otro o uno es usado por otro. (D'AMORE-GODINO, 2006)

Desde esta postura lo importante es que también los profesores sean capaces de relacionar de muchas maneras representativas los contenidos matemáticos, en distintas situaciones, para que así los alumnos puedan desempeñar un rol activo, como describe la teoría constructivista.

Por su parte, el docente tiene un papel central ya que es el encargado de proporcionar estas situaciones, introducir el debate para involucrar a los estudiantes en la resolución, aclarar ideas, conceptos y terminologías. Debe ser activo y creativo ya que al mismo tiempo que fomenta actividades en grupo debe respetar las individualidades de los alumnos y no perder de vista que un concepto matemático tiene diferentes niveles de abstracción y generalidad, con sus restricciones. Si se abordara un concepto con un significado no apropiado para un problema dado, o que no semióticamente diseñado en forma adecuada, funcionaría como un obstáculo: *Los obstáculos didácticos son formas de pensamientos cuyas limitaciones se derivan de una cierta manera de enseñar* (SIERPINSKA, 1990).

G. Brousseau caracteriza al *obstáculo didáctico* como resultado de una opción o de un proyecto del sistema educativo, de las elecciones que se hacen para establecer la situación de enseñanza. Destacando que un obstáculo es siempre el fruto de la interacción del alumno con un medio, y, en efecto, el error es una manifestación del obstáculo, es decir la consecuencia causal cuando los errores son persistentes y reproducibles.

2.4. Transposición Didáctica y Contexto Semiótico.

Un contenido, para ser enseñado, sufre transformaciones cuya finalidad es la de hacerlo apto para ocupar un lugar entre los objetos de enseñanza. En ese sentido también adquiere diferentes formatos semióticos. Según Chevallard: *La transformación del saber científico en un saber posible de ser enseñado se denomina Transposición Didáctica* (CHEVALLARD, 1993).

Es evidente la necesidad de que exista dicha transposición, ya que en innumerables casos la distancia entre el objeto de saber y el objeto de enseñanza, es inmensa. Sin embargo, no se debe

⁵ La conceptualización es el pasaje de los conceptos-como-instrumento a los conceptos-como-objeto y una operación lingüística esencial en esta transformación es la nominalización, es una apropiación consciente.

confundir *conversión* de un *registro semiótico* a otro con la efectiva *transposición didáctica* que se realiza a todo objeto de saber escolar: *Un objeto de saber solo llega a la existencia como tal, en el campo de conciencia de los agentes del sistema de enseñanza, cuando su inserción en el sistema de los objetos a enseñar se presenta como útil para la economía del sistema didáctico.* (CHEVALLARD, 1993)

Por ello los profesionales de la educación deben tener en cuenta algunas estrategias para prevenir y superar dichos errores.

Al respecto Duval, destaca la importancia de los procesos cognitivos y de su relación con los *registros semióticos*:

La actividad matemática es un tipo de actividad que (...) supone una manera de pensar que no es nada espontánea para la gran mayoría de alumnos y de adultos. Necesita modos de funcionamiento cognitivos que requieren la movilización de sistemas específicos de representación. Estos sistemas constituyen registros de representación semiótica. Su integración a la arquitectura cognitiva de los sujetos es la condición absolutamente necesaria para poder comprender en matemáticas. (DUVAL, 2004)

Por tales motivos se sostiene que los *sistemas de representación semiótica* tanto en su tratamiento como en su conversión, están estrechamente vinculados con los sistemas didácticos, y principalmente en la intervención necesaria del registro lingüístico como nexo de los demás registros.

3. Desarrollo del trabajo

3.1. Entrevista a docentes de Matemática

Se entrevistó a 2 docentes, de 2 cursos de idéntica graduación escolar (4° año de Educación Secundaria), previamente a la observación de sus clases, para conocer los diferentes *registros semióticos* que utilizaban, su postura frente a los *errores didácticos* y la manera de afrontar las dificultades de la enseñanza y del aprendizaje. Se les formularon cinco preguntas semi-estructuradas centrales, de carácter abierto, sobre *registros semióticos* y *errores didácticos*.

3.2. Observaciones de clase de Matemática en 4to año

Luego de la entrevista se realizó una observación de clase por cada docente, referidas a Expresiones Algebraicas Racionales, a fin de describir los *registros semióticos* utilizados. Se tomaron registros del proceso de enseñanza, las anotaciones de los estudiantes, sus preguntas e intervenciones a medida que se desarrollaba la clase, las conceptualizaciones que ellos hacían, y la

modalidad de resolución de actividades y ejercicios del tema.

3.3. Entrevista N° 1

De la primera entrevista surgió que la docente utilizaba como estrategia didáctica, la vinculación de los conceptos con temas anteriormente vistos.

Este tipo de estrategia es adecuada al tipo de didáctica sugerida por Brousseau, ya que permite que el alumno emplee sus conocimientos previos frente a situaciones novedosas, a la vez que incluye a sus estructuras las nuevas explicaciones y los nuevos contextos de aplicación. Sin embargo, lo observado en la clase indica que no resultó adecuada ya que los alumnos no lograron vincular los conceptos nuevos con los anteriormente vistos.

Cuando se preguntó sobre los recursos y actividades propuestas para el tema, la profesora contestó que comienza con ejemplos en el pizarrón y luego ejercitación, para reforzar la utilización del registro algebraico principalmente, tanto por parte del docente como por parte de los alumnos.

Se deduce así, que se realizan tratamientos dentro del mismo registro y no conversiones, como por ejemplo si se plantearan situaciones problemáticas.

Al preguntar sobre los errores comunes de los alumnos, respondió que los mismos no podían aplicar temas vistos anteriormente a nuevos contextos, por ejemplo, los casos de factorización, simplificación o propiedad distributiva.

Como respuesta a las posibles causas indicó que los alumnos no logran relacionar los temas.

Si nos remitimos a elementos teóricos ya mencionados: *Una noción aprendida es utilizable solo en la medida en que es conectada a otras, constituyendo esos vínculos, su significado, su etiqueta, su método de activación.* (BROUSSEAU, 1994).

Así se puede interpretar que la docente, al enseñar Expresiones Algebraicas Fraccionarias, se comportó como profesor del tipo *convencional*.

Por último, al preguntar cómo trabaja sobre esas dificultades, señaló que aplica distintas técnicas, por ejemplo, repasar lo dado antes de la evaluación, dar ejercicios de aplicación más sencillos, o explicar el tema nuevamente ya que no se puede avanzar si los alumnos no han comprendido.

En tal sentido se correspondería con un docente del tipo *moderno*, es decir, aquel que procura una revisión para mejorar el significado del conocimiento erróneo. Pero, no así, al utilizar las mismas técnicas, el mismo procedimiento de resolución, sin presentar situaciones novedosas que permitan la utilización de otros registros que

ayuden a ampliar los conceptos o vincularlos con otros.

Desde estos elementos de análisis se puede pensar que los errores de los alumnos se producirían por obstáculos de tipo didácticos.

3.4. Entrevista N° 2

Al entrevistar a la segunda docente surgió que utilizaba similar estrategia didáctica que la anterior para explicar el tema y vincular los conceptos con otros vistos con anterioridad, aludiendo a que “no hay demasiadas estrategias para el tema”.

Este tipo de estrategia permite que el alumno emplee sus conocimientos previos frente a situaciones novedosas, a la vez que incluye a sus estructuras las nuevas explicaciones y los nuevos contextos de aplicación. En la observación de clase se reconoció que la estrategia, aplicada por la profesora, fue aceptada por los alumnos y llegó a interesarlos.

Cuando se preguntó sobre los recursos y actividades propuestas, contestó que comenzaba con ejemplos en el pizarrón y luego ejercitación, lo cual da cuenta de la utilización del registro algebraico.

Se puede inferir que realiza tratamientos dentro del mismo registro y no conversiones. Pero en la práctica, la docente hace constantemente aclaraciones y explicaciones orales que refuerzan el concepto algebraico.

Al preguntar sobre los errores comunes de los alumnos, las respuestas también fueron similares a la docente N°1, los alumnos no podían aplicar temas vistos anteriormente al nuevo contexto por ejemplo los casos de factoro, simplificación o propiedad distributiva.

Como posibles causas indicó que los alumnos no logran relacionar los temas, que repiten siempre los mismos errores y que son intrínsecos del Álgebra.

Por último, al preguntar cómo trabajan sobre esas dificultades, en ambas entrevistas se reconoció que aplican distintas técnicas, por ejemplo, repasar lo dado antes de la evaluación, dar ejercicios de aplicación más sencillos, o explicar el tema nuevamente ya que no se puede avanzar si los alumnos no han comprendido. Estas respuestas conducen a caracterizar a un docente del tipo moderno.

3.5. Observación de clase N° 1

La profesora comenzó la clase corrigiendo los ejercicios que tenían de tarea, esta primera

actividad permitió recordar el tema y revisar posibles errores de resolución.

Se presenció la utilización de los registros: algebraico y verbal conceptual, en el caso de las correcciones. La profesora involucró a los alumnos en la corrección de las actividades. No se aclararon o ampliaron conceptos matemáticos en la interacción.

Un alumno preguntó sobre la propiedad distributiva, la profesora lo explicó paso a paso, en este momento se trabajó dentro del registro verbal y algebraico a la vez, con utilización de algunos esquemas gráficos como flechas, vinculando el lenguaje con el procedimiento. Aquí hubo una conversión de registros utilizada por la docente, sin embargo, no se dio el tiempo suficiente para que los alumnos lo incorporen a sus estructuras mentales; al respecto, Raymond Duval destaca que la integración de los sistemas de representación a la estructura cognoscitiva es fundamental para comprender Matemática. Por otra parte, la conversión de un registro a otro es lo que le da significado a un objeto matemático.

La profesora lo explica la propiedad distributiva escribiendo en el pizarrón:

$$(x+1)(x+3) = x^2 + 3x + x + 3 + 3$$

Inmediatamente de explicarlo, borra, y los alumnos se quejan que no pudieron copiar. Ella dice que lo debieron traer hecho.

Cuando la profesora comenzó a explicar el tema lo hizo como continuación del anterior, considerando que la “suma y resta son operaciones que le suceden a la multiplicación y división”. Escribió un ejemplo en el pizarrón donde se utilizó nuevamente el registro algebraico y verbal para la explicación. Además, se realizó una comparación con fracciones numéricas, es decir, se utilizó un registro del tipo numérico. Se pudo observar una conversión entre registros aplicada a la comparación, estrategia expresada por la docente en la entrevista previa, la cual implica una aplicación de conocimientos previos por parte alumno, no siendo así en los casos de factoro donde se observaron notorias dificultades.

Luego, la profesora explica que como son expresiones fraccionarias deben buscar común denominador. Coloca el título en el pizarrón y escribe un ejemplo.

$$\frac{x}{x-2} + \frac{x+2}{x-2} = \frac{x+x+2}{x-2} = \frac{2x+2}{x-2}$$

¿Cómo son? ¿Iguales, por lo tanto? ¿Cuál sería el común denominador?

Alumnos: X-2. Profesora: Desarrolla el ejercicio paso a paso en el pizarrón, indica que se puede aplicar el primer caso de factoro pero la expresión no se modifica, no se puede simplificar, por ese motivo lo dejan así. Pide que copien mientras escribe otro ejercicio de un cuadernillo).

$$\frac{x}{x-2} + \frac{3x-1}{x^2-2x} = \frac{x}{x-2} + \frac{3x-1}{x(x-2)} = \text{¿mo son los denominadores? Distintos. En este caso se debe factorizar primero y luego encontrar el factor común.}$$

- Profesora (Explica cómo obtenerlo con un ejemplo de números fraccionarios $\frac{3}{2} + \frac{2}{3} = \frac{1}{6}$, recuerda que es el mayor de los números y pregunta cuál es en el ejemplo).

- Alumnos: (no responden).

— Profesora (vuelve a preguntar): ¿Cuál se repite? X-2 contestan

— ¿y qué más?

Resuelven y pregunta a la clase:

— ¿Qué más pueden aplicar? ¿El primer caso, el segundo, el tercero...?

— Ruffini (contestan los alumnos).

— No me había enterado que Ruffini tenía un caso de factorio

Otro alumno contesta el tercer caso, la profesora trata de resolverlo, inmediatamente los alumnos se dan cuenta que no es posible, luego otro estudiante contesta "Gauss".

— Eso puede ser lo que pensaste como Ruffini, le pregunta la profesora.

Pasa una alumna a resolverlo. En el pizarrón escribe $q = x^2$, la profesora aclara que es solo el coeficiente, la alumna lo corrige y aplica Ruffini correctamente, comprueba que no se puede factorizar.

Aquí, la docente pretendía un tipo de interacción de los alumnos y un tipo de respuestas específicas sin explicitar de manera verbal los requerimientos, lo cual puede interpretarse como error didáctico con origen en la formulación de las preguntas que la docente realizó a los alumnos, es decir, la transposición didáctica que realizó podría ser un obstáculo para el aprendizaje. En este caso, las preguntas fueron poco específicas y carecían de conceptos o lenguaje matemático.

Luego, pasó una alumna al pizarrón, la profesora indicó que tiene un error en la diferenciación entre coeficiente y término, sin aclarar cuál era esa diferencia, por lo que podría persistir el mismo. Se pudo observar que la intervención del registro lingüístico, utilizado para aclarar o ampliar conceptos es lo que condujo al error de la alumna.

Posteriormente, la profesora explicó un ejercicio con distintos denominadores volvió a aparecer el obstáculo didáctico, ya que no se ampliaron conceptos matemáticos, ni se utilizaron otras estrategias para explicar. Se continuó trabajando dentro de un sistema algebraico y verbal no conceptual:

La docente escribe otro ejercicio en el pizarrón y pregunta:

— ¿Cómo son los denominadores? ¿Cuál será el común denominador? ¿Qué dijimos que se hacía con los denominadores?

— Se multiplican

$$\begin{array}{r} x \quad 2 \quad x(x-1) - 2(x+1) \quad x^2 - x - 2x - 2 \\ = \frac{x^2 - 3x - 2}{(x+1)(x-1)} \end{array}$$

Resuelve el ejercicio con la participación de los alumnos

— ¿Qué podemos hacer?

— Simplificar

— ¿Qué cosa?

— Los paréntesis

— No porque hay un signo menos (-), primero debe expresarse como producto. ¿Qué se puede hacer entonces?

— Distributiva

La última intervención de la docente comenzó con una interacción con los alumnos para construir un nuevo concepto (suma algebraica) pero se vio interrumpida y no se logró el objetivo; se realizó de forma algebraica sin el concepto. De esta manera se ve sólo el tratamiento dentro de un registro desvinculado de todo contexto lo que favorece a una aplicación mecánica de las operaciones y refuerza la hipótesis planteada por la profesora en la entrevista sobre que los chicos no relacionan los temas.

Continuando con la clase la profesora escribe una suma algebraica en el pizarrón y pregunta:

— ¿Cómo se llama cuando combinamos sumas y restas?

— Operaciones combinadas (contesta un alumno)

— Resma (contesta otro)

La profesora dice que están muy chistosos, que para la próxima clase deben averiguar cómo se dice.

$$\begin{array}{r} 1 \quad 2 \quad x \\ 1 \quad 2 \quad x \\ -x-1 \quad (x-1)(x+1) \quad x+1 \\ = \frac{1(x+1) + 2x - 2x(x-1)}{2(x+1)(x-1)} \end{array}$$

pizarrón, los alumnos averiguaron el común denominador correctamente. Un alumno pregunta como saco ese 2.2. La profesora explica que es como fracciones, se divide y multiplica.

Las últimas intervenciones dan cuenta de una docente del tipo tradicional.

Por otra parte, el escaso contenido dialógico y la poca intervención del lenguaje verbal, no permitió desglosar el contenido a través, por ejemplo, del diálogo y la participación activa de los alumnos.

3.6. Observación de clase N° 2

La docente comenzó recordando lo dado en la clase anterior con un ejemplo sencillo explicado en el pizarrón. Utilizó tanto el registro lingüístico como el algebraico.

Este tipo de actividades benefician el aprendizaje de nuevos conceptos ya que, la aplicación constante de los conocimientos previos vinculados a través del registro lingüístico, recordándolos de manera explícita, otorgándoles nuevos significados o aplicaciones, permite la estructuración del nuevo conocimiento a la vez que se refuerzan las nociones aprendidas.

La profesora entra al aula y pide a un alumno que borre el pizarrón. Recuerda que la clase anterior

vieron suma y resta de expresiones algebraicas, escribe un ejercicio con igual denominador y lo desarrolla realizando preguntando a los alumnos.

$\frac{1}{x} + \frac{2}{x} - \frac{5}{x} = \frac{1+2-5}{x} = \frac{-2}{x}$ permitió que se interrelacionaran los temas y se comenzó a estructurar una serie de conceptos dentro de un mismo campo. A continuación, introdujo el nuevo tema, Suma y Resta de Expresiones Algebraicas Racionales con distinto denominador, aquí también se utilizó el registro verbal y el algebraico simultáneamente, haciendo aclaraciones con lenguaje matemático y cotidiano.

Realiza otro ejemplo con fracciones de distinto denominador y pregunta que es lo común y lo no común en ellas:

$\frac{x}{2} + \frac{1}{x} + \frac{1}{1} = \frac{x^2 + 2 + 2x}{2x}$ comenta que escribe en la pizarra, comenta los pasos que realiza, luego pregunta si se puede simplificar, recuerda que en la suma y en la resta sólo es posible en forma vertical, es decir numerador y denominador de la misma fracción.

$\frac{3}{x} - \frac{2x}{x-3} = \frac{3}{x} - \frac{2}{1} = \frac{3}{x} - \frac{2}{1} = \frac{3-x}{x}$ resolvían los ejercicios de manera autónoma, la profesora participó recordando los pasos y haciendo aclaraciones en forma oral, involucrando a los estudiantes en la resolución, aclarando ideas, conceptos y terminología.

Los alumnos trabajaban con una fotocopia que contenía los casos de factorización, se observó que este recurso resultó útil ya que los estudiantes aplicaban los conocimientos con facilidad al nuevo tema y los vinculaban de forma natural. El texto es un cuadro distribuido por caso, consta de registro algebraico, numérico y lingüístico con algunos símbolos aclaratorios (flechas).

Este resumen que vincula distintos registros sobre el mismo objeto matemático, implícitamente realiza conversiones entre ellos, lo que ayudó al estudiante a comparar las diferentes formas de expresar lo mismo y alcanzar el concepto, de una manera complementaria y que permitió diversificar de los modos de representación en la actividad de aprendizaje matemático.

En el siguiente ejercicio los alumnos tenían dificultades para agrupar términos semejantes y diferenciar la Suma de la Multiplicación de Expresiones Algebraicas. La profesora utilizó tanto el registro algebraico como verbal para explicar, sin ampliar los conceptos.

De esta manera se pudo ver que amplió la explicación y dio mayor intervención al registro lingüístico para afianzar la comprensión. Si bien algunas condiciones estuvieron explícitas verbalmente, gran parte de lo que se requirió

expresar verbalmente a fin de una mayor comprensión, no se realizó. Por ejemplo, lo referente a suma de términos con expresiones potenciales semejantes, o las propiedades de la suma y la potenciación.

Al explicar un nuevo ejercicio se utilizó el registro lingüístico oral y el registro algebraico para referenciar los procedimientos a seguir. Interactuó con los alumnos realizando preguntas específicas y direccionadas al contenido matemático.

La docente realizó la transposición didáctica introduciendo términos matemáticos, seguidamente reafirmó los conceptos en el lenguaje cotidiano.

En el momento en que una alumna tuvo dudas sobre la explicación la profesora hizo una revisión rápida de los pasos y explicó la dificultad puntualmente utilizando tanto el registro lingüístico como algebraico que en la explicación anterior había sido omitido. Ese paso que no fue representado algebraicamente pudo conducir a un error al no realizar la conversión de registros, para la intervención, la docente aplicó una técnica diferente para explicar de nuevo el procedimiento, lo que facilitó la comprensión.

4. Discusión

La Teoría de los Registros Semióticos, permiten afirmar que, en Enseñanza de la Matemática, éstos son utilizados para el tratamiento y la conversión entre los diferentes *sistemas de representación*, con el valor adicional de que en dicho segmento disciplinar los contextos de representación utilizados son semióticos, y que el procesamiento matemático implica siempre una transformación de representaciones.

Por ello se reconoce que el contenido de cada representación no depende únicamente de los objetos representados, sino también del tipo de *registro semiótico* utilizado y del empleo de los mismos con intenciones didácticas. Es así que se observó, en ambos grupos, que utilizaron el registro algebraico, principalmente, y el lingüístico como apoyo en su desarrollo del tema Expresiones Algebraicas Racionales. En el primero, el registro lingüístico era sólo para comunicarse, con escaso contenido conceptual. En el segundo, se combinaban adecuadamente ambos *registros* lo que permitió tanto conversiones como tratamiento de los mismos de manera eficiente.

Se observó que en el primer grupo había poca interacción por parte de los alumnos, tenían dificultades en la resolución de los ejercicios propuestos, ya que no podían vincularlos con otros

temas y las intervenciones de la docente eran correctivas, pero no se ampliaban conceptos matemáticos. En el segundo grupo, se observó que la participación de los alumnos era más espontánea y estaba guiada por la profesora con preguntas precisas, en el caso de algún error cometido por los estudiantes, estos eran aclarados con su respectiva vinculación con otros conceptos matemáticos, por lo que permitía una retroalimentación entre el registro algebraico y el registro lingüístico. Al relacionar las diferentes maneras de representar un mismo objeto contribuyó a la conceptualización de los mismos.

En tal sentido, desde la presente investigación se afirma que la presentación de un objeto matemático debe producirse a través de distintos sistemas de representación, puesto que el primer paso para la comprensión es que se produzca una coordinación interna entre los diferentes sistemas de representación disponibles, como se ha señalado desde los componentes teóricos. Si el alumno es conducido a conocer solamente un tipo de registro, difícilmente lo comprenderá y aplicará a otros contextos. Es por eso que la vinculación con conocimientos previos y su correcta aplicación deben estar guiadas por los docentes, con constantes intervenciones aclaratorias, recordatorios o ampliatorias del concepto o campo de aplicación.

Por este motivo, es indispensable que los docentes trabajen los conceptos y procesos matemáticos, con aclaraciones en los pasos de un procedimiento, tanto orales, escritos, como algebraicos. De esta manera se posibilita que los objetos del sistema antiguo de signos de los estudiantes, es decir, conocimientos previos, no representen dificultades.

Además, no se debe apresurar el aprendizaje de un nuevo objeto ya que los tiempos de aplicación de los registros, su tratamiento y conversión sirven para incorporar el concepto a las estructuras mentales.

En ambos grupos de investigación, se observaron pocas transformaciones, del tipo *conversión* en los diferentes registros; sí hubo *tratamientos* dentro del mismo registro, en el caso del algebraico, tanto por parte de los alumnos como de las docentes.

Por tal motivo, es muy importante que los profesores no olviden que un concepto matemático tiene diferentes niveles de abstracción y generalidad, y que cada uno de estos niveles tiene sus restricciones, en términos de los *registros semióticos* utilizados para su aplicación. En particular, ante el tema Expresiones Algebraicas

Racionales fue conveniente comenzar con ejemplos sencillos, para luego aplicar distintos procedimientos y técnicas vistas con anterioridad, como los casos de Factorización. Este aspecto fue minuciosamente planteado por la segunda docente, quien además vinculó los conceptos con un cuadro que contenía el mismo objeto matemático expresado en diferentes *registros semióticos*.

5. Conclusión

Presentar, en una jerarquía adecuada, diferentes *registros semióticos* para enseñar Expresiones Algebraicas Racionales, implica, en una primera instancia, explorar de forma oral (registro lingüístico disciplinar) el contenido a enseñar; luego, escribir lo dicho en palabras, en lenguaje matemático (registro algebraico). Generalmente, este registro admite una ordenación más eficaz del conocimiento matemático, facilitando la representación de situaciones complejas de un modo más preciso y formal.

Se manifestó importante fundamentar la enseñanza en el registro lingüístico, tanto oral como escrito, y realizar todas las intervenciones necesarias, sin perder de vista que la utilización del mismo es el medio para ampliar e incorporar conceptos matemáticos. Por ello, se recomienda que lo expresado en forma algebraica en el pizarrón, se le agreguen palabras claves o aclaratorias sobre las cuales el profesor debería indagar, definir, verificar los sentidos que se le asignan, para que les sirva de ayuda memoria y de recuperación de significados y antecedentes de los más actuales, y para el momento en el que deban enfrentar situaciones similares de manera autónoma.

En ambas observaciones, se proponía desarrollar el mismo tema con las mismas técnicas y los mismos registros, sin embargo, en la primera observación se presentó en primer lugar el registro algebraico con un ejemplo, después una breve explicación empleando el registro lingüístico y por último se resolvió el ejercicio propuesto, en el registro algebraico, esto hizo que en un primer momento no se comprendiera la situación y luego no se comprendieran los procedimientos aplicados para la resolución. En cambio, en la segunda observación, la docente comenzó recordando lo visto durante la clase anterior de forma oral, explicó ejemplos sencillos de manera algebraica, asistida por el registro lingüístico, plasmó los pasos realizados tanto en el registro algebraico como en el lingüístico en el pizarrón y luego volvió a recordar todos los procedimientos de forma oral, lo

que llevó a un mejor entendimiento por parte de los alumnos y una interacción en la construcción del conocimiento.

A partir de los datos analizados se concluye que el orden en que los distintos registros se presentan en la enseñanza, aun trabajando sólo con dos sistemas de representación, influye en el aprendizaje de las Expresiones Algebraicas Racionales, y su combinación, comenzando siempre por el registro lingüístico conceptual, seguidamente del algebraico, con una constante coordinación entre lo que se dice en forma verbal y lo que se hace de manera algebraica, sin omitir explicar ningún procedimiento en ninguno de los dos registros, favorece la *conversión* y por lo tanto el proceso de construcción didáctica del objeto matemático a ser enseñado.

Se pone en evidencia en ambos casos que la mejor manera de desarrollar la enseñanza de expresiones racionales, es utilizar la mayor diversidad de registros semióticos como fuera posible, y considerar la aplicación de cada uno de estos, respetando los tiempos de incorporación. Una buena clase, podría ser aquella en la cual se pongan en juego tanto tratamientos dentro de un mismo registro, como conversiones entre los diferentes tipos de *representación semiótica*. Estas formas de llevar adelante una clase deberían comprometer tanto las acciones de los docentes como de los estudiantes.

El registro lingüístico, debería estar presente a lo largo de todo el desarrollo del contenido. De esta manera es posible ampliar, o completar y articular conocimientos, siendo éste el nexo con los demás registros, puesto que, al trabajar con objetos abstractos, el pensamiento matemático es dependiente del lenguaje y de otros sistemas de *representación semiótica* utilizados, y su principal dificultad es que los estudiantes logren adquirir la habilidad para cambiar de un registro de *representación* a otro, es decir, logren la conceptualización del objeto.

Desde este trabajo se pudo obtener información acerca de la vinculación registros semióticos-errores didácticos. Para ampliar la perspectiva de estudio, se recomienda que se continúe con esta línea de investigación para desarrollar una didáctica específica sobre determinados contenidos de enseñanza escolar, y de la Didáctica del Álgebra, en los cuales se pueda

incorporar diferentes registros semióticos y secuenciar un orden que favorezca al aprendizaje, por ej. en Programación Lineal, ecuaciones, y funciones, donde se puede trabajar con otros tipos de registros semióticos además del algebraico y lingüístico, como el gráfico y tabular.

6. Referencias

- BROUSSEAU, Guy. (1994). *Los diferentes roles del maestro en Didáctica de Matemáticas*. Aportes y reflexiones, C. Parra; I. Saiz (comp.) Buenos Aires, Paidós Educador.
- CHEVALLARD, Yves. (1993). *La transposición didáctica: Del saber sabio al saber enseñado*. Editorial Aique.
- D'AMORE, Bruno. (2004). *Epistemología, didáctica de la matemática y prácticas de enseñanza*. Revista de la ASOVEMAT, Vol. 17, N°1, pp. 1-20.
- D'AMORE, Bruno. (2006) *Objetos, significados, representaciones semióticas y sentido*. RELIME, Número Especial, pp. 117-195.
- D'AMORE, Bruno (2009). *Conceptualización, registros de representaciones semióticas y noéticas: Interacciones constructivistas en el aprendizaje de los conceptos matemáticos e hipótesis sobre algunos factores que inhiben la devolución*. Revista Científica. Universidad Distrital F. J. de Caldas, Bogotá.
- DE LA TORRE, Saturnino. (2004). *Aprender de los errores: El tratamiento didáctico de los errores como estrategias innovadoras*. Editorial Magisterio del Río de La Plata.
- DUVAL, Raymond. (2006). *Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación*. La Gaceta de la RSME, Vol. 9.1, pp. 143-168.
- RICO, Luis. (1997). *Reivindicación del Error en el Aprendizaje de las Matemática*. Departamento de Didáctica de la Matemática Universidad de Granada. Revista Épsilon, N°38, pp. 185-198.
- WALDEGG, Guillermina. (1998). *Principios Constructivistas para la Educación Matemática*. Revista EMA, Vol.4, N°1, pp. 16-31.

Relevamiento de aprendizajes intuitivos mediante el registro de movimientos oculares

Rodriguez, Karina V. Freije, M. Luján; Gómez Guillermina; Dimieri Leonardo y Gasaneo, Gustavo

Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur; IFISUR – CONICET, Av. Alem 1253, Bahía Blanca, Argentina
karina.rodriguez@uns.edu.ar

RESUMEN

El presente trabajo apunta a comprender el proceso de aprendizaje de la física a nivel básico. Estudiamos cómo el cerebro incorpora el modelo abstracto que representa el conocimiento de la física y cómo este se vincula con el modelo intuitivo que genera la persona al vivir el día a día en un mundo clásico. En este trabajo utilizamos un seguidor de movimientos oculares como herramienta de análisis. Con éste analizamos los patrones de observación de estudiantes de ingeniería, al momento de hacer una prueba formada por problemas de física, en particular relacionados a la cinemática y dinámica de un cuerpo puntual. Con los datos adquiridos realizamos mapas temporales que muestran los sectores del texto en los que los alumnos “miran” cuando se les presentan problemas de física durante una evaluación.

Palabras clave: Enseñanza, aprendizaje, eye-tracking.

1. Introducción

Todo ser humano lleva adelante un proceso de aprendizaje constante desde el instante en que nace. Interactúa con el mundo a partir de modelos que construye, tanto para la realidad física que lo rodea, como para la realidad social en que vive [1]. Gradualmente y a medida que va desarrollándose desde la niñez y hasta convertirse en un ser adulto, va construyendo y ampliando las representaciones cerebrales sobre lo que ocurre en el mundo que lo rodea.

Sin lugar a dudas el proceso de aprendizaje es un proceso de una alta complejidad. El poder tener un entendimiento claro y completo de él permitiría, entre muchas otras cosas importantes, mejorar y hacer más eficientes las metodologías y estrategias de enseñanza.

Para generar un proceso de enseñanza efectivo se requiere más que dedicación y conocimiento de temas específicos, por parte de los docentes. También se requiere conocimiento técnico sobre cómo los estudiantes piensan y aprenden [2].

El propósito de este trabajo es obtener experticia y contribuir de alguna manera a este

conocimiento técnico, para que se pueda utilizar concretamente en las aulas.

2. Aprendizaje y organización de los conocimientos

Como mencionamos en la introducción, los alumnos llegan a las aulas con conceptos intuitivos o primitivos (como se las suele llamar) producto de las experiencias cotidianas. En trabajos recientes [3, 4], se ha establecido que tienen un rol dominante en los procesos de aprendizaje, y no tenerlas en cuenta en el proceso de enseñanza, lo vuelve totalmente inefectivo, al menos para la mayoría de los estudiantes.

Específicamente, se ha establecido que muchas de las primitivas, es decir las leyes naturales que hemos incorporado a partir de nuestra comprensión de lo que ocurre en el mundo que nos rodea, asociadas a movimiento y fuerza, son incompatibles con las leyes de Newton [2].

Dadas las dimensiones físicas de nuestros cuerpos, percibimos mayoritariamente fenómenos que están regidos por lo que conocemos como Mecánica Clásica (MC). Nuestros movimientos y acciones en este mundo clásico, son calculados

con altísima precisión y eficiencia por nuestro cerebro. El caminar, andar en bicicleta, manejar un auto, manipular objetos con nuestras manos, practicar un deporte como el tenis, el básquet o el fútbol son solo algunos ejemplos. Más aún si consultamos a cualquier persona sobre cómo ocurren dichos movimientos, ésta sería capaz de darnos una explicación basada en conceptos como velocidades, fuerzas, etc. A este tipo de modelo expresado mediante la verbalización intuitiva de nuestras experiencias con el mundo se le llama *modelo informal* (MI), también conocido como física intuitiva. El comprender la Física implica estructurar un *modelo formal* (MF) y ensamblarlo de manera que vaya modificando de forma explícita el MI o primitivo que construimos intuitivamente de manera implícita. Ocurre que los MFs pueden o no estar de acuerdo con los MIs y la manera en que se aborde dicha vinculación durante el aprendizaje puede resultar fundamental para la adquisición adecuada y eficiente de nuevos conocimientos.

Para llevar dichas ideas al plano de mediciones físicas respecto de cómo aprendemos es necesario conectarlas con el funcionamiento físico del cerebro y la forma en que éste guarda y procesa la información asociada con los conceptos. En tal sentido se han desarrollado modelos basados en redes neuronales [5, 6]. De acuerdo con estos modelos, los patrones de actividad de grupos de neuronas representan elementos de conocimientos y memoria. Cuando alguien usa un dado conocimiento que está representado por un dado conjunto de neuronas, estas se activan [5]. Las redes neuronales resultan de la asociación de neuronas a través del crecimiento de sinapsis entre ellas. La asociación entre las neuronas puede variar en intensidad y se fortalece con las repetidas activaciones. Es así que una dada red de neuronas, asociada a un dado elemento de conocimiento, se torna más robusta con la práctica y la experiencia, que da lugar a repetidas activaciones de dicha red [7].

Los antes mencionados son modelos de construcción de conocimientos basados tanto en redes neuronales como en teoría de la cognición. Sin embargo, no ha sido establecida una conexión firme entre dichas teorías y la dinámica de distintas regiones neuronales. Solo hay hasta el

momento algunos estudios que involucren parámetros físicos (datos electroencefalográficos o de fMRI) que establezcan cómo se da la estructuración del conocimiento y si las dimensiones de las redes de neuronas del cerebro son más grandes o no al hacer la comparación entre novatos y expertos.

Sabiendo que las metodologías de enseñanza están condicionadas por la forma en que registramos la información y que en esto la visión juega claramente un rol protagónico, los movimientos oculares se constituyen como un buen recurso para analizar. En esta dirección, hay estudios que utilizando técnicas de registro de movimientos oculares (*eye-tracking*) analizan la influencia del MI en el desarrollo de la experticia en ciencias físicas [8, 9]. En particular, diversos estudios se han realizado recientemente en los que se analizan de los patrones de observación de estudiantes de distintos niveles de formación sometidos a pruebas sobre problemas de física y han analizado los sectores en los cuales los novatos y los expertos “miran” al momento de resolver las pruebas [9, 10]. Estos estudios permiten ver, fundamentalmente, qué cosa el cerebro considera relevante al momento de analizar un problema dado. En particular se ha planteado la discusión sobre si es un proceso *botton-up* o *top-down* lo que determina la resolución de los problemas ya sea correcta o incorrectamente [9]. En términos genéricos se podría decir que los procesos *botton-up* son aquellos de tipo intuitivo, lo que en primera instancia atrae la atención del cerebro. Los procesos *top-down* son aquellos en los que el cerebro procesa la información entrante, en este caso por la vía visual, y la analiza en función de los conocimientos ya establecidos en la memoria.

Un forma conveniente de medir dónde prestan más atención los estudiantes es midiendo los movimientos de los ojos. Se pueden medir las sacadas (que son saltos en la posición de los ojos) o las fijaciones (cuando los ojos están estacionarios en una ubicación espacial específica) [9].

3. Metodología

Para poder medir la influencia de los MIs en el proceso de aprendizaje formal desarrollamos un cuestionario que incluye preguntas básicas de MC. Tomamos este cuestionario a todos los alumnos de Física I de primer año de carreras de ingeniería de la Universidad Nacional del Sur a lo largo de los años 2014 y 2015. Luego también se les tomó el testeo a alumnos de ingeniería de tercer año que ya habían aprobado el final de Física I y las materias de física posteriores a ésta.

En el primer semestre de este año y conociendo la técnica de seguimiento de movimientos oculares descrita en la sección anterior, decidimos complementar el testeo conceptual identificando dónde “miran” los alumnos cuando responden las preguntas del mismo. Para esto, un grupo de alumnos fueron citados a responder el test mientras le realizábamos el registro de sus movimientos oculares. Esto implicó que debían estar sentados frente a un monitor de 21 pulgadas (a 60 centímetros del mismo) con la cabeza apoyada en un soporte, como el indicado en la Fig. 1, el cual impedía que la misma se mueva.

Debido a la postura que la persona debe mantener a lo largo del proceso, decidimos disminuir de 20 a 10 el número de problemas incluidos en el testeo.

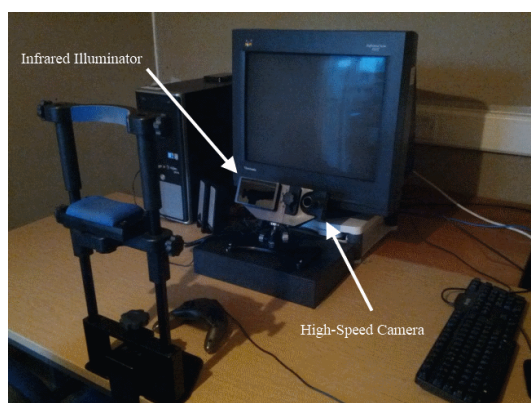


Figura 1. Registrador de movimientos oculares EyeLink 1000.

4. Resultados

En esta sección presentamos los resultados obtenidos con el testeo conceptual y resultados preliminares producto del uso del registrador de movimientos oculares.

En la Fig. 2 se grafican los resultados de los parciales tradicionales en función de los correspondientes al testeo conceptual. Se grafican los datos correspondientes a un dado curso de Física 1 de los 4 que se dictan simultáneamente en la Universidad Nacional del Sur en cada cuatrimestre.

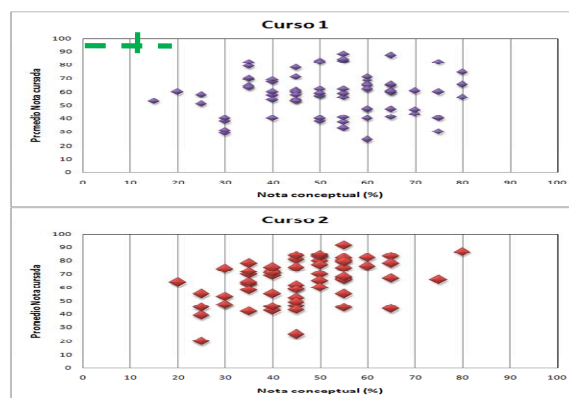


Figura 2. Comparación entre la nota promedio de cursada de Física 1 y el desempeño de los alumnos en el test conceptual.

Se puede observar que a pesar que un alto porcentaje de los alumnos (62 %) aprobó los exámenes del cursado, sólo un 13 % aprobó el testeo conceptual. En particular, la alta densidad de puntos en el cuadrante izquierdo superior (delimitado por la línea punteada de la Fig. 2) representa el 49 % de los alumnos que aprobaron el cursado pero obtuvieron menos del 60 % en el testeo.

Cabe destacar que al momento de responder el cuestionario ya habían sido evaluados en la cursada los contenidos del test, esencialmente cinemática y dinámica de una partícula puntual. Los resultados claramente muestran una fuerte presencia de las primitivas fenomenológicas aún después de que se han dado por aprendido los conceptos básicos de la materia.

En la Fig. 3 reportamos los resultados que se obtuvieron para alumnos avanzados de los terceros años de las ingenierías. Estos alumnos ya habían aprobado el final de Física 1. Solo el 25% de los mismos fue capaz de aprobar dicho test.

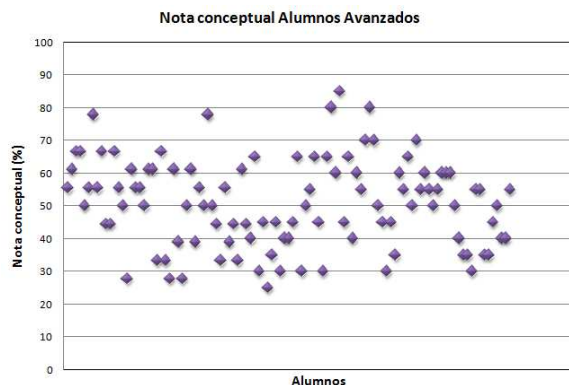


Figura 3. Resultados del testeo conceptual de alumnos avanzados de Ingeniería.

A continuación presentamos resultados obtenidos para uno de los ítems del cuestionario. En la Fig. 4 explícitamos el enunciado del ítem 10, con el formato que el estudiante lo ve en el eye-tracker.

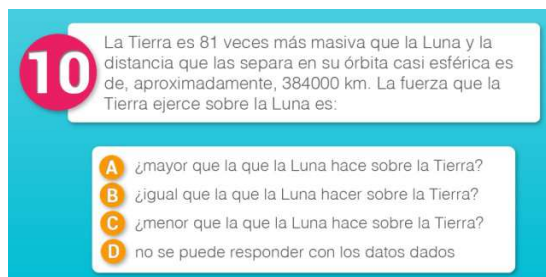


Figura 4. Ejemplo de los problemas del test conceptual.

En la Fig. 5 mostramos los resultados obtenidos para este ítem, los cuales son altamente significativos y ponen en evidencia, por un lado la fuerte influencia de la intuición y de las primitivas fenomenológicas sobre los alumnos, quienes al tiempo de formar parte de un curso de física vuelven a recurrir a sus fundamentos originales para justificar los fenómenos que ocurren a su

alrededor, evidenciando una resistencia al cambio conceptual.

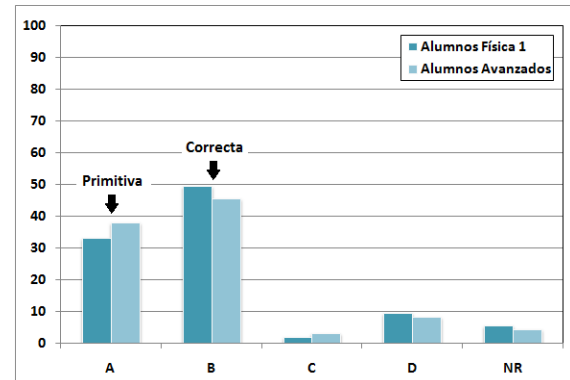


Figura 5. Ejemplo de los problemas del test conceptual. Una sola es la respuesta correcta y una opción está asociada a la primitiva que se quería evidenciar.

También pudimos analizar el mismo ítem desde el punto de vista de dónde “mira” el estudiante cuando lo resuelve. En la Fig. 6 mostramos el patrón de observación de uno de los participantes del testeo. Cada línea representa el corrimiento de la mirada y los puntos más rellenos las fijaciones, es decir donde el ojo ha estado más tiempo. Observamos que la persona pasa por las respuestas C y D una sola vez y las descarta. Notamos además, y en concordancia con la Fig. 5, que la elección de la respuesta está entre la primitiva y la respuesta correcta, confirmando que si el alumno no tuvo un aprendizaje realmente significativo el concepto intuitivo es la opción inmediata del cerebro.

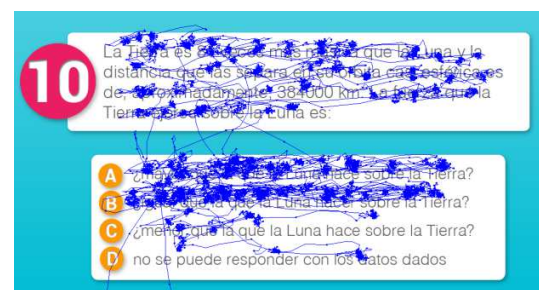


Figura 6. Seguimiento del movimiento ocular durante la resolución de uno de los ítems del testeo conceptual.

Por otro lado, podemos ver cuáles son las palabras más significativas que contienen la información apropiada al momento de hallar la respuesta correcta. Con los datos extraídos del registrador de movimientos oculares podemos evaluar los tiempos de detención sobre cada una de las palabras que conforman tanto el enunciado como las respuestas. De esta manera, podemos construir una escala de importancias de las palabras lo cual nos permite ver cuál es más significativa para cada uno de los sujetos que resolvió la prueba. Dicho análisis nos permite categorizar los tiempos que corresponden a novatos, intermedios y expertos.

5. Conclusión

A través de los resultados obtenidos podemos concluir que el aprendizaje que debería estar ocurriendo en los cursos tradicionales de física en la universidad, no ocurre eficientemente. Los resultados muestran que los conceptos no son fijados durante el curso y tampoco posteriormente, luego de haber rendido los exámenes finales correspondientes a dichos cursos.

Proponemos desarrollar clases de manera que se establezcan discusiones sobre los varios temas presentados, en las cuales los alumnos verbalicen los conceptos que traen aprendidos de manera de que puedan cotejarlos con lo que la teoría formal establece. De esa forma podrían darse cuenta de cuáles son sus errores en la fundamentación y qué conexiones deberían establecer entre los varios conceptos acertados, para finalizar el curso con las concepciones científicas adecuadas y firmes en el tiempo. Por otro lado, ocurre normalmente que si el alumno no se involucra en las discusiones puede ocurrir que el mismo crea haber aprendido un concepto y simplemente se queda con la idea que tenía del

mismo al momento de comenzar el curso. La única manera de que ponga en duda y reemplace lo incorrecto por lo correcto, es que lo ponga a prueba mediante un proceso que lo haga dudar.

6. Referencias

- [1] H. Gardner. "Frames of Mind. The theory of Multiple Intelligences". Harper Collins Publishers, Nueva York, Estados Unidos. 1993.
- [2] D., Hestenes, M., Wells y G., Swackhamer. "Force Concept Inventory". The Phys. Teach. 30. pp. 141-158. Marzo 1992.
- [3] A. A. diSessa. "Knowledge in pieces, in Constructivism in the Computer Age". G. Forman and P. Pufall Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ. 1988.
- [4] B. L., Sherin, M., Krakowski y V. R., Lee. "Some Assembly Required: How Scientific Explanations Are Constructed During Clinical Interviews". Jour. Res. Sci. Teach. 49. 2, pp. 166-198. 2012.
- [5] J. Fuster "Cortex and Mind: Unifying Cognition". Oxford University Press. 2003. "Memory in the Cerebral Cortex: An empirical approach to neural networks in the human and non-human primate" MIT Press. 1999.
- [6] J. R. Anderson. "Cognitive Science and Its Implications". Worth. 5ta Edición. 2004.
- [7] M. S., Sabella y E. F., Redish. "Knowledge organization and activation in physics problem solving". Am. J. Phys. 75. 11, pp. 1017-1029. Noviembre 2007.
- [8] A. D., Smith, J. P., Mestre, B. H., Ross. "Eye-gaze patterns as students study worked-out examples in mechanics". Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. 6. pp. 020118-1/9. Octubre 2010.
- [9] A. M., Madsen, A. M., Larson, L.C., Loschky y N., Sanjay Rebello. "Differences in visual attention between those who correctly and incorrectly answer physics problems". Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res. 8. 1, pp. 010122-1/13. Mayo 2012.
- [10] M. Kekule "Proceedings of the Frontiers in Mathematics and Science Education Research" Conference 1-3, Famagusta, North Cyprus, Mayo 2014.

Relevamiento y análisis sobre evaluación en el Centro Regional de Profesores del Litoral, en el año 2015 en carreras de nivel terciario para Formación Docente.

Bochia, Fabián; Fernández, Fanny; Mesta, Ma. Isabel; Pignataro, Jorge y Texeira, Javier.

Centro Regional de Profesores del Litoral. Salto. República Oriental del Uruguay

Casilla de correo 50000 Florencio Sánchez 398.

Email: javtex@gmail.com

Resumen: El trabajo refleja la preocupación de un grupo interdisciplinar de docentes, que se organizan para analizar las opiniones y datos en torno a cómo se están efectuando las evaluaciones en el centro; desde una perspectiva de la investigación acción. Es así, que mediante encuestas se indagan las percepciones de docentes y alumnos sobre los mismos temas. Del análisis de las encuestas surge, que a diferencia de lo imaginado, en general las evaluaciones tienen más similitudes que diferencias en los distintos grupos de materias. Alumnos y profesores comparten ideas generales de lo que es, y debiera ser, el proceso de evaluación; sin embargo las diferencias están en la variedad de instrumentos citados, así como en las frecuencias con las que se evalúa. Se opina que la investigación es siempre un buen paso para mejorar las prácticas educativas involucradas y desde esta óptica, el trabajo puede ser empleado como una mirada a lo que está ocurriendo en este importante proceso educativo.

Palabras clave: evaluaciones, comparaciones, docentes.

Introducción

La investigación que se propone, se enmarca en el interés de la Dirección del Centro Regional de Profesores del Litoral, sobre las propuestas de evaluación que emplean los docentes para conocer el grado de aprendizaje alcanzado por los estudiantes. Esta inquietud es compartida por los autores, (docentes de distintas áreas y asignaturas).

La evaluación es uno de los temas educativos acerca del cual más se habla en el momento, a nivel general. Al Estado le interesa no solo porque la educación es un vehículo de cambio, sino con qué grado de eficiencia se desarrolla el servicio educativo. La comunidad controla los efectos de la educación porque a ella le ha confiado la responsabilidad de transmitir a las generaciones jóvenes los modos de hacer, sentir y pensar, para facilitar su integración al medio. También la responsabilidad de posibilitar en cada educando el pleno desarrollo de su potencial, para contribuir al progreso. Pero si la evaluación tiene importancia al exterior del sistema educativo, también lo tiene en el interior de éste; integrada al desarrollo del currículo. El esfuerzo de hacer científico el proceso de enseñanza y de aprendizaje, la situación general de crisis de la educación, la seguridad de que el desarrollo del individuo no se sustenta solo en procesos sino también en motivaciones y estímulos que actúan como fuerzas positivas, son entre otros factores, lo que determina la búsqueda de una mayor eficiencia educativa. Eficiencia que debe traslucirse en mejores resultados tanto cuantitativos como cualitativos.

En general los profesores nos quejamos de nuestros alumnos lo que nos induce a un problema según Santos Guerra (1996) ...”cuando se atribuyen todas las explicaciones del fracaso a factores ajenos, ¿cómo se va a mejorar la práctica profesional, el contexto organizativo, la organización de los contenidos, la metodología de enseñanza, el modo de evaluación...?”

“... la primera característica que ha de tener una evaluación que pretende favorecer el aprendizaje es que pueda ser percibida por los estudiantes como una ayuda real, generadora de

expectativas positivas. Pero el problema didáctico que se nos plantea a los profesores es el de cómo conseguir que esta expectativa se cumpla, es decir, que la evaluación promueva que se aprenda más y mejor y, además, encontrar placer en ello” (Sanmarti, 2005).

Material y métodos: Para realizar el trabajo se elaboraron formularios con preguntas cerradas y abiertas acotadas (García et. al, 2007) que guardaran una estrecha relación entre si y fueron repartidas a docentes y alumnos de toda la institución a los que se les informó del propósito y se aseguró el anonimato de las respuestas. De todas las entrevistas repartidas se lograron concretar 33 de un total de 179 docentes lo que no llega a ser una muestra significativa estadísticamente; para esto requeriríamos de 124 docentes al menos. De 815 alumnos se lograron 100 encuestas, lo que tampoco llega a las 269 mínimas para tener un error estadístico aceptable. Cabe destacar que estos alumnos correspondieron a grupos desde 1º a 4º de las especialidades: Biología, Física, Química, Comunicación Visual, Inglés, Idioma Español, Literatura, Informática y Maestro Técnico. Las asignaturas que se dictan en las carreras de profesorado, se organizan en tres grandes grupos, Núcleo común (materias de educación, como Pedagogía e Historia de la Educación); Específicas para cada carrera (por ejemplo Química orgánica y Físico-Química) y luego, las Didácticas aparte.

El procesamiento de las entrevistas se realizó mediante la lectura y el agrupamiento de las respuestas por similitud en categorías, que en algunos casos se podían repetir. Así una respuesta pudo ser asignada a dos categorías diferentes (García et. al, 2007) con ellas se construyeron las gráficas. Para este trabajo nos hemos basado entre otros en Valles (2007).

Dado el bajo número de encuestas logradas en los docentes, se intentó otro acercamiento. Mediante la solicitud a los profesores que mencionaran “la primera palabra que viene a su mente” al pensar en la evaluación del aula, de esta forma se buscan respuestas auténticas sobre como conciben la evaluación (Ravela, 2014). De esta forma se logran 92 respuestas rápidas. Las mismas se procesan gráficamente según la aplicación web gratuita Wordle disponible en [www. Wordle.net.c](http://www.Wordle.net.c)

RESULTADOS

Alumnos

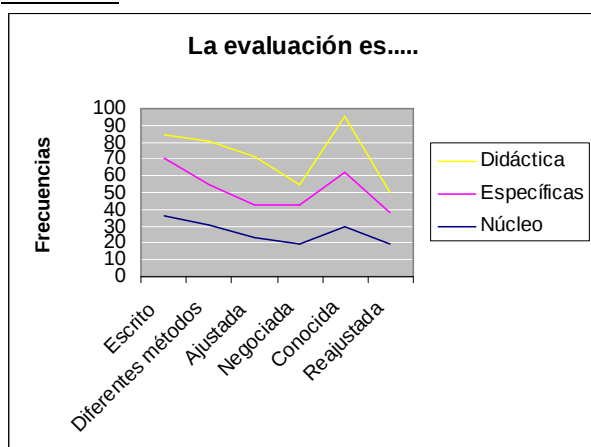


Figura 1.- Se aprecia que en general no importa de qué grupo de asignaturas se trate, en todas la evaluación se realiza de forma semejante, primando la evaluación escrita y conocida desde el primer momento. Las formas menos recurrentes son la evaluación negociada con los alumnos y con ajustes en el correr del año.

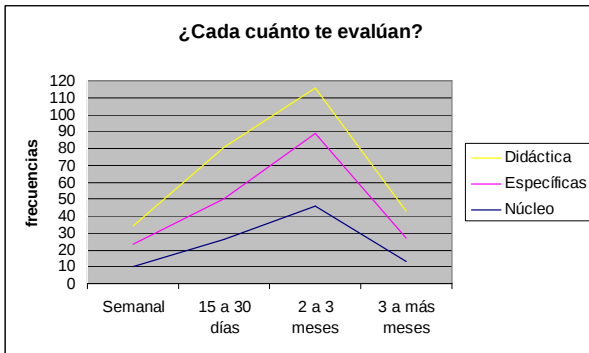


Figura 2.- Aquí nuevamente hay grandes coincidencias en los grupos de asignaturas y se aprecia un predominio de las evaluaciones en el entorno a los dos meses de frecuencia.

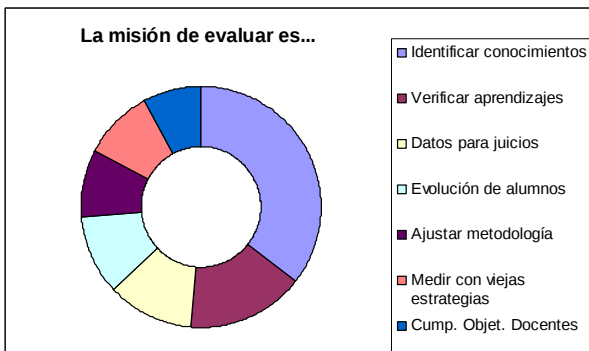


Figura 3.- En general se asocia la evaluación con la identificación de los conocimientos adquiridos, la verificación de aprendizajes y la recolección de datos para emitir juicios.

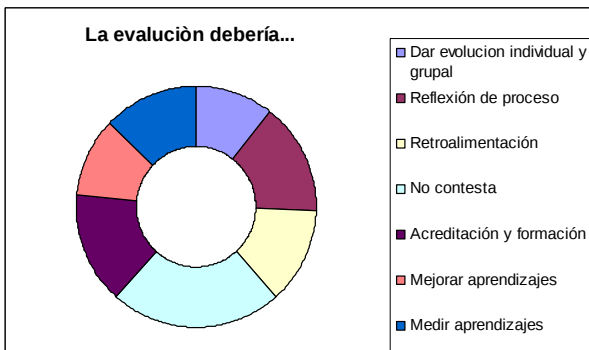


Figura 4.- La mayoría no contesta la pregunta, o la asocia con la reflexión sobre el proceso de aprendizaje, la reorientación de los procesos y la acreditación y formación.

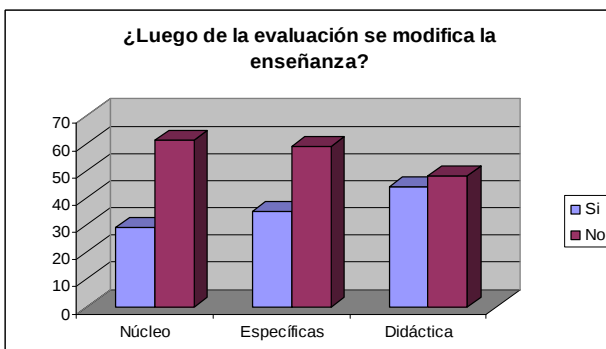


Figura 5.- Nuevamente no hay diferencias en los grupos de asignaturas y predomina la idea que la evaluación no es tomada como base para la modificación de los cursos. Cabría acotar que en Didáctica las respuestas indicarían que aquí se tiene un poco más en cuenta la evaluación para la reformulación.

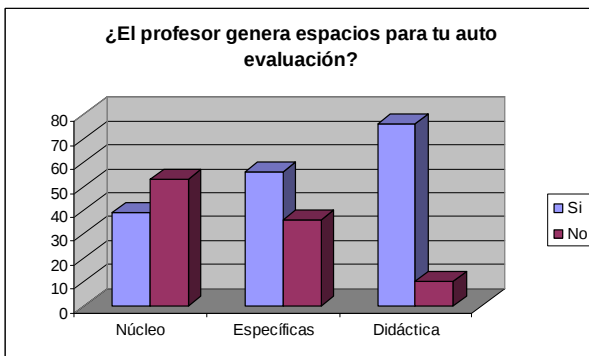


Figura 6.- Aquí se manifiesta abiertamente que en didáctica y en las específicas se promueve la autoevaluación.

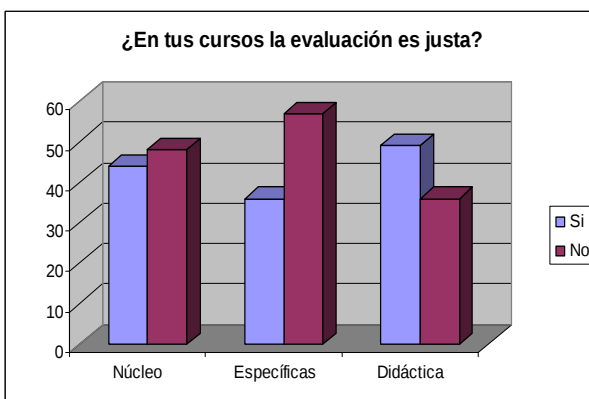


Figura 7.- Se evidencia que solo en Didáctica se está de acuerdo con la justicia de la evaluación.

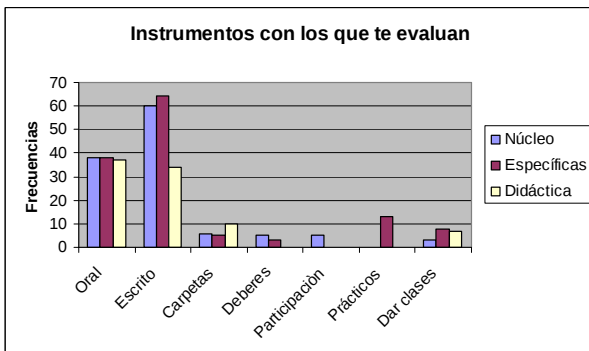


Figura 8.- En general predominan los escritos y orales. En menor grado dar clases y las carpetas (portafolios).

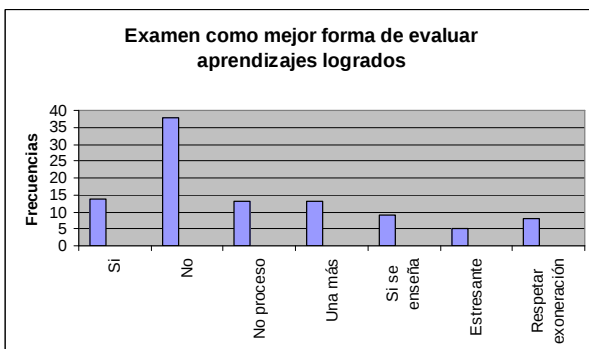


Figura 9.- Se opina que no lo es, se lo asocia con ser estresante y no estar vinculado a una idea de

proceso educativo. Se reclama a su vez por los derechos de exoneración y se acota que es una forma más de evaluación y que es bueno si se enseña acorde.

Profesores

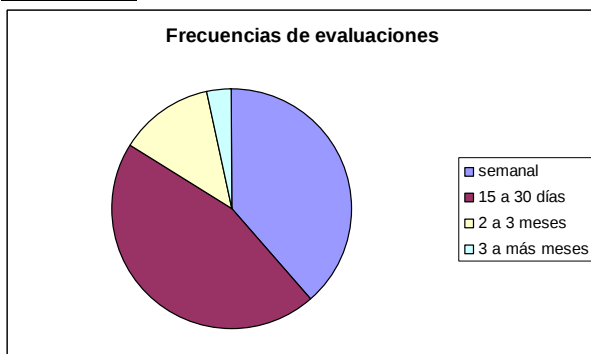


Figura 10.- Se evidencia que muchos profesores realizan evaluaciones semanales y la gran mayoría está evaluando con una frecuencia no mayor a los 30 días.

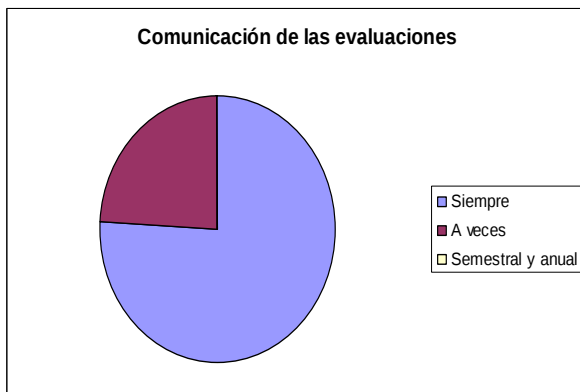


Figura 11.- Ampliamente las respuestas son que una vez realizadas las evaluaciones son comunicadas a los alumnos.

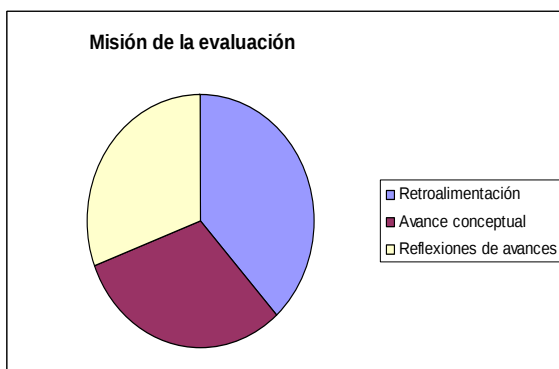


Figura 12.- Las ideas están repartidas entre su empleo como retroalimentación del proceso, facilitar

la detección del avance conceptual y general del proceso de enseñanza y de aprendizaje.

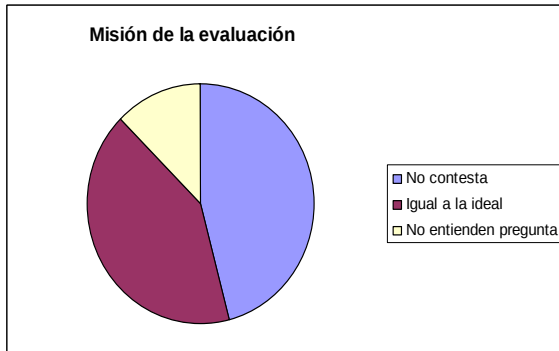


Figura 13.- En realidad al parecer no se comprendió la idea pero se expresa que debería ser la concebida como la ideal.



Figura 14.- Se visualiza un acuerdo en que sí se tienen en cuenta los resultados para mejorar el proceso.

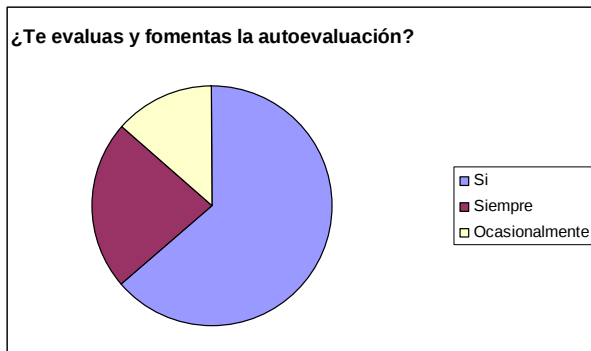


Figura 15.- Solo una minoría manifiesta que no siempre lo hace, pero nadie lo niega.

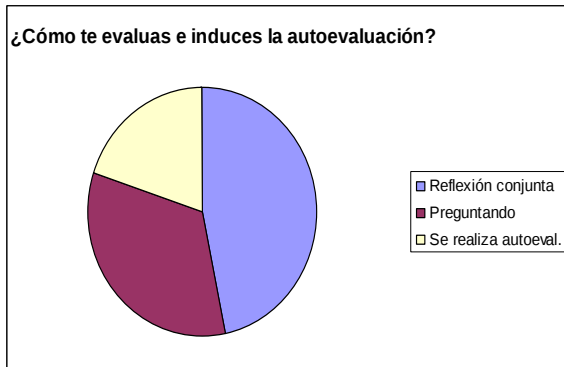


Figura 16.- El método más frecuente para evaluarse y fomentar la auto evaluación, es mediante preguntas y con reflexiones conjuntas.



Figura 17.- La gran mayoría hace referencia a intentar ser justo, lograrlo ocasionalmente y fundamentar las evaluaciones como forma de justicia.

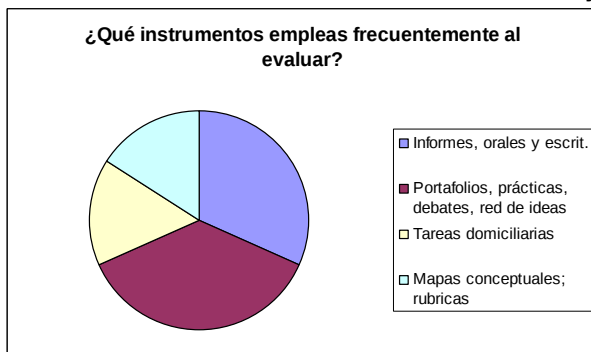


Figura 18.- Se aprecia que los instrumentos que más se emplean son los orales, escritos, informes, deberes, prácticos y red de ideas.

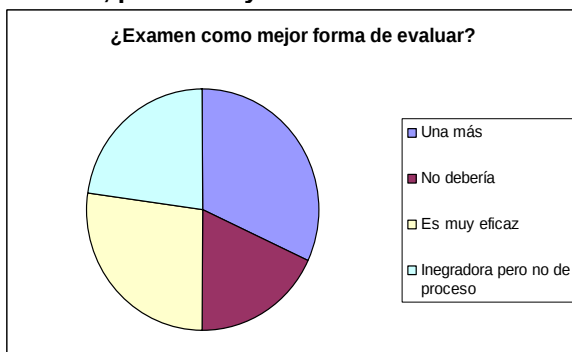


Figura 19.- Se opina que el examen es una herramienta, que es integradora, eficaz pero no debiera ser la mejor forma de evaluar y que no refleja el proceso educativo.



Figura 20.- Los profesores de nuestro centro vinculan a la evaluación principalmente con el término proceso. En segundo lugar con escritos, calificación y medición.

	Más frecuente	Intermedia	Menos frecuente
Asignatura	Específicas 15	Esp. Y Didáctica 7	Núcleo y Didáctica 1
Tramo etéreo	Menos de 50 (13)	Más de 50 (12)	Menos de 30 (1)
Título	Profesor 13	Universitario 4	Psicólogo 1
Antigüedad en CEF	Hasta 7 años (14)	Hasta 15 (11)	Más de 17 (6)

Tabla 1. Datos con mayor frecuencia de docentes que contestaron la encuesta en relación a: asignaturas, edad, titulación y años trabajados.

Discusión: En relación a la Misión de la evaluación .No se apreciaría una gran diferencia entre alumnos y docentes más que desde el enfoque de evaluador-evaluado, predominando la idea de la evaluación como “informante del proceso” y herramienta para detectar la evolución del curso (Fig. 3 y 12). Esto es reforzado por las ideas rápidas de evaluación en los docentes (Fig. 20). Aquí se contrasta con lo observado por Gallardo et al., (2013) donde se concluye que las visiones de la evaluación son diferentes entre docentes y alumnos. Quizás al remarcar la idea de proceso, los evaluados quieren que la evaluación, justamente, marque la posibilidad de entenderlos como una continuidad y no en un punto exacto del momento lectivo.

Al analizar la frecuencia de las evaluaciones según los profesores en su gran mayoría, las realizan con frecuencia menor a un mes de separación y las dan a conocer siempre en su gran mayoría (Fig. 10 y 11). Sin embargo los alumnos manifiestan en todas las asignaturas, ser evaluados con frecuencia de dos o tres meses (Fig. 2). Aquí claramente no hay concordancia o no se realizan las evaluaciones con la frecuencia dicha o no se las comunica o por lo menos no de forma perceptible. Aquí se concuerda con Gallardo et al., (2013) en que las diferencias se manifiestan entre ambos grupos y que la forma de evitarlas es una comunicación más fluida que evidentemente no hay. Quizás las equivalencias en opiniones sean en cuanto al ideal de lo que debiera ser la evaluación y no lo que es y es por esto que en ambos grupos las preguntas de lo que debiera ser y lo que es en realidad no fueron entendidas; lo que se aprecia en la frecuencia de encuestados que no contestaron o la asimilaron a la primera pregunta (Fig. 3 y 4 12 y 13).

Luego de realizar la evaluación, para los profesores siempre se replanifican las estrategias de clase o muy frecuentemente se lo hace (Fig. 11). Para los estudiantes luego de las evaluaciones, estas no impactan en los cursos de forma apreciable (Fig. 5). Aquí no hay coincidencia lo que puede indicar que si bien los profesores tienen el ideal de modificar sus clases, no lo logran hacer o los alumnos no detectan estos cambios. Una posible explicación es que a pesar de los intentos y algunos avances en la integración de la evaluación, en los procesos de enseñanza aprendizaje aún muchos docentes

se resisten al avance a un proceso más integrado, más participativo y formativo, donde el feedback sea significativo, frecuente, puntual y con directrices para la mejora. (Gallardo et al., 2013). Pero, en general lo que marca la respuesta de los entrevistados en esta investigación es que los profesores rutinizan su labor y no cambian la misma a pesar de lo que dicen las evaluaciones, o de acuerdo a lo que sienten los destinatarios de su trabajo.

Las autoevaluaciones son frecuentes y fomentadas según los profesores (Fig. 15) Los alumnos opinan que se fomenta la autoevaluación en las materias específicas y en didáctica (Fig. 6). Es la primera vez donde hay una diferencia marcada en los grupos de asignaturas que en general no muestran una distinción lo que ameritaría un análisis más en profundidad para una posible investigación. Vale también destacar, que el espacio pedagógico de la Didáctica genera que los profesores tengan momentos de diálogo con los alumnos que facilitan la comunicación y la fluidez del intercambio. A su vez en las materias específicas, casi como norma, los grupos se reducen y se genera un espacio de contacto más cercano entre profesor y alumno. En tanto en las asignaturas del Núcleo Común los grupos son más numerosos y con menor carga horaria.

La metodología más empleada para esta autoevaluación es la reflexión y las preguntas según los docentes (Fig. 16). Si bien aquí como se estableció hay diferencias la bibliografía también lo cita como un punto donde los profesores presentan reticencia, es decir no les agrada la autoevaluación, ni propia, ni la fomentan en sus estudiantes (Gallardo et al., 2013)

Los instrumentos de evaluación que manifiestan usar más los profesores son: escritos, orales, informes, deberes, prácticos y red de ideas (Fig. 18). En los alumnos predominan los escritos, orales y dar clases, al igual que las carpetas (Fig. 8). Aquí es evidente que escritos y orales ocupan el primer puesto en todas las opiniones; habría que indagar mejor quizás, qué se entiende por escritos y orales.

La gran mayoría de los docentes hace referencia a intentar ser justo, lograrlo ocasionalmente y fundamentar las evaluaciones como forma de justicia (Fig.17); para los alumnos salvo en Didáctica la evaluación no es justa (Fig.7). Aquí nuevamente quizás hay que profundizar en los métodos aplicados en ella y su diferencia con los de los demás grupos de asignaturas.

Con referencia al examen los profesores opinan que el examen es una herramienta, que es integradora, eficaz, pero no debiera ser la mejor forma de evaluar y que no refleja el proceso educativo (Fig. 19). Los estudiantes manifiestan que no es la mejor evaluación, se lo asocia con ser estresante y no estar vinculado a una idea de proceso educativo (Fig. 9). Se reclama a su vez por los derechos de exoneración y se acota que es una forma más de evaluación y que es bueno si se enseña acorde. Se aprecia que es una forma muy presente, no podría ser de otra manera ya que reglamentariamente se la exige, pero se aprecia en ambas partes que no es la única imaginable a pesar de reconocer parcialmente su eficiencia.

En relación a la integración de la muestra de los docentes (Tabla1) se aprecia que es muy heterogénea lo que quizás amortigua mínimamente el hecho de ser de número reducido ya que en función de estudios como los de Tejedor y García-Valcarce (2007), se entiende que el sexo del docente y su antigüedad, por nombrar dos variables, influyen en el tipo de respuesta.

CONCLUSIONES

- Tanto por docentes como por estudiantes se aprecia a la Evaluación como herramienta para detectar la evolución del curso.
- Sin embargo no existe concordancia entre la percepción que tienen los docentes en relación a la frecuencia de las evaluaciones y lo que opinan los estudiantes. Los primeros dicen que evalúan todos los meses mientras que los estudiantes sostienen que el lapso que pasa entre una instancia y otra es mayor.
- Luego de realizar la evaluación, los profesores sostienen que siempre se replanifican las estrategias de clase o muy frecuentemente se lo hace. Para los estudiantes mientras tanto, luego de realizadas las evaluaciones éstas no impactan en los cursos de forma apreciable.

- Las herramientas con las que más se evalúa son las pruebas escritas y orales.
- Con referencia a la instancia de examen, los profesores opinan que es una herramienta integradora de conocimientos, eficaz pero que muchas veces no refleja el proceso educativo. En tanto para los estudiantes, no es la mejor forma de evaluar, es estresante y no está vinculada a una idea de proceso.

BIBLIOGRAFIA

- ELLIOTT, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Morata. Madrid.
- GARCÍA, M.; IBAÑEZ, J. y ALVIRA, F. (2007). *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación*. Madrid. 682pp.
- LEWIN, K.(1990). *Action Research and Minority Problems. Journal of Social Issues*. Colombia. 34-46pp.
- RAVELA, P. (2014). *Informe sobre el estado de la educación en Uruguay*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa, INEE.170pp
- RUIZ, J. R.-GALLARDO, E. RUIZ LARA, N. UREÑA, O. (2013). *La evaluación en la formación inicial del profesorado: qué creemos hacer y qué perciben los alumnos*. Murcia. 17 A 29pp
- SANTOS GUERRA, M. (1996). *Evaluar es comprender*. Magisterio del Río de la Plata. Buenos Aires.
- TEJEDOR, F.- GARCÍA, A.- VALCÁRCEL. (2007). Causas del bajo rendimiento del estudiante universitario (en opinión de los profesores y alumnos). *Propuestas de mejora en el marco del EEES*.342pp
- VALLES, M. (2007). *Técnicas cualitativas de investigación social. Síntesis sociológica*. Madrid. 430pp. 349pp

Resignificación de contenidos y prácticas pedagógicas: el caso de Álgebra y Geometría Analítica

Frausin, Adriana – Roldán Gabriela – Toso, Malva

Universidad tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe

Lavaise 610, Santa Fe, Argentina

afrausin@frsf.utn.edu.ar – g.rolدان@live.com.ar – mtoso@frsf.utn.edu.ar

RESUMEN

En esta cátedra del primer año de las carreras de ingeniería en sistemas de información, civil, industrial, eléctrica y mecánica, se han consolidado estrategias y prácticas pedagógicas para favorecer las capacidades y desempeños de los alumnos en la comprensión de contenidos y la mejora del rendimiento académico. La innovación y apertura al cambio por parte de los profesores es fundamental a la hora de acordar metodologías que favorezcan el aprendizaje sin dejar de requerir la mayor autodisciplina. El constante y sostenido ajuste que se viene realizando en los últimos años sobre priorización y articulación de contenidos mínimos, uso creciente de recursos tecnológicos, metodologías de enseñanza y aprendizaje, criterios de evaluación, organización de seminarios de cátedra y capacitación de profesores, auxiliares y tutores, arroja resultados alentadores y nos anima a socializar las acciones implementadas con el propósito de brindar un marco de referencia posible para ser considerado y usado por otras cátedras.

Palabras clave: estrategias pedagógicas, ajustes, mejoras.

1. INTRODUCCIÓN

Las buenas propuestas pedagógicas y los andamiajes adecuados generados desde las cátedras pueden mantener el equilibrio entre lo que el estudiante brinda al quehacer universitario y lo que la universidad demanda al estudiante. La dinámica de este equilibrio permite proporcionar una formación sólida que da mayores posibilidades al estudiante para el crecimiento, desarrollo y persistencia en el aula universitaria, favoreciendo la mejora de su rendimiento académico.

Es de reconocimiento unánime que el paso de la escuela secundaria a la universidad presenta una brecha o cambio social muy amplio. El equipo de docentes de la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica (AGA) de la UTN-Facultad Regional Santa Fe, no es indiferente a esta problemática y viene trabajando sistemáticamente para lograr mejoras en la adaptabilidad y permanencia, en la calidad educativa y en el desempeño de los

estudiantes durante el tránsito por la asignatura.

Este equipo considera al estudiante como un sujeto activo y reconoce que un aprendizaje significativo requiere de la inclusión de metodologías no tradicionales en el desarrollo de las clases, ya sea implementando secuencias didácticas que promuevan aprendizajes individuales a través de trabajo en grupos o, diseñando actividades exploratorias que permitan a los alumnos construir conceptos y valorar procedimientos.

Frente a esta comunidad activa y teniendo en cuenta además, que desde el punto de vista educativo, el camino hacia la comprensión de un nuevo concepto no siempre es claro, lineal y directo y que en la última década ha quedado en claro que las TIC impactan, no sólo en la mejora de la comprensión de un contenido, sino también en los desempeños personales o sociales frente a la resolución de una tarea o actividad, adherimos a que uno de los principales retos

actuales para los docentes, es la dosificación e integración de las ayudas educativas que pueden proporcionar tanto los recursos tecnológicos como los profesores y/o alumnos avanzados dentro de un proceso de enseñanza y aprendizaje concreto (Badía, 2006).

2. Marco Teórico

Entre los alcances de las ingenierías planteados en la Reunión Plenaria del CONFEDI en 2007, se destacan las siguientes conclusiones:

- El ingeniero, independientemente de su especialidad, debe poseer una sólida formación en Ciencias Básicas.
- Es necesario debatir sobre contenidos mínimos prioritarios, reformulando asignaturas, sus objetivos y aspectos metodológicos.

En consecuencia, las recomendaciones que informaron Autoridades Académicas fueron:

- Implementar estrategias de trabajo compartido entre Análisis Matemático I, Álgebra y Geometría Analítica y Física I.
- Destacar contenidos mínimos que no pueden ser tratados con superficialidad, indicando nivel de profundización, complejidad o actualización.
- Referenciar perspectivas o enfoques teóricos que resulta conveniente abordar.
- Indicar herramientas informáticas que deben usarse y especificar horas para la formación experimental.

3. Desarrollo del trabajo

Siendo la matemática parte integral de la formación académica de los alumnos de las carreras de ingeniería y teniendo en cuenta las recomendaciones anteriores, los contenidos a enseñar, los conocimientos previos y las necesidades de las asignaturas relacionadas,

surge la necesidad de realizar encuentros periódicos, planificados y casuales, para analizar y revisar críticamente la propia gestión educativa dentro de la cátedra. De esta manera se fueron implementando paulatinamente diferentes acciones de fortalecimiento y mejora de las situaciones existentes.

En el último año y a partir de la incorporación y movilidad de nuevos docentes, se realizó un seminario de cátedra de 16 horas de duración, extensivo a alumnos tutores de la materia y a todos los docentes de matemática, física y química.

Los acuerdos consensuados contemplaron: la resignificación de contenidos y la articulación dentro de las áreas de las ciencias básicas, la revisión de metodologías, el uso creciente de materiales didácticos y recursos tecnológicos, la implementación de formas alternativas de evaluación y comunicación y el acompañamiento de acciones tutoriales.

3.1 Resignificación de contenidos

Durante el seminario de cátedra 2015, se volvieron a revisar los contenidos homogéneos de Álgebra y Geometría Analítica de los diseños curriculares para las ingenierías y se resignificaron temas como Recta en el plano e Introducción a la Programación Lineal, Determinantes e Inversas, Subespacios vectoriales de $\mathbb{R}^{m \times n}$, Cambio de base y Bases ortonormales, Representación matricial de una transformación lineal y Geometría de las transformaciones lineales.

Si bien algunos de estos contenidos ya estaban en proceso de revisión, durante el seminario se puso especial énfasis en la selección de aplicaciones para cada especialidad de ingeniería.

Por otra parte, con la finalidad de optimizar tiempos y esfuerzos, se acordó con docentes de Análisis Matemático I y II que temas como, Coordenadas polares, cilíndricas

y esféricas, serían incluidos como contenidos en estas asignaturas, presentados en el momento en que los mismos sean requeridos para el desarrollo de los contenidos tales como cálculo de longitudes, áreas, volúmenes y flujos de campos vectoriales. Mientras que el tema Ecuaciones paramétricas de curvas y superficies sería tratado con mayor énfasis en Álgebra y Geometría Analítica.

También docentes y tutores de AGA dieron sus opiniones respecto del cronograma de clases y se adaptó el mismo a partir de la priorización y articulación de contenidos realizada, así como de las precisiones respecto de la profundidad con la que se impartirían los contenidos.

Se coincidió además, sobre la necesidad de unificar la bibliografía. El libro de Álgebra Lineal de Grossman S. y Flores Godoy, J. Séptima edición 2012 Mc Graw Hill fue escogido como bibliografía básica. Para los contenidos de Geometría Analítica, se decidió utilizar un material didáctico realizado en el Departamento de Matemática Aplicada de la Universidad de Sevilla, edición 2010-2011, del contenido Cónicas y Cuádricas y la cátedra preparó material complementario, sobre “Introducción a la programación lineal” y “Ecuaciones paramétricas de Superficies y Curvas en el espacio” debido a que estos contenidos no están incluidos en los materiales de estudio seleccionados.

3.2. Revisión de metodologías

Para lograr una mejora de los índices de regularidad y aprobación de esta asignatura, y con el objetivo de seguir buscando alternativas posibles que se puedan implementar para continuar favoreciendo los aprendizajes, se discutió sobre metodologías que no sólo dejen un conjunto de conocimientos que se aprenden y se utilizan sino también un estilo de pensamiento. La adquisición de competencias, en especial la de la problematización (González Valdés, 2001) se ve favorecida con situaciones de aprendizaje más argumentativas

que expositivas, contribuyendo además a mantener la motivación.

La apertura y el nivel de autocrítica de los docentes respecto de sus desempeños permitieron acordar criterios y acciones concretas que se implementaron en forma inmediata.

De este ejercicio continuo de revisión, búsqueda y contribución con buenas experiencias académicas y sociales a las que se va exponiendo el estudiante de primer año surge la implementación de trabajos prácticos con propósitos claros y bien definidos: que resignifiquen los contenidos del álgebra lineal a partir de la realización de actividades exploratorias; que los resultados de estas actividades exploratorias abiertas pero definidas (Giménez, 1997) sorprendan al alumno y le permitan dar explicaciones, justificaciones, hacer nuevas planificaciones y conjeturas; que permitan descubrir y construir conceptos porque esto contribuye a sostener la motivación del aprendizaje (Alonso Tapia, 2005).

3.3. Uso de recursos tecnológicos

El diseño de los trabajos prácticos conlleva un uso adecuado de las tecnologías de la información y comunicación. Los recursos mayoritariamente usados incluyen: acceso a internet, campus virtual de la institución, aplicaciones tecnológicas disponibles en la web y software de uso libre. Estos recursos son utilizados para validar y realizar cálculos complejos, para descubrir, comprender, usar y transferir a nuevas situaciones, para inducir propiedades o comportamientos, para promover el desarrollo de diversas competencias en los alumnos a partir de una invitación permanente a la colaboración con otros; para generar una interdependencia positiva, una interacción cara a cara, un ejercicio continuo de responsabilidad individual y colectiva y para desarrollar algunas habilidades sociales y un procesamiento de la información y del

contenido en forma grupal mas autónomo (Badia, 2006).

Con la utilización de recursos y aplicaciones tecnológicas en general, se pretende que las clases de resolución de problemas se muestren como verdaderos laboratorios experimentales que permitan al alumno explorar alternativas y aplicar diferentes estrategias de resolución.

Uno de los requisitos para la obtención de la regularidad, es la aprobación de un trabajo práctico grupal con uso de software específico. Aunque los trabajos prácticos propuestos en los últimos cuatro años contienen consignas cerradas e idénticas para todos los estudiantes, para minimizar la duplicación de las resoluciones a partir del año 2015 en los enunciados de los problemas se incluyen datos aleatorios que genera cada grupo a partir de las consignas dadas, y/o referencias a datos personales, como nombre, número de libreta universitaria, o DNI.

Por ejemplo, un primer trabajo en laboratorio incluyó la resolución de un problema basado en el Modelo Económico de Leontief, y tanto la matriz de las demandas internas como el vector de las demandas externas, debían ser generados por cada grupo de forma aleatoria, reproduciendo la sintaxis del comando correspondiente especificado en la consigna.

Similarmente, una segunda experiencia estuvo basada en el encriptado de mensajes y si bien se pidió desencriptar un mensaje utilizando la misma matriz de código, el mensaje solicitaba al grupo que encriptara los apellidos de sus integrantes.

Para la entrega de estos trabajos grupales, uno de sus integrantes sube los archivos correspondientes al campus virtual de la asignatura. Este sitio incluye novedades, foros de consultas, enlaces, registro de notas y el material organizador del aprendizaje.

También se publican aquí, planificación de la asignatura, horarios de consultas, material complementario no contenido en la bibliografía seleccionada y

modelos de temarios de exámenes. Las consultas por correo electrónico se responden, dentro de lo posible, diariamente.

3.5. Acciones Tutoriales

Las acciones tutoriales constituyen una valiosa herramienta para apuntalar propuestas educativas y prácticas pedagógicas de calidad e inclusivas y contemplan a grupos de estudiantes con distintos grados de dificultad para alcanzar los rendimientos esperados. Concebimos la función tutorial como la relación orientadora dirigida en orden a la comprensión de los contenidos, la interpretación de las descripciones procedimentales, el momento y la forma adecuados para la realización de trabajos, los ejercicios o las autoevaluaciones, y en general para la aclaración puntual y personalizada de cualquier tipo de duda.

AGA cuenta actualmente con seis alumnos tutores, dos para ingeniería en sistemas y uno por cada una de las otras especialidades. Los tutores son alumnos avanzados que atienden la participación de los ingresantes que tienen más dificultades para enfrentar los nuevos saberes y/o la adaptación a la vida universitaria. Las clases son optativas y desempeñan un rol importante para revisar, completar y anclar la formación de habilidades o capacidades para mejorar los desempeños de los alumnos del primer nivel. Hemos observado escasos hábitos de estudio caracterizados como conocimientos frágiles (lo que no se recuerda), conocimientos inertes (se lo recuerda pero no se lo usa cuando es requerido), conocimientos ingenuos (cuando se responde en forma muy superficial la complejidad de lo planteado, con una comprensión incompleta o deficiente), conocimientos ritualizados (aquel que se resuelve en diez minutos, dejando de lado la perseverancia, el cuestionamiento o la indagación).

Por ello, para las clases de tutorías se preparan actividades de fijación y revisión, interpretación de consignas, explicación de

material bibliográfico, ejercicios integradores y resolución de problemas (Stone, 2006).

La cátedra reconoce el importante papel que desempeñan los alumnos tutores y el equipo docente participa e integra a los tutores en la construcción del rol de tutor, tipos de tutorías posibles, formación de tutores, capacitación a referentes y reflexión acerca de la juventud como categoría histórica. A su vez los tutores son invitados a participar de los seminarios y cursos de capacitación y actualización que se organizan desde la cátedra para todos los docentes interesados. Esta formación del tutor, le ha permitido el desempeño en dos ámbitos: el académico y el personal. Los programas de tutorías son apoyados e implementados en la Facultad por el Área de Orientación Educativa dependiente de la Secretaría Académica como tutorías de pares, que se brindan, en principio, para algunos alumnos, con la finalidad de apoyarlos y orientarlos en sus estudios.

3.5. Criterios de evaluación

A partir de 2011 se modificaron los criterios de regularidad, requiriendo un promedio del 40% en los Trabajos Prácticos (TP) escritos e individuales. Actualmente, la cantidad de TP aplicados son cuatro (dos en cada cuatrimestre). Además, para obtener la regularidad es requisito aprobar un Trabajo de Laboratorio (TL) grupal que requiere el uso de un software específico y de acceso libre.

Estos TP también definen el acceso a los parciales de promoción, cuando el alumno alcanza un promedio del 60% entre los dos TP previos a cada parcial.

Si el alumno, obtiene en cada uno de los dos Parciales una calificación no inferior al 60 % adquiere la condición de regular-promocionado, en tal caso el examen final sólo consta de problemas integradores sobre los contenidos no incluidos en los parciales. Se permite recuperar uno de los parciales y la promoción es válida hasta el llamado de

mayo (primer llamado del siguiente año lectivo) dado que la asignatura es de cursado anual.

En el año 2015, se ofreció a los alumnos regulares de años anteriores, 2011-2014, la opción de promocionar por parciales la materia, previa aprobación de los TP de acceso correspondientes con el mismo criterio que se aplica a los alumnos ingresantes (es decir, con el 60% promedio). Para esto, los alumnos contaron con una clase semanal de dos horas para revisar contenidos y consultar dudas. Sin embargo el rendimiento de estos alumnos no fue el esperado. Sólo el 14,4% (19 alumnos sobre un total de 132 inscriptos) promocionó la asignatura. Por tal motivo en el presente año lectivo no se ofreció esta comisión especial.

3.6. Resultados

Los resultados en los exámenes finales de los distintos turnos entre diciembre 2015 a marzo 2016 se muestran en las Figuras 1 a 5:

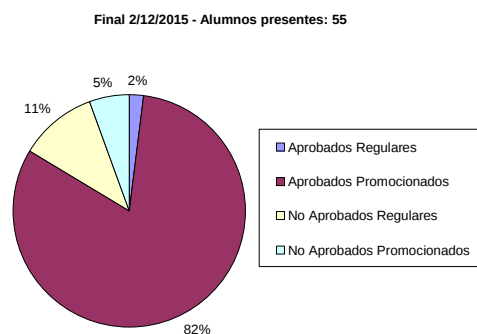


Figura 1. El gráfico muestra la distribución de resultados del examen final primer turno después del cursado

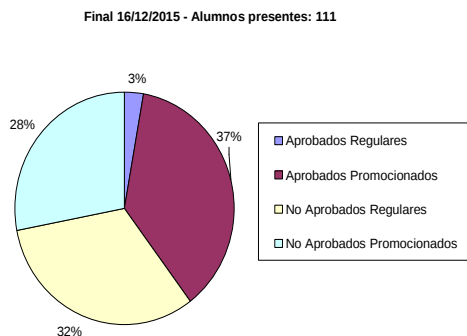


Figura 2. El gráfico muestra la distribución de resultados del examen final segundo turno

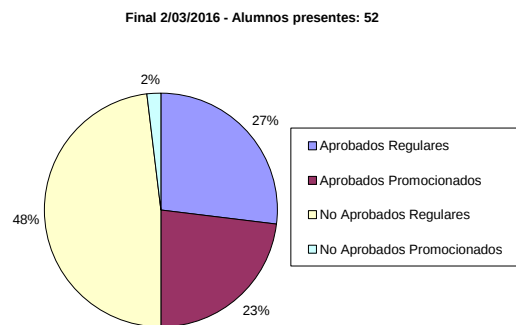


Figura 5. El gráfico muestra la distribución de resultados del examen final quinto turno

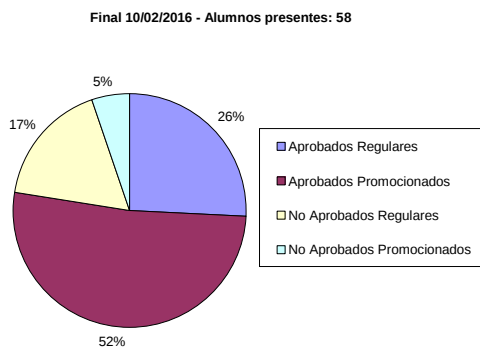


Figura 3. El gráfico muestra la distribución de resultados del examen final tercer turno

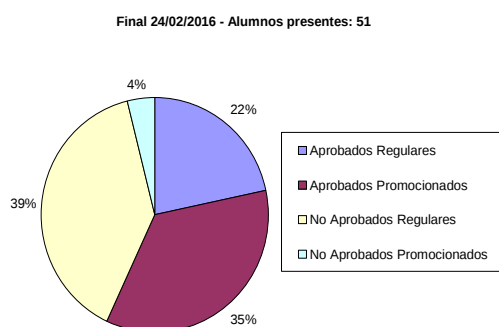


Figura 4. El gráfico muestra la distribución de resultados del examen final del cuarto turno

Por otra parte, en la Tabla 1 se muestran los índices generales de regularidad y aprobación de los años 2012-2015

Tabla 1: la tabla muestra el resumen de resultados de los años 2012 a 2015

Año Académico	Cantidad Inscriptos	Obtuvieron Regularidad	Cantidad de Aprobados	Aprobados s/ Inscriptos	Aprobados s/ Regulares
2012	395	72%	138	35%	48%
2013	430	66%	107	25%	38%
2014	487	72%	154	32%	44%
2015	481	68%	142	31%	44%

Durante el año 2015, la cátedra decidió ofrecer la siguiente excepción: Si bien la promoción de la asignatura se obtiene con 60% en cada parcial, nos sumamos para valorar el esfuerzo y la superación de cada alumno, teniendo en cuenta para la promoción a los mismos que habiendo superado el 50% en el Primer Parcial obtuvieran en el Segundo Parcial una nota superadora, cuyo promedio con la anterior alcanzara el 60%. Sin embargo no nos

sumamos a contemplar lo inverso, esto es, si un alumno aprobó el Primer Parcial con nota mayor al 60% y no aprobó el Segundo Parcial, porque obtuvo por ejemplo 53%, este alumno debió recuperar este último parcial para obtener la promoción.

4. Discusión de resultados

Notamos principalmente que la categoría de alumno promocionado es relevante en la aprobación de esta asignatura, por lo cual la estimulación de los alumnos en este sentido es relevante.

La mejora en los índices de aprobación de los últimos dos años es significativa y nos alienta a continuar y afianzar los objetivos propuestos y acciones realizadas.

Además la excepción ofrecida en el último año para obtener la condición de alumno promocionado, nos proporcionó la satisfacción de observar el esfuerzo, compromiso y dedicación de muchos estudiantes que lograron superar su desempeño y promocionar esta asignatura.

5. Conclusión

Lograr la motivación de los alumnos y promover actitudes como el esfuerzo y la perseverancia son objetivos que se persiguen en el aula de clases, sin embargo múltiples factores, como el desarraigo familiar, la falta de hábitos de estudio, la escasa continuidad para los momentos que requieren de mayor concentración y las mayores exigencias horarias, colocan al estudiante en situación de vulnerabilidad. Por esto la innovación y apertura al cambio por parte de los profesores es fundamental a la hora de acordar metodologías que favorezcan el aprendizaje sin dejar de requerir la mayor autodisciplina (Pogré, 2002).

Los docentes de la Cátedra asumen el compromiso de continuar trabajando en la priorización de contenidos, el análisis de

metodologías y la revisión de formas de evaluación y criterios de regularidad. Además, concuerdan en la necesidad de intensificar el curso de ingreso en el área Matemática, poniendo especial énfasis en el desarrollo de hábitos de estudio y en formas de aprendizaje que estimulen el pensamiento lógico deductivo.

Asimismo, se continuará trabajando en la organización y dictado de cursos con el objetivo de promover y mejorar el proceso de capacitación del cuerpo docente del departamento de Materias Básicas.

6. Referencias

- [1] A. Badia. "Enseñanza y aprendizaje con TIC en la educación superior". Ayuda al aprendizaje con tecnología en la educación superior. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC), Vol. 3, N°2. 2006. Edita: UOC. Fecha de consulta: 12 de Junio de 2015. URLs: www.uoc.edu/rusc/3/2/dt/esp/badia.pdf.
- [2] Documentos del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería. Proyecto Estratégico de Reforma Curricular de las Carreras de Ingeniería 2005-2007. Competencias para el ingreso. Fecha de consulta: 6 de Junio de 2013. URLs: www.confedi.org.ar
- [3] A. González Valdes. "Creatividad y Problematicación: el carácter social y la dimensión afectiva en la competencia problematizadora". La Habana: CIPS, Centro de Investigaciones Psicológicas y Sociológicas. 2001. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.clasco.org.ar/Cuba/cips/20120822025017/america1.pdf>
- [4] J. Giménez. "Evaluación en Matemáticas. Una integración de perspectivas". Madrid: Síntesis. 1997.
- [5] J. Alonso Tapia. "Motivar en la Escuela". Ediciones Morata. Madrid: 2005.
- [6] M. Stone. "Enseñar para la comprensión con nuevas tecnologías". Buenos Aires: Paidós. 2006.
- [7] P. Pogré. "Enseñanza para la comprensión. Un marco para innovar en la intervención didáctica". En: Aguerrondo, I.; Lugo, M.T.; Tadei, P.; Rossi, M.; Cifra, S.y Pogré, P., La escuela del futuro II. Buenos Aires: Papers Editores. 2002.

Resultados obtenidos ante el cambio de estrategias en el proceso enseñanza-aprendizaje de Química en alumnos de primer año de ingeniería.

Medaura, María Cecilia y Valente, Norma Graciela

Facultad de Ingeniería, UNCuyo
Centro Universitario, 5500 Mendoza, Argentina
mmedaura@uncu.edu.ar; gvalente@fing.uncu.edu.ar

RESUMEN

El análisis del rendimiento de alumnos de primer año en las Ciencias Básicas muestra que existe un alto número de estudiantes que no encuentran el camino para seguir el ritmo de estudio que exige la universidad, repercutiendo en baja autoestima y frustración. Como respuesta a esta problemática se propone como estrategia establecer un espacio en la modalidad de aula-taller de resolución de situaciones problema como una herramienta pedagógica destinada a dirigir y asesorar a los estudiantes en su proceso de incorporación, desarrollo e integración de los contenidos conceptuales y su aplicación práctica que le permitan acreditar Química General.

Palabras clave: Aula-Taller, Situaciones problemáticas, Química General.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis del rendimiento de alumnos de primer año en las Ciencias Básicas de las carreras de Ingeniería Industrial, Civil y Petróleos, específicamente de aquellos que cursan los espacios curriculares Química General y Química General e Inorgánica, muestra que existe un alto número de estudiantes dotados con potencialidades innatas o adquiridas. No obstante, no encuentran el camino para seguir el ritmo de estudio que exige la universidad. Consecuentemente, no han logrado aún la autonomía necesaria para comprender, analizar y aplicar los contenidos, imposibilitando o demorando, la adquisición de niveles más profundos de conocimiento.

El bajo rendimiento es una consecuencia de un conjunto de variables y factores que en numerosos casos resulta difícil remediar.

Existen autores que han efectuado estudios acerca de los principales factores que afectan el rendimiento y han acordado que los más frecuentes y significativos son:

- Rasgos de personalidad e inteligencia.
- Características actitudinales y personales.

- Entorno social.
- Trayectoria académica.
- Estilos de aprendizaje.
- Métodos pedagógicos.
- Condiciones de estudio.

El bajo rendimiento en alumnos que cursan el primer año de la carrera, repercute en una baja autoestima acompañada con una sensación de frustración ocasionando, en numerosos casos, el abandono de la carrera, sobre todo cuando el estudiante siente que ha hecho una gran inversión de esfuerzo con un resultado pobre, por no saber estudiar solo (falta de autonomía) o no saber manejar sus tiempos (falta de organización).

La propuesta de este trabajo, mediante un Aula-Taller, responde a la necesidad de procurar en el alumno el aprendizaje de conceptos fundamentales de Química, necesarios para el normal desempeño de la carrera. Se plantea mediante la resolución por parte de los alumnos de situaciones problemáticas en donde se involucren varias unidades, de manera tal que logren la integración de los contenidos y que luego expongan las resoluciones frente a sus compañeros, acompañado de una fundamentación

de la aplicación de conceptos clave en la explicación.

Está destinado para aquellos alumnos que no hayan conseguido acreditar los espacios curriculares de Química General y Química General e Inorgánica, considerando que los mismos necesitan de una contención apropiada, sin perder de vista que transitan los primeros años de vida universitaria, lo cual implica que además de trabajar en su adaptación e integración al medio universitario, es necesario también ayudarlos a lograr de una manera eficaz el aprendizaje de los contenidos y reforzar el hábito de estudio como una tarea cotidiana y de trabajo minucioso para alcanzar el objetivo postergado.

2. Marco Teórico

2.1. Antecedentes

Pozo (1996) afirma que todos los aprendizajes explícitos suponen una cierta cantidad de esfuerzo que requiere una buena dosis de motivación, factor sin el cual los aprendizajes más complejos no pueden lograrse. Otros autores (Alonso Tapia, 1991; 1997; Ames, 1992) afirman que la motivación que se pone en juego para el logro académico efectivo está en relación con las metas que tienen los estudiantes a la hora de aprender. Las metas del aprendizaje involucran diferentes escenarios mentales en los alumnos que hacen que tengan actitudes positivas o negativas hacia el estudio. Esto determina el esfuerzo que cada estudiante destina para aprender y por ende el rendimiento académico consecuente.

Conducir y contener al grupo en el proceso de elaboración y construcción de conocimientos, detectando las dificultades que retrasan la continuidad al proceso de enseñanza-aprendizaje, es una misión inherente al rol del profesor.

Asimismo, resulta de gran interés, trabajar sobre las habilidades que impliquen a los alumnos tomar decisiones cognitivas, permitiendo la interacción entre el conocimiento y el proceso de reflexión sobre el mismo. Para cumplir con esto, deben fijarse objetivos claros a largo y mediano plazo para lograr mantener un sano balance entre el trabajo y el descanso. Allí le toca al docente estimular el interés por el conocimiento en sí

mismo (no sólo con el objeto de aprobar) y receptar inquietudes personales tendiendo a explotar al máximo las potencialidades individuales.

El estudio de los factores que predicen el rendimiento en las universidades constituye un tema crucial para el buen desempeño de la vida universitaria, y es un problema común a docentes y alumnos. Los estudiantes universitarios deben estar en posesión de determinadas competencias tanto intelectuales como personales para tener un buen rendimiento en sus estudios universitarios. Es muy importante entonces, definir claramente cuáles son estas competencias y abordar el camino correcto que permita desarrollarlas de manera efectiva.

En este sentido desde el año 2012 a la fecha, se trabajó con alumnos que no lograron acreditar la asignatura durante el ciclo lectivo inmediato anterior en lo que se denominó talleres de recuperación. Un primer abordaje se realizó durante los ciclos lectivos 2012 y 2013 con una metodología de taller que involucraba dos ejes: uno tutorial pedagógico y uno disciplinar. El primero de estos ejes estaba a cargo del equipo de SAPOE (Servicio de apoyo pedagógico y orientación al estudiante) que se ocupaba de identificar y trabajar sobre las dificultades manifestadas por los estudiantes en su aprendizaje. Los responsables del eje disciplinar fueron las docentes del equipo de cátedra, que durante el mismo realizaron el dictado tradicional de la asignatura, con clases teórico-prácticas similares a las del dictado regular.

A partir del año 2014 y hasta 2015, se trabajó con alumnos en la misma situación ya descripta, solamente desde lo disciplinar, aumentando la dedicación horaria en este espacio y con la misma metodología de trabajo.

Los resultados obtenidos para ambas instancias, que se muestran en la tabla N°1, fueron desalentadores en comparación con el esfuerzo y el tiempo dedicado por los equipos profesionales para revertir la situación académica de estos estudiantes.

Tabla 1: Resultados de rendimiento académico para el Taller de Química General 2012-2014

CONDICIÓN	AÑO 2012	2013	2014	2015
Inscriptos	64	41	42	29
Abandonaron	43,75%	48,78%	50%	55,17%
Insuficientes	40,63%	41,46%	38,10%	34,48%
Acreditaron	26,56%	9,76%	11,90%	10,34%

No obstante, tales resultados motivaron a las docentes responsables a analizar en profundidad esta situación y a plantearse como desafío otra estrategia que implicara una metodología basada en la resolución de situaciones problemáticas, con un abordaje integrador de los conceptos trabajados.

3. Desarrollo del trabajo

La metodología de trabajo se diseñó a partir del objetivo general planteado: “Establecer un espacio en la modalidad de taller de resolución de situaciones problema como una estrategia pedagógica destinada a dirigir y asesorar a los estudiantes en su proceso de incorporación, desarrollo e integración de los contenidos conceptuales, potenciando además las capacidades y fortalezas de cada alumno en particular y trabajando sobre las dificultades suscitadas durante el proceso de aprendizaje”.

Los temas propuestos por el equipo docente responsable fueron desarrollados apelando a diferentes recursos. Los encuentros presenciales se iniciaron con una breve evaluación que se denominó control de lectura. Asimismo, cada encuentro no constituyó una clase tradicional, exposición magistral y mera resolución de ejercicios, sino que todos se abordaron como un proceso interactivo en donde el docente indujo a los estudiantes a reconocer los aspectos teóricos relevantes de cada unidad temática, a establecer relaciones y a elaborar conclusiones.

Consiguientemente, los alumnos resolvieron una guía con situaciones problemáticas, diseñada de manera de involucrar diferentes contenidos y con un formato de complejidad creciente a lo largo del taller tendiente a integrar saberes. Al término de cada encuentro, se realizó un debate en donde cada estudiante, ya sea en forma individual y/o grupal, expuso los diferentes argumentos que le permitieron arribar a una conclusión. Desarrollar la capacidad para trabajar en grupo con los compañeros implica también otras capacidades como la comunicación, la confrontación constructiva de ideas y puntos de vista o la atención a los procesos del propio grupo (Biggs, 1999; Robinson, 1993). Finalmente, cada alumno recibió una serie de preguntas, estructuradas como una guía de estudio sobre los conceptos relevantes a asimilar sobre cada unidad temática y problemas a resolver a modo de autoevaluación, que cada uno debía resolver en forma individual para reafirmar lo aprendido.

Una instancia importante que permite cuantificar los resultados es la evaluación. En este trabajo se realizó a través de:

- Seguimiento personalizado de la evolución del alumno a través de cuestionarios, debates, puestas en común, exposiciones de resolución de problemas, etc.
- Un examen global conformado por la resolución de problemas con aspectos conceptuales y cuya aprobación permitió al alumno libre acceder al examen final de la asignatura, según las condiciones establecidas para el alumno regular.

En la elaboración de los exámenes se tomaron en cuenta los criterios de evaluación que a continuación se detallan:

- Uso correcto del vocabulario específico, símbolos, fórmulas y ecuaciones químicas.
- Utilización de estrategias propias de resolución de problemas.
- Aplicación de procedimientos lógicos en la resolución de problemas.

- Adecuada fundamentación de tales procedimientos y exactitud en los cálculos.
- Identificación y uso pertinente de variables y unidades.
- Interpretación y realización de gráficos y tablas.

Para analizar la pertenencia de estos criterios de evaluación se aplicaron como criterios de incidencia:

- Cumplimiento de la asistencia y respeto por los horarios.
- Participación activa y apropiada en la clase.
- Preparación previa de cada encuentro evaluable a través de controles de lectura.
- Apropiación de los saberes integrados y de la adquisición de autonomía y capacidad de abstracción y síntesis mensurable a través de la resolución correcta de los problemas.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2, y es posible visualizar claramente y en comparación con los datos expuestos en la tabla1, cómo impactó el cambio de abordaje sobre el índice de aprobación de los estudiantes.

Tabla 2: Resultados de rendimiento académico para el Taller de Química General 2016

CONDICIÓN	AÑO 2016	Valores absolutos	Valores porcentuales
Inscriptos		84	100%
Abandonaron		18	21,43%
Insuficientes		30	35,71%
Acreditaron		36	42,86%

4. Discusión

El dictado normal del curso de Química General (Ingenierías Industrial y de Petróleos) y de Química General e Inorgánica (Ingeniería Civil) se realiza en el segundo semestre de la carrera. El número elevado de alumnos exige trabajar con comisiones de aproximadamente 80 alumnos. Esta situación implica que las clases se organicen en:

- Clases teóricas, dedicadas a cada grupo en su totalidad, donde el profesor expone cada contenido de la manera más estructurada y clara posible, ayudándose de medios digitales, esquemas, gráficos y amplio uso de pizarrón, apoyándose en bibliografía y variedad de ejemplos de aplicación.
- Clases prácticas de aula, dedicadas a cada grupo, en donde el profesor en conjunto con los estudiantes aplican a casos prácticos la teoría explicada, usando como material principal ejercicios no resueltos que se entregan en un formato de guía de trabajos prácticos. Sumado a esto, los alumnos cuentan con una Guía de Autoevaluación, en donde constan problemas con sus resultados.
- Clases prácticas de laboratorio, en donde los estudiantes, guiados por el profesor, realizan experiencias previamente diagramadas, elaboran informes y obtienen conclusiones.
- Clases de consulta, es decir tutorías presenciales y a través del correo electrónico.

Es claro que bajo las condiciones de trabajo, el sistema se centra fundamentalmente en actividades docentes y en el intento de exponer los contenidos lo más claro posible y que se cumpla con los contenidos teórico-prácticos propuestos en tiempo y forma. Los resultados académicos obtenidos a los largo del tiempo indican, en promedio, durante el cursado regular, alrededor del 65% logran acreditar estas asignaturas. Entendemos

que la falencia principal radica en el hecho de no considerar la diversidad en la población estudiantil que inicia sus estudios universitarios. No se trata de un grupo etario homogéneo ya que cada individuo posee tiempos diferentes. Los resultados obtenidos con los talleres de recuperación durante ciclos lectivos 2012-2015 no arrojaron los resultados esperados y en consecuencia, el cambio a implementar parece encaminarse hacia una metodología más centrada en el fomento del proceso individual de aprendizaje en cada alumno.

Un primer paso en este sentido es la presente propuesta de aula-taller, trabajando con un grupo de aproximadamente 75 estudiantes que no lograron acreditar el espacio curricular. Los resultados de rendimiento académico obtenidos en el ciclo lectivo 2016 con los alumnos en esta situación (figura 1), son indicadores de que el cambio de la propuesta, basada ahora en la resolución de situaciones problema que involucra la integración de conceptos de varias unidades del programa de estudio, constituye una alternativa válida. Por lo tanto, un objetivo fundamental de la formación universitaria actual es que los estudiantes aprendan a aprender de forma independiente y sean capaces de adoptar de forma autónoma la actitud crítica que les permita orientarse en un mundo cambiante (Vizcarro y Juárez, 2014).

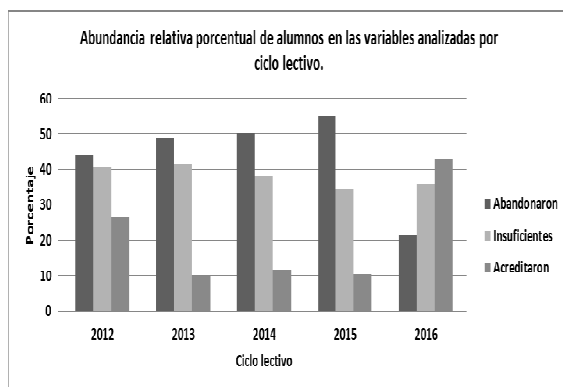


Figura 1. Comparación de resultados para las distintas cohortes que hicieron el Aula-Taller.

Para analizar el rendimiento, se ha tomado como indicador principal el resultado de los

exámenes finales. Cabe destacar que el tipo de examen se ha mantenido de manera similar para todas las cohortes, de manera tal de no incluir una nueva variable de análisis.

Si bien es claro que con la metodología de trabajo adoptada los resultados obtenidos son sensiblemente mejores, como se destaca en la figura 2, los alumnos manifiestan que es importante la intervención del docente como un agente mediador, aduciendo que las herramientas disponibles, libros y apuntes, nos les son suficientes para adquirir autonomía.

Por otra parte, es de destacar que el porcentaje de alumnos que abandonaron el cursado del aula-taller fue sensiblemente menor que en los ciclos anteriores. Ante esto, los alumnos manifestaron que se sintieron más estimulados a estudiar con anterioridad y a asistir a los encuentros porque debían rendir el control de lectura y poder luego resolver los ejercicios integradores, que resultaron un desafío permanente, donde se veían obligados a dar una respuesta con su justificación teórica ante sus compañeros, en lugar de escuchar una clase y la explicación del profesor.



Figura 2. Condición final para la cohorte 2106.

Tanto para los alumnos como para las docentes, el cambio de estrategia es una novedad, que desarrolla en los estudiantes capacidades tendientes a adquirir conocimientos y habilidades para encarar y resolver problemas, pero que también fomenta el trabajo en equipo y un cambio en la actitud personal frente a su propio aprendizaje.

5. Conclusión

El cambio de estrategia expone claramente algunas ventajas que se manifiestan a través de los resultados alcanzados y también por la motivación demostrada por los estudiantes, quienes comienzan a transitar el camino hacia su autonomía. Asimismo, cabe destacar que esta metodología exige tiempo y compromiso por parte de los docentes y de los estudiantes. Para optimizar el recurso y lograr calidad es importante delimitar la extensión y rigurosidad de los conocimientos y el abordaje de los mismos desde la correcta elaboración de los problemas.

6. Referencias

- [1] Pozo, J.I. "Aprendices y maestros". Madrid: Alianza Editorial. 1996.
- [2] Alonso Tapia, J. "Motivación y aprendizaje en el aula. Cómo enseñar a pensar". Santillana. Madrid. ISBN: 84-294-3334-1 Alonso tapia, 1997.
- [3] Alonso Tapia, J. y Caturla Fita, E. "La motivación en el aula". PPC. Madrid. ISBN: 84-288-1356-6. 1996.
- [4] Alonso Tapia, J. "Evaluación del conocimiento y su adquisición. Vol. 2: Ciencias Naturales y Experimentales. Ministerio de Educación y Ciencia". CIDE. Madrid. ISBN: 84-369-3037-1. 1997.
- [5] Pozo, J.I. y Gomez Crespo, M.A.: "Aprender y Enseñar Ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico". Editorial Morata S.L. Madrid.
- [6] Ames, C. "Classrooms: Goals, structures, and student motivation". Journal of Educational Psychology, 84, 261-271. 1992.
- [7] La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas.www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf
- [8] Vizcarro, C y Juarez, E. ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en problemas?. La metodología del aprendizaje basada en problemas. La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas.www.ub.edu/dikasteia/LIBRO_MURCIA.pdf
- [9] Biggs, J.B. (1999). Teaching for quality learning at university. Buckingham: Open University Press.
- [10] Robinson, V. (1993). Problem-based methodology: research for the improvement of practice. Ed. Pergamon Press.

VINCULACIÓN ENTRE RENDIMIENTO ACADÉMICO Y LA ASISTENCIA A CLASES DE QUÍMICA GENERAL EN LA FACULTAD DE INGENIERIA - UNLPAM

Muñoz, Miguel; Ferreyra, Teresa; Cura, Sandra; Ramborger, Marisa

Facultad de Ingeniería. Calle 110 esq. 9 (N). 6360. General Pico. R. Argentina.

Universidad Nacional de La Pampa.

mmunoz@exactas.unlpam.edu.ar

RESUMEN

Este trabajo analiza la asistencia a las clases teóricas y prácticas de los estudiantes que cursan la materia Química General, de la Facultad de Ingeniería de la UNLPam durante los ciclos lectivos 2014, 2015 y 2016 con la intención de estimar la importancia que tiene la misma y su posible vinculación con el rendimiento académico.

La problemática del ingreso y la permanencia en las universitarias argentinas constituye un tema en permanente análisis, a lo que podríamos sumar el ausentismo y el abandono del alumnado, ya que con frecuencia se puede constatar que un número importante de estudiantes dejan de asistir a las clases que no son de carácter obligatorio o lo hacen en forma esporádica durante el cursado de las respectivas asignaturas.

Si bien los resultados no son determinantes, han sido tema de interés para este grupo de docentes, las razones de este ausentismo, que pueden ser producto de numerosos factores no siendo el objetivo de esta presentación profundizar en ello, sino analizar de qué manera la asistencia favorece el rendimiento académico.

Los datos presentados permiten establecer un grado de correspondencia entre los resultados satisfactorios alcanzados por los estudiantes en sus exámenes parciales, tanto teóricos como prácticos y la asistencia a más del 60% de las clases.

Palabras clave: Asistencia a clase, rendimiento académico, estudiantes de ingeniería..

1. INTRODUCCIÓN

La intencionalidad del presente documento es revisar la incidencia de la asistencia a clase como uno de los factores que podrían estar afectando el rendimiento académico de los estudiantes, en la asignatura Química General.

Esta asignatura pertenece al curriculum del segundo año de las carreras de Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electromecánica con Orientación en Automatización Industrial, Ingeniería Industrial y al tercer año de Ingeniería en Sistemas e Ingeniería en Computación, de la Facultad de Ingeniería de la UNLPam.

La problemática del ingreso y la permanencia en las universitarias argentinas constituye un tema en permanente análisis, a lo que podríamos sumar el ausentismo y el abandono del alumnado, ya que con frecuencia se puede constatar que un número importante de estudiantes dejan de asistir a las clases que no son

de carácter obligatorio o lo hacen en forma esporádica durante el cursado de las respectivas asignaturas.

Si bien los datos no son determinantes, por lo menos han sido tema de interés para este grupo de docentes fuertemente comprometidos con el mejoramiento de la enseñanza de la Química en la Facultad de Ingeniería, las razones de este ausentismo pueden ser producto de numerosos factores y no es el objetivo de esta presentación profundizar en ello, sino más bien analizar de qué manera la asistencia favorece el rendimiento académico, lo que contribuye a la promoción de la asignatura.

Jorge Perez y Sara Graell (2004), en su trabajo, *Asistencia a clase y rendimiento académico en estudiantes de medicina. La experiencia de la Universidad Autónoma de Barcelona*, afirman "...A pesar de su relevancia, no existen muchos trabajos empíricos sobre la relación entre asistencia a las clases teóricas y el rendimiento académico de los estudiantes. Las

investigaciones que conocemos presentan asociaciones positivas entre asistencia y rendimiento, si bien la asistencia no aparece como esencial.”

2. MARCO TEÓRICO

En la segunda mitad del siglo XX se desarrolló y consolidó un nuevo tipo de sociedad: la llamada Sociedad del Conocimiento de la Información que conlleva una economía que valoriza los conocimientos teóricos y aplicados.

Posicionándonos en el paradigma de la complejidad, multidimensionalidad de las prácticas de enseñanza, es que reconocemos que la problemática del rendimiento académico requiere de un abordaje desde distintas perspectivas, que demandan la consideración de numerosos factores personales, institucionales y sociales, entre otros.

Podemos pensar al “rendimiento académico” como una medida de las capacidades de los estudiantes que expresa lo que éstos han aprendido a lo largo del proceso formativo. Sería oportuno vincularlo entonces a la evaluación del conocimiento adquirido en el ámbito universitario; de esta manera un estudiante con buen rendimiento académico es aquel que obtiene calificaciones satisfactorias en los exámenes a los que se somete a lo largo de una cursada.

Sobre este punto Jiménez (2000) señala que el rendimiento académico es un “nivel de conocimientos demostrado en un área ó materia comparado con la norma de edad y nivel académico”, encontramos que el rendimiento del alumno debería ser entendido a partir de sus procesos de evaluación. Sin embargo la simple medición y/o evaluación de los rendimientos alcanzados por los estudiantes no provee por sí misma todas las pautas necesarias para la acción destinada al mejoramiento de la calidad educativa.

En un abordaje focalizado puramente en el rendimiento académico trataremos de analizar en qué medida la asistencia a clase en forma regular, sostenida a lo largo de la cursada de la asignatura, favorecería el aprendizaje de los alumnos considerado como un proceso intrínsecamente interpersonal. Desde esta perspectiva (Onrubia, 1996) señala que el aprendizaje requiere

indefectiblemente de la ayuda educativa para poder realizarse de la manera más rica y significativa posible. Sólo “ayuda” porque es una orientación, una guía y apoyo externo que no pueden sustituir ni obviar la actividad mental constructiva del alumno. La ayuda educativa será tanto más eficaz cuanto más se adapte o ajuste al proceso de construcción que desarrollan los alumnos, respetándolo y al mismo tiempo promoviéndolo.

Tal vez el principio más básico y general en relación al aprendizaje es su caracterización como un “proceso de construcción” por parte de los estudiantes que implica por un lado, que el sujeto está construyendo significado, al mismo tiempo el resultado de esa puesta en relación es, al menos en ocasiones, una auténtica reestructuración y reorganización de sus esquemas de conocimiento previo, y no un mero enriquecimiento o cambio cuantitativo de los mismos. Finalmente aprender lleva tiempo, es el tiempo del pensamiento que transcurre hasta que se logran relaciones y se encuentran los caminos necesarios.

El aprendizaje se da en el contexto de un grupo-clase, en el que se produce una recíproca influencia entre profesores y alumnos (Gvirtz y Palamidessi, 2006), la cual supone distintos niveles de intercambio: intrapersonal, el nivel interpersonal y el grupal.

Lo grupal surge naturalmente de los intercambios, como un campo de entrecruzamiento de subjetividades, en un espacio social, de búsqueda de relaciones para construir desde ellas un conocimiento compartido. El proceso de conocer, de construir un conocimiento grupalmente, se instala como articulador, nucleante de las relaciones individuales dando lugar a un aprendizaje grupal, dialéctico, abierto a diferencias y confrontaciones, al trabajo sobre conflictos, en el que los aportes de unos y otros se complementan u oponen en construcciones nuevas en las que el aprendizaje individual entra en juego de resonancias grupales que una y otra vez vuelven sobre él para enriquecerlo, cuestionarlo, confundirlo y llevarlo a nuevas búsquedas (Souto, M 1998).

[Trench](#) J. M. (2000), en su trabajo Asistencia y Rendimiento Académico, se refiere a que Pintrich (1994) ha desarrollado un modelo que identifica el constructo de la motivación como un elemento esencial para entender el rendimiento académico en el ámbito universitario. Estar académicamente motivado significa desear desempeñarse bien en un contexto académico. Este deseo se refleja en conductas voluntarias que eventualmente llevan a un desempeño contrastable. Asistencia a clases es un comportamiento voluntario, que se combina con otros para reflejar el nivel de motivación académica.

3. MATERIAL Y METODOLOGÍA

El abordaje metodológico de esta presentación fue el análisis de los datos corresponde a los ciclos académicos, 2014, 2015 y 2016 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Pampa, los mismo corresponden a la totalidad de los alumnos de la cátedra Química General, que hacen una muestra de 155 estudiantes, de los cuales 111 son cursantes por primera vez y 44 lo han intentado más de una vez.

Como herramienta metodológica necesaria para establecer la posible relación entre asistencia a clase y rendimiento académico se tuvo en cuenta los dos aspectos siguientes:

- Los registros de presencia en la totalidad de las clases sean estas teóricas ó prácticas de resolución de situaciones problemáticas, las mismas son de carácter no obligatorio. En este estudio se usó como “punto de mínima” que el alumno haya asistido al 60 % de las clases.
- Las actas de regularización/aprobación de la materia, que remite la cátedra a Sección Alumnos de la Facultad, en las mismas se consideraron aprobados aquellos alumnos que resolvieron correctamente, como mínimo, el 60% del examen.

Los datos recogidos fueron extraídos de las evaluaciones individuales a las que se somete los estudiantes para que regularicen/aprueben la materia. Las condiciones para que ello ocurra la

aprobación de las cuatro evaluaciones y la aprobación de la totalidad de los trabajos en laboratorio. Si la nota de los exámenes está entre el 7 y 10, el alumno “Promociona”. En las mismas condiciones, si aprobó los parciales, pero en alguno de ellos no llega al 7, “Regulariza”, debiendo posteriormente rendir un examen teórico-práctico para aprobarla, en alguno de los tres llamados que determina la Facultad.

La información obtenida se organizó en ocho categorías correspondientes a dos parciales prácticos y dos teóricos, y dentro de cada uno de ellas se consideraron dos grupos de alumnos: los estudiantes que intentaban regularizar/aprobar la materia por primera vez (cursantes) y los que lo hacía por segunda o más veces (recursantes).

Esta forma de discriminar la información nos permitió analizar detalladamente el comportamiento de cada grupo.

4. RESULTADOS

4.1. Grupo Clases Teóricas

4.1.1. Cursantes

Muestra: 111 estudiantes

Primer parcial: Los estudiantes que aprobaron fueron 92, 84 de ellos (91%) tuvieron más del 60% de presencia a clase; de los 5 desaprobados ninguno superó el límite establecido como punto de corte y de los 14 ausentes, solo 5 (36%) lo hizo.

Segundo parcial: Aprobaron 69 alumnos, 68 (98%) asistieron a más del 60% de las clases; de los 12 desaprobados solo 7 (6%) estuvo presente y de los 30 ausentes solo el 10% cumplió el requisito.

4.1.2. Recursantes

Muestra: 44 estudiantes

Primer parcial: Los estudiantes que aprobaron fueron 34, 22 de ellos (65%) tuvieron más del 60% de presencia a clase de los 4 desaprobados solo 2 (50%) superó el límite establecido y de los 6 ausentes, 2 (33%), supero el límite de corte.

Segundo parcial: Aprobaron 28 estudiantes, de los cuales 19 (68%), cumplió el requisito, de los 7

desaprobados solo 1 (25%), mientras que de los 15 ausentes ninguno lo hizo.

4.2. Grupo Clases Prácticas

4.2.1. Cursantes

Muestra: 111 estudiantes

Primer parcial: Los estudiantes que aprobaron fueron 66, de los cuales 22 tuvieron más del 60% de presencia a clase; de los 30 desaprobados, solo 5 (17%) superaron el límite establecido y de los 15 ausentes, ninguno superó ese límite.

Segundo parcial: Aprobaron 52 alumnos, de los cuales 14 (30%) cumplieron con el re-quisito de asistencia; de los 27 desaprobados sólo 3 (11%) lo hicieron, mientras que de los 32 ausentes ninguno participo en más del 60 % de las clases.

4.2.2. Recursantes

Muestra: 44 estudiantes

Primer parcial: Los estudiantes que aprobaron fueron 19, 1 de ellos (6%) asistió más del 60% de las clases; de los 21 desaprobados, ninguno y de los 4 ausentes ninguno superó el punto de corte.

Segundo parcial: Aprobaron 28 alumnos, ninguno de ellos tuvo más del 60% de asistencia; de los 22 desaprobados solo 1 (4%) cumplió y de los 10 ausentes ninguno cumplió el requisito.

5. CONCLUSIONES

Los fundamentos expresados y los resultados obtenidos fortalecen la idea de que los alumnos que no asisten a las clases no tienen las posibilidades enriquecedoras que ofrece el intercambio grupal y con los docentes. En el ámbito áulico es posible la creación de una matriz comunicacional donde se genera aprendizajes, en ella el aprendizaje individual es una resultante del interjuego dialéctico de los miembros, la tarea, las técnicas, en torno al conocimiento, que tiene lugar por la interacción, por la mediación del grupo y de cada miembro para el resto como se expresa en otros trabajos de investigación sobre el tema en tratamiento.

Se ha encontrado que la relación asistencia a clases y el rendimiento académico es

especialmente notoria en las asignaturas de los primeros cursos y principalmente en aquellas que se complementan con el desarrollo de clases donde se resuelven ejercicios y problemas. Habría una relación positiva entre asistencia y rendimiento académico en situaciones de evaluación. Esta afirmación no debe ser contundente, ya que quizás los alumnos más motivados y estudiosos son los que a la vez obtienen mejores notas y asisten más a clases.

Los resultados obtenidos sugieren que el ausentismo puede ser un factor influyente en el menor rendimiento académico, para evitarlo se deben conocer cuáles son sus causas y motivar al estudiante a un cambio de actitud. Pero no es sólo cuestión de actitudes, sería necesario profundizar en las características que acompañan a los grupos de estudiantes para completar su perfil y resaltar la importancia de la asociación positiva entre asistencia y rendimiento de los alumnos universitarios.

6. REFERENCIAS

- [1] Gvirtz, Palamidessi, El ABC de la tarea docente: Currículum y enseñanza. Ed. Aique. Bs. As. 2006.
- [2] D. Jano Salagre. y S.Ortiz Serrano, "Determinación de los factores que afectan el rendimiento académico en la educación superior. XII Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación, Madrid 2005
- [3] M. Jiménez. Competencia social: intervención preventiva en la escuela. Infancia y Sociedad. 24, pp. 21- 48. 2000.
- [4] Javier Onrubia. Aprendizaje y construcción de conocimientos en la educación secundaria obligatoria. Signos. Teoría y práctica de la educación , Junio 1996 Página 14.
- [5] J. Pérez, La evaluación de la docencia por los alumnos: El resultado de una experiencia en la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Barcelona. Rev Clín Esp 188, 365. 1991.
- [6] J. Pérez., S. Graell. Asistencia a clase y rendimiento académico en estudiantes de

medicina. La experiencia de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Educación Médica. Ed.V.7 N.2 . Barcelona 2004.

- [7] J. M. [Trench](#). Asistencia y rendimiento académico. Contexto Educativo, Revista Digital. Año III N° 19 Consultado el 4 de septiembre de 2009 desde: <http://contexto-educativo.com.ar/2001/5/nota-03>. Educación Médica. Ed.V.7 N.2 . Barcelona 2004.

ANEXO

Tabla 1: Datos desagregados correspondiente a los resultados en el 1er. Parcial, teniendo en cuenta el porcentaje de asistencia (60%)

1 ^{er} Parcial		Aprobados		Desaprobados		Ausentes	
		+60%	-60%	+60%	-60%	+60%	-60%
Alumnos Cursantes	Teór	75,7%	7,2%	4,5%	0%	4,5%	8,1%
	Prác	19,9%	39,6%	4,5%	22,5%	0%	13,5%
Alumnos Recursantes	Teór	50%	27,5%	4,5%	4,5%	4,5%	9%
	Prác	2,3%	40,9%	0%	47,7%	0%	9,1%

Tabla 2: Datos desagregados correspondiente a los resultados en el 2do. Parcial, teniendo en cuenta el porcentaje de asistencia (60%)

2 ^{do} Parcial		Aprobados		Desaprobados		Ausentes	
		+60%	-60%	+ 60%	- 60%	+60%	- 60%
Alumnos Cursantes	Teór	61,2%	0,9%	6,3%	4,5%	24,3%	8,1%
	Prác	12,6%	34,2%	27%	21,6%	28,8%	13,5%
Alumnos Recursantes	Teór	43,1%	20,5%	4,5%	11,5%	20,5%	9%
	Prác	0%	27,3%	2,3%	47,7%	22,7%	9,1%