

ÁREA EDUCACIÓN EN CIENCIAS E INGENIERÍA

TRABAJOS COMPLETOS

Indice

01TCE. La extensión universitaria como oportunidad para el desarrollo de Competencias Genéricas en Ingeniería	954
02TCE. La metodología de Rally de Innovación aplicada al desarrollo de proyectos de Diseño en enseñanza de la Ingeniería.	962
03TCE. Trayectos Curriculares de capacitación. Una experiencia de articulación entre la Facultad de Ingeniería de la UNR, la Educación Media Provincial y una empresa siderúrgica de la región	967
04TCE. El video educativo como soporte de la enseñanza de la Matemática	973
05TCE. Laboratorio real y laboratorio virtual: valoración de los estudiantes.....	979
6TCE. Deshidratación de protos de soja en lecho fluidizado: Trabajo práctico destinado a alumnos de Ingeniería en Alimentos	989
07TCE. Modelo de enseñanza por competencias en Física: “Resolución de problemas”	997
08TCE. ¿Qué opinan los estudiantes sobre los Laboratorios Remotos? Un estudio de caso en estudiantes de educación a distancia	1006
9TCE. El uso de laboratorios virtuales en óptica física: un estudio de caso.....	1013
10TCE. Aplicación de métodos de enseñanza-aprendizaje flexible en cursos de ingeniería.....	1022
11TCE. Aplicaciones tecnológicas inspiradas en el dispositivo de Venturi: Un pretexto para visitar la ecuación de Bernoulli.	1031
12TCE. La Argumentación de los procesos de enseñanza en Ciencias Experimentales. Una propuesta de Innovación Didáctica.....	1039
13TCE. La cultura emprendedora para desarrollar el intraemprendedorismo.....	1048
14TCE. Nuevos paradigmas en la formación de ingenieros: invención, innovación y sustentabilidad	1056
15TCE. Evaluando Capacidades Específicas y Genéricas que aportan a las competencias del Ingeniero no químico en el curso de Química.....	1063
16TCE. Descubriendo la Física en los Alimentos	1071
17TCE. La valoración de los estudiantes respecto del método “dinámica de sistema adaptada”, utilizando los modelos matemáticos, para mejorar el aprendizaje de las ciencias.	1080
18TCE. Enfoque interdisciplinario: Integración de competencias en carreras de ingeniería a través de aplicaciones tecnológicas	1104
19TCE. Análisis de las competencias de los alumnos de ingeniería mecatrónica del Instituto Tecnológico de Hermosillo desde un enfoque de la industria local.	1111
20TCE. Formación a distancia para ingenieros en Comunicación de la Ciencia.....	1116
21TCE. Análisis del número de agrupamientos en función del tamaño del sistema en la MRP.	1119
22TCE. Estudio de las causas de una falla en un horno de arco eléctrico por sobrecarga. Cálculo del volumen para obtener su capacidad máxima.....	1126

23TCE.Implementación de nuevos instrumento tecnológicos (apps) en el proceso de enseñanza del cálculo estructural..... 1135

01TCE. La extensión universitaria como oportunidad para el desarrollo de Competencias Genéricas en Ingeniería

The university extension as an opportunity for the development of Generic Competences in Engineering.

Federico Fabián Quispe¹, Gloria del Carmen Plaza^{1,2}.

1. Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia 5150 Salta, Argentina.
fquispe@unsa.edu.ar.

1. INIQI CONICET

Resumen

La extensión universitaria integral, aborda a las actividades de extensión desde una visión “democrática, crítica y creativa” que procura la “democratización del saber” y asume la función de contribuir en la mejora de la calidad de vida de la sociedad, de aportar no solo “al crecimiento cultural, sino también a la transformación social y económica. Desde este punto de vista la extensión llega a ser un espacio en donde se pueda desarrollar las Competencias Genéricas que establece el Consejo Federal de Decano de Ingeniería (CONFEDI). En el presente trabajo se realiza un análisis bibliográfico al respecto y además se analiza un caso en donde estudiantes de ingeniería participan en diferentes actividades en el marco de un proyecto de extensión. Del mismo, se desprende una respuesta positiva por parte de los alumnos en el desarrollo de competencias genéricas. Concluyendo así que la extensión universitaria puede ser considerada como un espacio propicio para la formación de los ingenieros, lo cual a su vez sugiere la posibilidad de la curricularización de la extensión en carreras de ingeniería.

Palabras clave: extensión universitaria, competencias, ingeniería.

Abstract

The integral university extension, addresses the extension activities from a "democratic, critical and creative" vision that seeks the "democratization of knowledge" and assumes the function of contributing to the improvement of the quality of life of society, of contributing not only "to cultural growth, but also to social and economic transformation. From this point of view the extension becomes a space where you can develop the generic skills established by the Federal Council of Dean of Engineering (CONFEDI). In the present work a bibliographic analysis is carried out in this regard and also a case is analyzed in which engineering students participate in different activities within the framework of an extension project. From it, a positive response from the students in the development of generic competences emerges. Concluding that the university extension can be considered as a propitious space for the training of the engineers, which in turn suggests the possibility of the curricularization of the extension in engineering careers.

Keywords: university extension, competences, engineering

Introducción

En las universidades públicas de Latinoamérica se reconoce a la docencia, la investigación y la extensión como los ejes estructurantes bajo los cuales desarrollan su actividad. En Argentina diferentes gobiernos y agrupaciones universitarias, desde la Reforma de 1918, las reconocen, confirman y sostienen. (Menéndez et al, 2013). Sin embargo la extensión universitaria, históricamente ha sido la función menos atendida en las instituciones de educación superior (Ángeles, 1992). Los conceptos de extensión universitaria, extensión cultural y de preservación y difusión de la cultura suelen utilizarse en forma indistinta, y tal uso contribuye a la confusión de estas funciones con otro conjunto importante de acciones universitarias (Orozco, 2004). En muchos casos las actividades que se desarrollan no tienen una relación directa con el aprendizaje del estudiante en su formación profesional, o al menos no es reconocida como tal.

Los resultados de las investigaciones en el campo de la psicología de la educación y la reflexión sobre intervenciones en los últimos años comienzan a difundir la idea de que el aprendizaje de los saberes disciplinares es más potente cuando es iniciado, facilitado y consolidado en los procesos sociales y culturales reales y no artificiales. El desempeño cognitivo se enriquece cuando el aprendizaje ocurre en situaciones contextualizadas en la vida cotidiana. (Menéndez et al, 2017)

En este sentido toma especial importancia la “educación experiencial”, que según Alicia Camilioni comprende tres modalidades diversas: el voluntariado, el aprendizaje–servicio y la práctica profesional, con variantes en cada una de ellas que dependen de situaciones histórico–sociales e institucionales (Menéndez et al, 2013). En particular, el aprendizaje–servicio, que es una estrategia de enseñanza en la que los estudiantes aplican sus habilidades y conocimientos académicos y profesionales específicos para satisfacer necesidades sociales reales en respuesta a requerimientos explícitos de la comunidad.

La educación experiencial desarrollada en el marco actividades de extensión desde el punto de vista integral se presenta como una oportunidad para la producción de conocimientos, preocupada por promover la comprensión de las redes que conforman la sociedad civil y el Estado y por mostrar la conexión del conocimiento académico y profesional con la ciencia, la tecnología y los mundos natural y social, porque el conocimiento

universitario ya no se encuentra encerrado en el ámbito de las disciplinas académicas. Ello conlleva al desarrollo de aprendizajes auténticos, donde los estudiantes construyen conocimientos “estratégicos” o “condicionales” que implican saber por qué dónde, cuándo y cómo se utilizan esos conocimientos, elaborados, particularmente, en relación con situaciones, casos, problemas o proyectos tal y como se encuentran en la vida real.

Además la extensión integral se presenta como gran oportunidad para dar lugar a la premisa de orientar líneas de investigación que den respuesta a las problemáticas sociales y productivas locales (Gibbons, 1998), con especial prioridad en aquellas que más impactan en los sectores altamente vulnerables de la sociedad o en aquellos con mayor grado de debilidad en el medio productivo.

La Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI) en la Asamblea General realizada en noviembre de 2015 en Ushuaia (Argentina) estableció el Perfil del Ingeniero Iberoamericano. En el cual se busca un profesional que tenga un compromiso y pertinencia local, con sólidas bases científicas, técnicas, tecnológicas, culturales, y con arraigados valores y principios, consciente de la importancia y significado de sus nexos con la historia y el desarrollo regional, fiel a sus compromisos sociales y ambientales, atento a la identificación de los problemas y oportunidades del entorno para actuar de manera responsable y competente en cualquier escenario nacional e internacional.

El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) en la búsqueda de una innovación en la formación, que permita facilitar la conversión de los conocimientos en saberes y actitudes asociados a calificaciones académicas y profesionales, lleva adelante la tarea de revisión de los actuales estándares de acreditación. En este marco se plantea la necesidad de definir un modelo de educación basado en competencias, contenidos, intensidad de formación práctica y sistema de transferencia de créditos.

El concepto de competencia es diverso, según el ángulo del cual se mire o el énfasis que se le otorgue a uno u otro elemento (Cerato y Gallino, 2013). CONFEDI define a la Competencia como la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales. Dentro del modelo de competencias se establecen

competencias de ingreso y de egreso. En este último caso CONFEDI establece que el ingeniero argentino deberá formarse en diferentes etapas de aprendizaje, de modo de desarrollar las habilidades, destrezas y valores necesarios del nuevo profesional que requiere la sociedad y el mundo del trabajo en las primeras décadas del Siglo XXI.

Las competencias de egreso se dividen en dos grupos: competencias genéricas y competencias específicas. Las primeras son de aplicación para todas las carreras de ingeniería y las últimas se aplicaron según las necesidades de cada carrera en particular.

En los proyectos de extensión universitaria se realizan diferentes actividades, las cuales pueden presentarse como una oportunidad para desarrollar las competencias profesionales que se espera adquiera el alumno.

Objetivos

Estudiar si las actividades desarrolladas en un proyecto de extensión universitaria se presentan como una oportunidad para el desarrollo de las competencias genéricas en ingeniería.

Estudiar el nivel de desarrollo de las competencias genéricas en ingeniería.

Materiales y Métodos

En el presente trabajo se estudia las actividades realizadas en el año 2017 en el proyecto de Extensión Universitaria: Ingeniería para el desarrollo sustentable. El mismo se desarrolla en el marco de la convocatoria de Proyectos de Extensión con Participación Estudiantil de la Universidad Nacional de Salta. El mencionado proyecto nace de una realidad marcada en la región, en la que se evidencia gran falta de concienciación sobre herramientas que promuevan el desarrollo, la utilización de recursos renovables y no renovables. Con el objetivo principal de aportar herramientas para facilitar la complejidad del desarrollo sustentable, su planeación, implementación y seguimiento.

Los actores involucrados fueron docentes, alumnos y graduados de ingeniería de las carreras de química e industrial de la Facultad de Ingeniería de la UNSa, organismos del gobierno provincial que intervienen en la Administración de los Parques Industriales, empresas del medio y la comunidad. Además de ello participo activamente la cátedra de Producción limpia de la carrera de Ingeniería Química.

Las actividades desarrolladas fueron las siguientes:

Investigar, difundir técnicas y herramientas que permitan crear un entorno económico sustentable.(programa de radio)

Visita a parques industriales.

Determinación de indicadores globales, regionales y organizacionales.

Se analizan y observan las diferentes actividades a fin de determinar si las mismas permiten el desarrollo de las competencias genéricas de egreso, las cuales según CONFEDI se dividen en: Competencias tecnológicas

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.

3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.

4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Competencias sociales, políticas y actitudinales

6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

7. Comunicarse con efectividad.

8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.

9. Aprender en forma continua y autónoma.

10. Actuar con espíritu emprendedor.

En cuanto a la determinación del nivel desarrollo alcanzado en cada competencia, se realizó una encuesta anónima a los alumnos en donde se utilizó una escala de cuatro niveles para determinar el nivel de desarrollo de cada competencia genérica. Esto último se realizó conforme a lo expuesto por la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI, convocada por la UNESCO que propone que “La educación a lo largo de la vida se basa en cuatro pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir juntos, aprender a ser” (DELORS, 1996). Cuestiones que se transforman en básicas a la hora de pensar, diseñar, implementar y evaluar los procesos de formación en competencias.



Figura 1: Visita a una planta ubicada en Parque Industrial.



Figura 2: Alumnos en programa de radio.

Resultados

Teniendo las actividades desarrolladas y las competencias genéricas de egreso, se determinó que con el proyecto de extensión analizado se contribuye al desarrollo de las competencias indicadas en la Tabla 1.

Tabla 1: Competencias desarrolladas en las actividades

Competencias	Actividad
Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería	Se realizaron visitas a diferentes empresas en donde los alumnos pudieron identificar problemas de ingeniería y proponer alternativas de solución.

Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo	Se trabajo con equipos integrados por estudiantes de Ingeniería química e industrial, lo cual permitió que interactúen con diferentes formas de trabajar, propias de las características de cada carrera.
Comunicarse con efectividad	En las actividades de difusión se trabajó con un programa de radio semanal en la emisora de la universidad denominado “Ingeniería para el desarrollo sustentable regional”
Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.	La temática abordada permitió adquirir una real dimensión del impacto social, económico y ambiental de las actividades productivas.

En cuanto a las encuestas a los alumnos se obtuvo respuesta del 90 % sobre una totalidad de 20 de los mismos.

Para la competencia “Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería” se preguntó ¿En qué medida las actividades realizadas contribuyeron en su capacidad para poder identificar, formular y resolver problemas de ingeniería? Los resultados se observan en la figura 3.

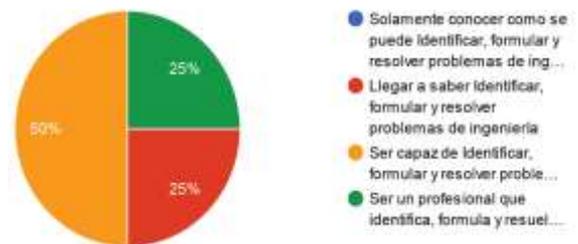


Figura 3: Resultados competencia: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería

Para la competencia “Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo”. Se preguntó: ¿En

qué medida las actividades realizadas contribuyeron en su capacidad para trabajar en equipos de trabajo? Los resultados se observan en la figura 4.

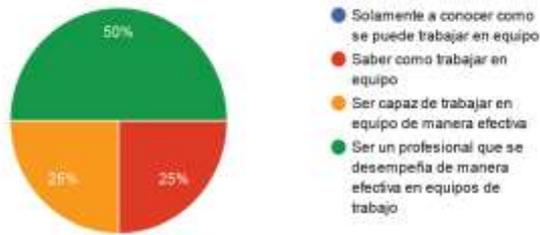


Figura 4: Resultados competencia: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo

Para la competencia: “Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global”. Se preguntó ¿En qué medida las actividades realizadas contribuyeron a su capacidad para reconocer la importancia del impacto económico, social y ambiental de su profesión?. Los resultados se observan en la figura 5.

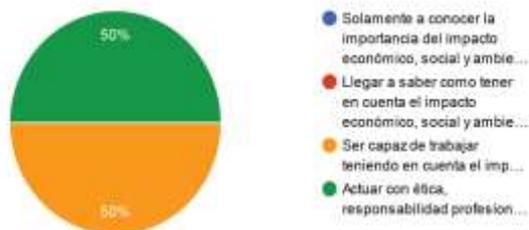


Figura 5: Resultados competencia: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global

Para la competencia “Comunicarse con efectividad” se preguntó: ¿En qué medida las actividades realizadas contribuyeron a su capacidad para comunicarse? Los resultados se observan en la figura 6.

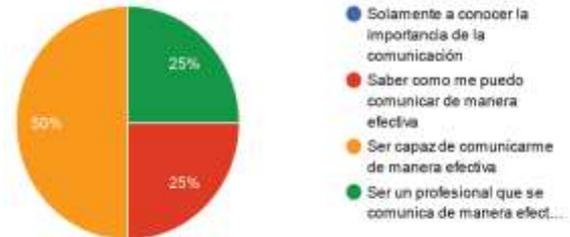


Figura 6: Resultados competencia: Comunicarse con efectividad.

Discusión

De los resultados obtenidos se desprende que en las competencias “Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo” y de “Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global”, el 50% de los alumnos considera que las actividades desarrolladas les permitió alcanzar, en términos de los pilares de la educación de la Unesco, el “aprender a ser” en estas competencias.

Además de ello se destaca que todas las competencias fueron desarrolladas más allá del primer nivel de los pilares planteado por UNESCO (el conocer)

En la encuesta se les permitió a los alumnos expresar su opinión, en este espacio ellos destacaron la oportunidad de poder realizar las visitas y por sobre todo el poder tener un contacto directo con las autoridades gubernamentales, con los dueños y profesionales de las distintas empresas a las que accedieron.

Conclusiones

La universidad forma profesionales y los educa para desempeñarse en el trabajo, la investigación y la docencia, y lo hace sin desmedro de la necesaria formación general que para ello es indispensable. El éxito en el logro de estos propósitos requiere que los planes de estudio y las estrategias de enseñanza sean exitosos en la promoción de actividades que lo permitan. Y en este sentido en ingeniería adquieren relevancia las actividades de extensión que se presentan como una gran oportunidad para trabajar las competencias genéricas, en particular las competencias sociales, políticas y actitudinales planteadas con CONFEDI. Ello a su vez propicia la factibilidad de la curricularización de las actividades de extensión. Un espacio en donde el alumno pueda trabajar en actividades tendientes a

la resolución de una problemática social, dialogar con el entorno y al mismo tiempo adquirir las habilidades requeridas en su formación profesional. Lo cual tiene una estrecha vinculación con los dimensiones planteadas por la ASIBEI en el perfil del Ingeniero Iberoamericano. Sin embargo es importante tener en cuenta que en Argentina son escasos los antecedentes en donde se ha logrado incorporar a la extensión como parte de la curricula, lo cual plantea un desafío para las universidades.

Se destaca la percepción positiva de los alumnos sobre las actividades realizadas en el marco de las competencias genéricas. Es importante tener en cuenta que la necesidad de seguir estudiando estos casos para generen conocimientos que permitan el desarrollo de las competencias en las actividades de extensión universitaria.

Referencias

- Angeles, O. G. (1992). Consideración en torno al concepto de extensión de la cultura y de los servicios. *Revista de la Educación Superior* Número 81. Mexico.
- Cerato, A.I.; Gallino, M. (2013). Competencias genéricas en carreras de ingeniería. *Ciencia y Tecnología*, 13, 2013, pp. 83-94 ISSN 1850-0870.
- Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) (2007). *Competencias Genéricas. Desarrollo de competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina*. San Juan, Argentina: Universidad Nacional de San Juan, Argentina.
- Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), (2017). *Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería*. Oro Verde, Argentina.
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro. Informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo xxi*, Madrid: Santillana-Ediciones Unesco. *Revista de la Educación Superior*, vol. 20, no. 1(81), ANUIES, Mexico.
- Fresan O. M. (2004). *La extensión universitaria y la Universidad Pública Reencuentro*, núm. 39, abril, 2004, pp. 47-54 Universidad Autónoma Metropolitana. Distrito Federal, México.
- Menéndez G. C.M. y otros autores (2013) *Integración, docencia y extensión: otra forma de enseñar y de aprender / et ál.1a ed.: Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina*
- Menéndez G. C.M. y otros autores (2017) *Integración, docencia y extensión 2: otra forma de enseñar y de aprender / et ál.1a ed.: Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina.*

02TCE. La metodología de Rally de Innovación aplicada al desarrollo de proyectos de Diseño en enseñanza de la Ingeniería.

The Rally of Innovation methodology applied to the development of design projects in engineering education.

Ester María Eugenia Rimini¹, José Alberto Cuello, Oscar Daniel Morán, Sergio Ribotta

2. FICA, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de San Luis.
Campus Universitario: Ruta Prov. N° 55 (Ex. 148) Extremo Norte. Email: eugeniarimini@gmail.com

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar y comparar el funcionamiento de la técnica similar a las del certamen, Rally Latinoamericano de Innovación implementada, en el desarrollo y presentación de trabajos de resolución de problemas, objeto de la competencia. Como nueva metodología en el año 2017, se presenta la propuesta de que a diferencia de realizar un informe por escrito únicamente, se solicitó a los alumnos que su presentación final del trabajo de diseño incluyera un video de duración máxima estipulada. Se analiza la implementación de técnicas de enseñanza que incluye el uso de recursos tecnológicos como confección de videos y uso de herramientas gráficas para facilitar la confección y exposición de proyectos de diseño desarrollados como parte del programa de una asignatura de la carrera de Ingeniería. Se realiza el estudio durante el desarrollo de la asignatura Introducción a la Ingeniería, cursada en el primer año de las carreras de Ingeniería Industrial, Mecatrónica, Electrónica y Electromecánica, en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Nacional de San Luis. El resultado de este trabajo, con un seguimiento por parte de los docentes a todos los trabajos de los alumnos, dio como resultado la generación una mejora en la presentación de proyectos, los cuales podrían ser presentados en una competencia de nivel local, nacional o internacional. Los resultados obtenidos se disponen de manera cuantitativa en tablas. Se concluye que el uso de la metodología estimula la creatividad por parte de los alumnos para la resolución de problemas. Por otra parte se consigue organizar de forma estándar el procedimiento de evaluación.

Palabras clave: innovación, enseñanza de la ingeniería, proyecto, diseño

Abstract

The objective of this paper is to evaluate and compare the operation of the technique similar to those of the event, the Latin American Innovation Rally implemented, in the development and presentation of problem solving works, object of the competition. As a new methodology in 2017, the proposal is presented that, unlike making a written report only, the students were asked to submit a final stipulated video of their final presentation of the design work. The implementation of teaching techniques is analyzed, which includes the use of technological resources such as making videos and the use of graphic tools to facilitate the preparation and exhibition of design projects developed as part of the program of a course in Engineering. The study is carried out during the development of the Introduction to Engineering course, taken in the first year of Industrial Engineering, Mechatronics, Electronics and Electromechanics, in the Faculty of Engineering and Agricultural Sciences, of the National University of San Luis. The result of this work, with a follow-up on the part of the teachers to all the works of the students, resulted in the generation an improvement in the presentation of projects, which could be presented in a local, national or international level competition. . The results obtained are quantitatively available in tables. It is concluded that the use of the methodology stimulates creativity on the part of students to solve problems. On the other hand, the evaluation procedure is organized in a standard manner.

Keywords: innovation, engineering education, project, design

1. Introducción

La presencia de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la sociedad y en el sistema educativo es un dato innegable en los

últimos años. Su impacto ha provocado una suerte de revolución en la economía, la política, la sociedad y la cultura, que transformó profundamente las formas de producir riqueza, de interactuar socialmente, de definir las identidades y de producir y hacer circular el conocimiento [1]

Para que el uso de un recurso tecnológico sea efectivo, debe estar vinculado con el tema que se desea que el alumno comprenda, de forma que sea útil a ese objetivo. Las TIC tienen el potencial de cambiar las relaciones de poder tradicional durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. [2]

Se utilizó como grupo de estudio a los alumnos cursando la asignatura de Introducción a la Ingeniería del año 2017, dentro de la FICA (Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias). En esta asignatura se desarrolla a lo largo del cuatrimestre la resolución en grupos de trabajo de un problema de diseño específico, y se confecciona un informe final por cada equipo de trabajo. [3]

Con el fin de evaluar el funcionamiento de la incorporación de esta nueva metodología tipo Rally de Innovación, se realizó un taller explicativo del desarrollo de la misma de con los grupos de alumnos dentro de la asignatura. [4]. Se tomó esta metodología como base para la confección de informes finales de resolución de problemas de diseño en el dictado correspondiente al año 2017. Se realizó luego una comparación entre los informes finales presentados en el año corriente versus el 2016, para comparar los casos de aquellos equipos de trabajo que utilizaron las herramientas propuestas, y en el caso de aquellos equipos que siguieron el método tradicional de confeccionar un informe escrito final.

2. Materiales y métodos

El presente estudio tiene como propósito determinar el impacto que tiene la utilización de una nueva metodología dentro del dictado de la asignatura, en lo referido a la resolución de trabajos de diseño de ingeniería, desarrollados por los alumnos.

Los objetivos específicos son:

- Definir la forma de implementación de esta herramienta en el entorno de dictado de la asignatura.
- Evaluar el impacto de la utilización de esta técnica en cuanto al resultado final logrado por los alumnos en sus informes finales de resolución de un problema de diseño.

La población en estudio está constituida por los alumnos de las carreras de Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Electromecánica e Ingeniería Electrónica, que cursan el primer año de las respectivas carreras. Específicamente este estudio se lleva a cabo en el transcurso del dictado de la asignatura Introducción a la Ingeniería, del primer año, primer cuatrimestre de cursado.

En el transcurso del cursado de dicha asignatura, los alumnos deben desarrollar un trabajo integrador, que consiste en la resolución de un problema de diseño. Se utiliza un procedimiento estándar basado en los pasos teóricos del proceso de diseño desarrollados en la cátedra.[3]

En base a este procedimiento, trabajando en equipos de 2 a 4 alumnos, se lleva a cabo un trabajo de resolución de problema, determinando la solución más adecuada a los criterios y restricciones del problema planteado.

Como presentación final, los alumnos elaboran un informe escrito por grupo de trabajo, que debe detallar tanto los pasos del proceso, como la solución elegida. Esta ha sido la metodología implementada hasta el año 2016 en la cátedra.

Como nueva metodología en el año 2017, se presenta la propuesta de que a diferencia de realizar un informe por escrito únicamente, se solicitó a los alumnos que su presentación final del trabajo de diseño incluyera un video de duración máxima estipulada, con uso de herramientas de edición y gráficas, que resumiera de forma completa la solución de diseño desarrollada

Para llevarlo a cabo se realizó un taller explicativo para los alumnos de la asignatura en estudio, sobre la metodología utilizada en el certamen Rally Latinoamericano de Innovación, en el cual ha participado FICA en años anteriores. En el mismo se trabajó con ejemplos de proyectos presentados en certamen de Rally de Innovación, y se explicó as herramientas a utilizar para la exposición de los proyectos.

Además se dividieron los grupos de trabajo asignándoles a cada uno un profesor guía, quien trabajó durante todo el cuatrimestre con un número determinado de equipos, en seguimiento y correcciones de sus avances.

Para poder determinar la influencia del uso de estas herramientas, se definieron dos grupos de trabajo dentro de los alumnos participantes del estudio:

□ Alumnos de año de cursado 2017 que participaron del taller y utilizaron la herramienta propuesta.

□ Alumnos de año de cursado 2016 que no participaron del taller y presentaron su informe de forma convencional.

Para evaluar el resultado final de los trabajos presentados por ambos grupos, se completó la grilla con los criterios de evaluación diseñada, acorde a la asignatura.

Se establecen en la tabla 1. Los criterios de evaluación para ambos grupos. La característica de la misma es similar a la utilizada en el Certamen Rally de Innovación.

Tabla 1. Criterios de Evolución Vs Índice alfabético.

Criterio de evaluación	Descripción
A	Originalidad de la solución propuesta
B	Viabilidad Técnica de la Propuesta
C	Contenidos mínimos del informe realizado
D	Calidad de la presentación
E	Impacto de la propuesta en la sociedad
F	Puntaje total obtenido

A cada criterio se le dio un valor total de 20 puntos, de manera que el total de puntos asignados suma 100.

3. Resultados y Discusión

Se presenta en la tabla 2, los títulos de los trabajos realizado por los alumnos del año 2016.

Tabla 2. Temas desarrollado por los alumnos 2016

Año del informe: 2016	
	Tema desarrollado
1	Mejora del uso de la red WiFi del Bo J Sur.
2	Falta de identificación de los siniestros viales
3	Control de la proliferación de insectos en la Ciudad
4	Cargador para dispositivos móviles con energía alternativa
5	Diseño de pupitres ergonómicos para alumnos de la facultad
6	Problemas en recorridos de colectivos de transporte al Campus
7	Pérdida de pasajeros por problemas de las frecuencias de los colectivos de transporte al Campus
8	Llegadas tarde a la Facultad por problemas de transporte

9	Desprotección de automóviles frente al impacto de las condiciones climáticas adversas
10	Reducción de la cantidad de accidentes automovilístico causados por alcoholemia
11	Problemas en el transporte público al Campus
12	Problemas en el transporte de personal al trabajo desde Justo Daract a San Luis, por roturas de neumáticos
13	Reducción del consume energético en establecimiento educativo

A continuación se presentan en la tabla 3, los trabajos realizado por los alumnos del año 2017.

Tabla 3. Temas desarrollado por los alumnos 2017

Año del informe: 2017	
	Tema desarrollado
1	Uso excesivo de agua y energía eléctrica para riego en los estadios de fútbol
2	Transporte público al Campus
3	Rutas de acceso a Villa Mercedes
4	Disminución de las colisiones entre automóviles
5	Alcoholemia cero
6	Comedor universitario
7	Digitalización de material de biblioteca universitaria
8	Disminución de los accidentes de auto por uso de celular
9	Cortes de energía eléctrica en barrios de la Ciudad
10	Iluminación en el Barrio Km 4
11	Cargador portátil de celular
12	Altos costos de transporte y logística entre Bs.As. Y Mendoza
13	Reducción de paradas de máquina por acumulación de polvo metálico

Cada uno de estos trabajos es sometido a la evaluación tabulada, la tabla 4 representa el índice de los trabajos del año 2016 vs los criterios discriminados alfabéticamente.

De la misma manera se presenta ordenada el índice los trabajo vs los criterios de evaluación en la tabla 5.

Para determinar el puntaje total por proyecto, como así también se obtiene los valores promedios por cada criterio aplicado.

Tabla 4. Evaluación de los Trabajo Vs Criterios 2016}

Informe del año 2016						
tema	A	B	C	D	E	Total

1	10	15	10	10	15	60
2	15	15	20	10	15	75
3	15	15	15	10	15	70
4	15	15	15	10	15	70
5	15	15	10	10	10	60
6	15	15	10	10	15	65
7	10	15	10	5	10	50
8	10	10	10	10	15	55
9	15	15	10	10	10	60
10	10	15	10	10	15	60
11	10	15	10	10	15	60
12	15	15	15	10	15	70
13	10	15	15	10	10	60
prom	12.69	14.62	12.31	9.62	13.46	
Promedio General						62.69

Tabla 5. Evaluación de los Trabajo Vs Criterios 2017

Informe del año 2017						
tema	A	B	C	D	E	Total
1	20	20	16	20	20	96
2	18	20	18	20	17	93
3	20	20	20	20	20	100
4	20	17	16	20	20	93
5	17	20	12	20	20	92
6	20	20	11	20	20	91
7	20	20	20	15	20	95
8	20	20	13	20	20	93
9	19	18	18	17	18	90
10	20	20	20	20	20	100
11	20	20	10	20	20	90
12	20	20	20	20	12	92
13	15	20	20	20	20	95
prom	19.38	19.62	16.56	19.38	19	
Promedio General						93.85

A modo de resumen se presentan a continuación los valores totales obtenido por los respectivamente, correspondientes a los informes de Diseño realizados por alumnos el año 2016, versus un grupo de informes seleccionados al azar de trabajos realizados en el año 2017, utilizando la metodología propuesta. En las tablas 6 y 7.

Tabla 6. Puntuación de Proyectos de Diseño año 2016

Año del informe: 2016		
Puntuación del informe:		
Número	Tema desarrollado	Puntaje total
1	Mejora del uso de la red WiFi del Barrio Jardín del Sur	60
2	Falta de identificación de los siniestros viales	75
3	Control de la proliferación de insectos en la Ciudad	70
4	Cargador para dispositivos móviles con energía alternativa	70
5	Diseño de pupitres ergonómicos para alumnos de la facultad	60
6	Problemas en recorridos de colectivos de transporte al Campus	65
7	Pérdida de pasajeros por problemas de las frecuencias de los colectivos de transporte al Campus	50
8	Llegadas tarde a la Facultad por problemas de transporte	55
9	Desprotección de automóviles frente al impacto de las condiciones climáticas adversas	60
10	Reducción de la cantidad de accidentes automovilístico causados por alcoholemia	60
11	Problemas en el transporte público al Campus	60
12	Problemas en el transporte de personal al trabajo desde Justo Daract a San Luis, por roturas de neumáticos	70
13	Reducción del consume energético en establecimiento educativo	60
Promedio por categoría:		
Promedio General:		62,69

Tabla 7. Puntuación de Proyectos de Diseño año 2017

Año del informe: 2017		
Puntuación del informe:		
Número	Tema desarrollado	Puntaje total
1	Uso excesivo de agua y energía eléctrica para riego en los estadios de fútbol	96
2	Transporte público al Campus	93
3	Rutas de acceso a Villa Mercedes	100
4	Disminución de las colisiones entre automóviles	93
5	Alcoholemia cero	92
6	Comedor universitario	91
7	Digitalización de material de biblioteca universitaria	95
8	Disminución de los accidentes de auto por uso de celular	93
9	Cortes de energía eléctrica en barrios de la Ciudad	90
10	Iluminación en el Barrio Km 4	100
11	Cargador portátil de celular	90
12	Altos costos de transporte y logística entre Bs.As. Y Mendoza	92
13	Reducción de paradas de máquina por acumulación de polvo metálico	95
Promedio por categoría:		
Promedio General:		93,85

En promedio la puntuación de los trabajos finales de Diseño de año 2017 fue un 49,7% superior a la de los realizados en el año 2016.

La puntuación de los trabajos la realizó el mismo equipo docente para ambos períodos.

4. Conclusiones

La aplicación de una metodología tipo Rally de Innovación para la presentación y evaluación de cada proyecto grupal permitió una mejora sustancial en la calidad de los trabajos sobre Diseño realizados por los alumnos. De esta manera, los equipos además de un informe completo impreso, desarrollaron las presentaciones utilizando videos cortos como complemento de sus exposiciones orales.

La evaluación la realizó el cuerpo docente utilizando una grilla equitativa para los grupos de trabajo, puntuando todos los aspectos relevantes de cada proyecto.

El resultado de este trabajo, con un seguimiento continuo por parte de los docentes a todos los equipos de trabajo dio como resultado la generación de proyectos de excelente nivel, los cuales podrían ser presentados en una competencia de nivel local, nacional o internacional.

Con esta metodología se avanzó en el desarrollo por parte de los alumnos de habilidades de trabajo en equipo, de comunicación oral y escrita, del uso de herramientas gráficas y audio visuales, y fundamentalmente se trabajó en desarrollar una mentalidad creadora, innovadora y de desafío hacia la búsqueda de soluciones creativas a los problemas planteados.

Nuevas competencias

5. Referencias

Dussel, Inés y Luis Alberto Quevedo (2010). *VI Foro Latinoamericano de Educación; Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital*. 1ra ed. - Buenos Aires : Santillana, .80 p. ISBN 978-950-46-2252-9

Dussel I. y Quevedo L. (2010) *Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital*. Buenos Aires: Santillana. <http://www.ugr.es/local/recfpro/rev192REC2.pdf>

Universidad Nacional de San Luis (FICA). Programa de la Asignatura “Introducción a la Ingeniería (2016). http://cargaprogramas.unsl.edu.ar/fmn-programas/public_view.php?p=24262

Bases para la competencia del Rally Latinoamericano de Innovación 2017. <http://www.rallydeinnovacion.org/wp-content/uploads/2017/08/BASES-RALLY-LATINOAMERICANO-2017-Vfinal-1.pdf>

03TCE. Trayectos Curriculares de capacitación. Una experiencia de articulación entre la Facultad de Ingeniería de la UNR, la Educación Media Provincial y una empresa siderúrgica de la región

Curricular training courses. An articulation experience between the Faculty of Engineering of the UNR, the Provincial Middle Education and a steel company of the region

Virginia Scotta¹, Marcela Boggio², Ximena Valente Hervier³.

1. FCEIA, Av. Pellegrini 250, Rosario, virscotta@gmail.com,
2. FCEIA, Av. Pellegrini 250, Rosario, dramarcelaboggio@hotmail.com,
3. FCEIA, Av. Pellegrini 250, Rosario, ximerval@gmail.com

Resumen

Trayectos Curriculares de capacitación. Una experiencia de articulación entre la Facultad de Ingeniería de la UNR, la Educación Media Provincial y una empresa siderúrgica de la región, relata la experiencia de vinculación entre la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la UNR con una empresa siderúrgica del área de influencia del gran Rosario y una escuela técnica de enseñanza media, situada en la misma ciudad donde se localiza la empresa. La iniciativa está centrada en brindar capacitación extracurricular a los alumnos de 5° y 6° año de la Escuela Pública de Educación Secundaria, Modalidad Técnico Profesional, Equipo e Instalaciones Electromecánicas, N° 459 "Inspector Modesto Ceratto", de la ciudad de Pérez. Tiene por finalidad organizar e implementar cursos destinados a profundizar y o complementar la oferta de capacitación en general y técnica en particular.

Se intenta así favorecer la articulación empresa - academia desde un diálogo que posibilite el desarrollo empresarial y la innovación, pero también de asumir la educación en general como proceso de transformación social, y a la universidad como motor del desarrollo socio económico de la región.

Palabras clave: capacitación, vinculación, desarrollo, capacidades

Abstract

Curricular training courses. An articulation experience between the Faculty of Engineering of the UNR, the Provincial Media Education and a steel company of the region, relates the experience of link between the Faculty of Exact Sciences, Engineering and Surveying of the UNR with a steel company of the area of influence of the great Rosario and a middle school technical school, located in the same city where the company is located. The initiative is focused on providing extracurricular training to students in grades 5 and 6 of the Public School of Secondary Education, Professional Technical Modality, Equipment and Electromechanical Installations, No. 459 "Inspector Modesto Ceratto", from the city of Pérez. Its purpose is to organize and implement courses designed to deepen and complement the training offer in general and technical in particular.

The aim is to favor the articulation between the company and the academy from a dialogue that enables entrepreneurial development and innovation, but also to assume education in general as a process of social transformation, and to the university as an engine of socio-economic development in the region.

Keywords: training, linking, development, capabilities

1. Introducción

La educación, entendida como proceso de transformación social, se postula como factor de primera línea en la búsqueda de modelos pedagógicos alternativos dirigidos a promover nuevas maneras de pensar y de interpretar la realidad a fin de producir cambios de actitudes y de comportamientos en la población, que permitan la emergencia de una nueva forma de relacionarnos con el contexto del cual formamos parte.

La enseñanza universitaria debe integrar, en sus objetivos, las necesidades individuales y las de la sociedad. Es por ello que los planes de estudio y demás actividades deben incluir, una respuesta al impulso del desarrollo local, a la transferencia de tecnología, a la formación de sujetos de desarrollo.

En este sentido, la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la UNR en su propósito de capacitación, extensión y vinculación tecnológica ha suscrito numerosos convenios de colaboración con diversas organizaciones públicas, privadas, gubernamentales y empresarias.

El desarrollo local, es el proceso de generación de capacidades a nivel comunitario y municipal que promueve el crecimiento económico, social y político de las personas y las comunidades, en forma auto sostenida, creciente y equitativa, en el que los gobiernos municipales juegan el papel de facilitadores y sus comunidades, ejercen función protagónica (*Boisier, S. 2005*).

El gran Rosario se caracteriza por la importante localización de industrias vinculadas al sector metal mecánico. Estas requieren de personal capacitado en atender las necesidades relativas a sus procesos productivos.

En este marco, y a fin de favorecer la articulación empresa - academia desde un diálogo que posibilite el desarrollo empresario y la innovación, en pos del logro de un entorno regional competitivo, se suscribió en el año 2014 un convenio con la empresa siderúrgica Gerdau, situada en la localidad de Pérez, próxima a Rosario.

Gerdau, se dedica a la producción y comercialización de productos de aceros, destinados a la construcción civil e industrias metalmeccánica y automotriz. En octubre de este año, finalizó la construcción de una nueva planta productiva con capacidad para producir anualmente 650.000 toneladas de acero, constituyéndose en una de las instalaciones más modernas en su tipo. Para la empresa, el fortalecimiento de la sociedad es fundamental para el crecimiento y desarrollo sostenible de las regiones en las que actúa. Es por

ello que firmó acuerdos orientados al desarrollo de actividades de cooperación institucional y de asistencia técnica con el Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe y con la FCEIA/ UNR.

Los acuerdos promovidos por la empresa prevén el desarrollo de programas de estudios conjuntos e intercambios en el campo de la docencia, formación de estudiantes y actividades de investigación.

La iniciativa está centrada en brindar capacitación extracurricular a los alumnos de 5° y 6° año de la Escuela Pública de Educación Secundaria, Modalidad Técnico Profesional, Equipo e Instalaciones Electromecánicas, N° 459 “Inspector Modesto Ceratto”, de la ciudad de Pérez. Tiene por finalidad organizar e implementar cursos destinados a profundizar y o complementar la oferta de capacitación en general y técnica en particular.

Se intenta favorecer la construcción y deconstrucción de un proceso dialéctico en una interacción teoría – praxis capaz de articular a la educación superior con la educación media. Pero también dotar a esos alumnos (muchos de ellos en situación de vulnerabilidad) de herramientas complementarias y/o alternativas a las brindadas por la escuela media, enseñando, como lo expresara Edgar Morin, la condición humana.

Se busca contribuir al desarrollo organizacional, productivo, tecnológico, educativo, cultural y social en el área de influencia. En definitiva, el desarrollo implica revalorizar el capital humano y el capital social como factores claves, poniendo énfasis en la articulación del crecimiento económico junto a la mejora en la calidad de vida de la sociedad.

2. Materiales y métodos

El desarrollo de un curso de capacitación destinado a la comunidad educativa de la escuela de enseñanza media de la localidad de Pérez, se concibe a partir de la necesidad de reorientar la conceptualización, los enfoques y las metodologías de trabajo. Se considera que las personas asumen los distintos objetos de conocimiento siguiendo las etapas de percepción global, análisis y síntesis. Así, los contenidos se abordan metodológicamente desde la inter-relación teoría y práctica.

Si bien es cierto que el aprendizaje es individual, las actividades propuestas se enmarcan en una construcción grupal del conocimiento donde el rol desempeñado por el docente, es el de coordinar y acompañar el proceso educativo. Las teorías sistémicas, el pensamiento de Edgard Morin, permiten abordar el conocimiento como un proceso a la vez, biológico, cerebral, espiritual, lógico, lingüístico, cultural, social e histórico y posibilitan interpretar e intervenir en el objeto de análisis desde

la perspectiva complejidad / transdisciplinariedad (Morin E, 1999)

La estrategia metodológica más adecuada para este proceso de enseñanza aprendizaje, es particularizar el problema –focalizado en el eje escuela-comunidad- y considerar la generalización al interior del caso a fin de mejorar la comprensión de la situación planteada desde la perspectiva de los actores sociales.

Los problemas educativos y sociales en general, pueden y deben ser abordados, desde un punto de vista cualitativo y cuantitativo. El primero, se utiliza para posibilitar que ciertos contenidos -presentes de manera insuficiente desde la medición cuantitativa- admitan un análisis que lleve a descubrir problemas sociales, y de formación.

De allí que el grupo de discusión se constituye en una práctica constante, donde los docentes e integrantes de las organizaciones intervinientes aportan reflexión crítica desde su abordaje profesional, disciplinar y o teórico.

La didáctica, se propone mediante la organización de clases participativas para contribuir al desarrollo de saberes conceptuales, procedimentales y actitudinales vinculados a los contenidos impartidos. Se establecen 4 etapas. Cada una contempla instancias de motivación, definición de qué aprender y cómo aprender, en una dialéctica permanente de teoría y praxis. Se propone la creación de un ecosistema conformado por el “equipo organizador de la capacitación y un alumno protagonista y constructor de su propio proceso de aprendizaje.

Este, incluye el soporte organizativo y de gestión conformado por las instituciones participantes. La propuesta de trabajo, se basa en la metodología de enseñanza aprendizaje, donde el alumno podrá aprender a aprender, de forma autosuficiente, haciendo y errando, definiendo visiones, buscando de forma pro activa. Se considera a la información como medio para llegar a un conocimiento descubierto, autogestionado y a una actitud reflexiva, crítica y creadora.

En este tipo de metodología, la transmisión y creación de conocimientos está caracterizada por un activo e intenso trabajo de los participantes con el propósito de contribuir a los saberes actitudinales. El diseño de tareas y situaciones ligadas a la vida y a sus intereses, fomenta sus iniciativas y los habilita para expresarse e implicarse de forma directa. Es por ello que no es posible diferenciar clases teóricas de clases prácticas, se desarrollan clases teórico-prácticas.

Se propone, en definitiva, la creación y desarrollo de un proceso de enseñanza aprendizaje

caracterizado por una dinámica holística y transdisciplinaria que incluye el soporte conformado por la interacción, desde lógicas disímiles y hasta contradictorias, de las instituciones participantes.

3. Resultados y Discusión

A partir de 2015, el programa es desarrollado por docentes de la Facultad de Ingeniería de la UNR. El mismo tiene como característica, que a aquellos alumnos que cumplieren los requisitos del plan de estudios, niveles 1 y 2 ofrecidos a los alumnos de 5° y 6° año respectivamente, se les entregará la certificación en Trayecto Curricular Sistemático de Pregrado en “Automatización y seguridad en equipos electromecánicos”, otorgada por la Escuela de Posgrado y Educación Continua (EPEC) dependiente de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la UNR.

Los Trayectos Curriculares Sistemáticos (T.C.S.), son una figura propia de la EPEC. Se definen como “conjuntos interrelacionados de actividades curriculares en torno a un eje temático que corresponde a intereses de la práctica profesional y/o fundamentación teórica, que tienen como finalidad la actualización, la capacitación y el perfeccionamiento.

Propenden a una visión multidisciplinaria de las necesidades de formación, generando una nueva oferta de capacitación, acotada a intereses específicos que permitan al alumno articular conocimientos y prácticas.

Los Trayectos Curriculares Sistemáticos (T.C.S.) se componen de:

- Al menos tres (3) actividades curriculares articuladas, entre otras: cursos, seminarios, talleres, laboratorios, trabajos de campo, prácticas.
- Ninguna actividad podrá ser menor a treinta (8) horas reloj.
- Estableciéndose en un mínimo de ciento veinte (120) horas reloj la sumatoria de la carga horaria total.

La modalidad de dictado puede ser también, semipresencial o a distancia, con la inclusión de módulos de aprendizaje que se basan en la utilización de distintas metodologías, recursos tecnológicos y materiales didácticos (exposiciones virtuales, videoconferencias, materiales impresos, materiales audiovisuales, foros virtuales de discusión etc.)”

Se otorga como reconocimiento de estudios por el cursado y aprobación de un Trayecto Curricular Sistemático (T.C.S.) y para el caso particular que se describe en esta ocasión, la figura de: " “Certificado

en Automatización y Seguridad en Equipos Electromecánicos I y II”.

El nivel 1 destinado a los alumnos de 5to año, con una carga de 100 horas contempla los módulos de Electricidad, Automatismo, Neumática e Hidráulica, Higiene y Seguridad y Medio Ambiente.

El nivel 2, cursado por los alumnos de 6to año con una carga de 100 horas profundiza los módulos desarrollados en el primer nivel e incorpora el módulo Sistemas de Gestión de la Producción.

La Evaluación responde a un proceso que permite valorar la adquisición de los conocimientos y los logros de habilidades y destrezas por parte de los cursantes en cada una de las actividades académicas que componen la currícula.

Asimismo, para poder brindar un servicio integral a la comunidad educativa, Gerdau decidió apoyar y promover este tipo de prácticas, que tiene como propósito que los estudiantes consoliden, integren y/o amplíen las capacidades y saberes que se corresponden con el perfil profesional en el que se están formando. Este marco teórico- práctico se consolidó a través de un Acuerdo Marco de cooperación firmado junto al Ministerio de Educación de la provincia de Santa Fe.

En este sentido, los alumnos de 6to año que realizan y aprueban los programas de capacitación Niveles 1 y 2 desarrollan además 100 horas de prácticas Profesionalizantes en la Planta industrial de Gerdau acompañados por voluntarios de la empresa.

El Ministerio de Educación de Santa Fe, considera que estas actividades formativas posibilitan:

“•Generar instancias de encuentro y retroalimentación mutua entre organismos del sector productivo y las unidades educativas, que permitan fortalecer los procesos formativos de los alumnos de la Educación Técnico Profesional.

•Favorecer en los alumnos Practicantes la profundización y recreación de capacidades, conocimientos, habilidades y destrezas vinculados con el trabajo y la producción adquiridos en su proceso formativo, así como la adquisición de nuevas capacidades, en un contexto de trabajo concreto.

•Propiciar la familiarización de los alumnos con el ambiente laboral en sectores o áreas afines con los estudios que están realizando, tomando contacto con la operatoria, actividades y forma de organización del trabajo del sector en una organización específica.

•Promover la integración de los alumnos en grupos humanos y en situaciones de trabajo que les permitan desarrollar y afianzar la capacidad de

trabajo en equipo, la responsabilidad y el cumplimiento de normas.

•Establecer puentes que faciliten la transición desde la escuela al mundo del trabajo y a los estudios superiores a través de las vivencias y aprendizajes adquiridos en el involucramiento directo en un ámbito laboral específico. “

Resultados obtenidos

-Desde el año 2015 aproximadamente 30 alumnos, (los que cumplieron los exámenes de evaluación de todos los módulos impartidos), obtuvieron el “Certificado en Automatización y seguridad en equipos electromecánicos I y II”, diplomas emitidos por la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la UNR y complementario al obtenido por finalizar los estudios correspondientes al nivel medio, otorgado por el Ministerio de Educación de la provincia.

-10 alumnos ingresaron como personal operativo a la empresa Gerdau.

-Aproximadamente 100 alumnos lograron actualizar y profundizar sus conocimientos técnicos relativos a los cursos complementarios ofrecidos.

-Se logró también capacitar a los alumnos en la temática medioambiental, para sensibilizarlos respecto de esta problemática que requiere, para su abordaje e implementación, cambios culturales muy profundos para así también lograr modificar los paradigmas predominantes.

-Ampliación de la escuela: Gerdau acordó con el Ministerio de Educación la construcción de siete aulas destinadas a espacios formativos, una sala de docentes y una a fin de mejorar las condiciones edilicias de la escuela EETP N° 459, única institución de formación técnica de la ciudad.

- Aproximadamente 100 alumnos de la Escuela Media, asistieron a los cursos dictados por docentes de la Facultad de Ingeniería, algunos en la sede de dicha Facultad, compartiendo espacio físico con alumnos universitarios y prácticas realizadas en dicho ámbito.

-Alrededor de 50 alumnos recibieron sus certificados en un acto realizado en la Facultad junto a sus familias y demás integrantes de la comunidad educativa.

-Se logró una experiencia novedosa de vinculación y articulación de distintos sectores de la sociedad: la empresa, la escuela de educación técnica, el ministerio de Educación y la Facultad.

-Se logró una suerte de desmitificación de la Universidad, para un sector social caracterizado por

su vulnerabilidad y para muchos de los cuales “ingresar a la Facultad de Ingeniería parece un sueño imposible”.

Y fundamentalmente se logró articular los distintos marcos teóricos y concepciones pedagógicas de las instituciones intervinientes.

Los objetivos esgrimidos en el convenio suscrito entre la empresa siderúrgica y el Ministerio de Educación de la Provincia, denotan la adhesión a un modelo curricular por competencias, cuyo propósito y sentido no deja de suscitar numerosos cuestionamientos.

“La consabida crítica generada en diferentes contextos académicos centra sus argumentos en que este modelo surge para satisfacer las necesidades educativas de sectores empresariales, así como la formación de profesionales exclusivamente en atención a las exigencias del sistema económico...” (Gimeno Sacristán, J. [Comp.] 2010)

De cualquier modo y aunque este sea el interés de la empresa y el marco pedagógico del Ministerio, como institución de educación superior hemos logrado trascender esta concepción de la formación concibiendo y ejerciendo este proceso de “enseñanzas y aprendizajes” desde una mirada que excede el enseñar a hacer para contribuir a desarrollar en los alumnos de la escuela media, un sentido crítico y flexible a fin de prepararse para el futuro de acuerdo a lo sugerido por E Morin cuando propone fomentar siete saberes necesarios para la educación del futuro, que son:

1. Enfrentar las cegueras del conocimiento: el error y la ilusión
2. Alimentar los principios de un conocimiento pertinente
3. Enseñar la condición humana
4. Enseñar la identidad terrenal
5. Enfrentar las incertidumbres
6. Enseñar la comprensión
7. Cultivar la ética del género humano

Sin embargo, independiente del modelo que se adopte en la comprensión y ejercicio del proceso formativo, el desarrollo curricular y la configuración de la práctica pedagógica, las necesidades vinculadas al cambio y mejora de la calidad de la educación, siempre serán objetivos a alcanzar y por ende estarán presentes en la construcción de nuevas propuestas formativas.

4. Conclusiones

En el marco de una política de docencia, vinculación e investigación, las acciones de la FCEIA y de su

Escuela de Posgrado y Educación Continua, tienen como propósito favorecer, desde una visión sistémica, la articulación empresa-academia-sociedad.

A modo de círculo virtuoso, se potencian su capacidad de transferencia y por tanto de posibilitar y promover la articulación de distintos niveles de educación, distintas disciplinas y distintos sectores.

La experiencia con la Escuela Técnica de Pérez no fue una tarea simple. Se precisó articular y compatibilizar las lógicas de múltiples actores, así como de aquellas instituciones que atraviesan a las distintas organizaciones intervinientes. La escuela media con sus prácticas y sus docentes, enmarcados en distintas corrientes pedagógicas. La empresa, con sus objetivos y criterios para la evaluación de resultados. El Ministerio de Educación con sus tiempos y requisitos burocráticos. La Escuela de Posgrado con sus pautas de gestión acompañando la flexibilidad requerida por la educación continua y las regulaciones académicas y administrativas propias de la educación superior. Los docentes de la Facultad, con prácticas y lógicas propias del nivel superior. Y por supuesto, los alumnos protagonistas de la capacitación, atravesados por las características de la adolescencia y por obstáculos socio-económicos del entorno familiar y escolar en los que están insertos y con los que interactúan.

Sin embargo, el compromiso asumido por todos ellos permitió alcanzar los resultados antes mencionados. Todo lo cual, da cuenta de la trascendencia de las actividades generadas respecto de las necesidades (actuales y potenciales) empresariales, académicas y sociales.

Sin dudas, la necesaria vinculación Universidad / Empresa/ Sociedad, trasciende los meros voluntarismos. Una mirada reflexiva y crítica de esta experiencia de capacitación, nos lleva a pensar que estas acciones no deben ser aisladas...Es perentorio promover y viabilizar políticas y recursos financieros que posibiliten este tipo de interacciones de un modo permanente y no esporádico o sujetas a la disponibilidad actitudinal y temporal de los actores intervinientes.

Se requiere pensar en construir herramientas que posibiliten un encuentro permanente entre la Universidad y los distintos sectores sociales. Se trata de desarrollar e implantar el camino del diálogo y la interacción intra e inter sectorial tendiente a generar un clima de confianza interinstitucional. De allí la necesidad de provocar una transformación cultural tanto al interior de la Universidad como de las empresas y demás organizaciones intermedias. Éste es el basamento de los entornos de aprendizaje, pero también del desarrollo organizacional y regional y así, de la sociedad toda.

5. Referencias

Boisier, Sergio (2005), “¿Hay espacio para el Desarrollo local en la globalización?”, en Revista de la CEPAL, núm. 86, Santiago de Chile.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2010). *Clusters y políticas de articulación productiva en América Latina*. Santiago de Chile. Consulta [06/04/2015] <http://www.cepal.org/es/publicaciones/3784-clusters-y-politicas-de-articulacion-productiva-en-america-latina>

Jimeno Sacristán, J. [Comp.] (2010): *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* Madrid: Morata, en Revista de la Escuela de Educación, p.197.

Mendez Delgado, E. (2006) *Globalización y Desarrollo*; Edición electrónica [Consulta 06/04/2015] <http://www.eumed.net/libros-gratis/2006b/emd/>

Ministerio de Planificación, (2016) *Inversión Pública y Servicios. Plan Estratégico de Ordenamiento Territorial – Argentina*. <http://cdi.mecon.gov.ar/bases/docelec/fd1261.pdf>

OEI, (2012). *Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social. Programa iberoamericano en la década de los bicentenarios*. [Consulta 06/04/2015] <http://www.oei.es/documentociencia.pdf>

Páez, H.G.; Arana, Aracelis, Arreaza, Evelyn Vizcaya, Willdea (2010), *Educación para la ciudadanía. Educación para el Desarrollo Sostenible. Una Propuesta de Formación de Capital Social en Venezuela*, Bs. As.

Porter, M. E. (2009). *Ser competitivo*. Barcelona, Deusto.

Sábato, J. (1975). *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia – tecnología – desarrollo- dependencia*, Buenos Aires. Paidós.

Urbano Pulido, D, Díaz Casero, J. C & Hernández Mogollón, R. (2008). *La Teoría Económica Institucional: el enfoque de North en el ámbito de la Creación de Empresas. Decisiones Organizativas*. dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2499446.pdf

04TCE. El video educativo como soporte de la enseñanza de la Matemática

The educational video as support of the teaching of Mathematics

Amilcar Pedro Orazzi.

1. Universidad nacional de La Plata. Avda. 7 n°877. Mail de contacto: estructurarte2112@hotmail.com

Resumen

La alta cantidad de inscriptos que posee la Cátedra de Matemática, ha generado los siguientes inconvenientes: Clases muy masivas, la necesidad de reiterar temas por falta de comprensión debido de la masividad del alumnado, elevado aumento de las clases de consultas, aumento en la cantidad de integrantes de los grupos de trabajo, aumento en la cantidad de grupos de trabajo y disminución en el seguimiento personalizado del alumno por parte del docente.

Por lo cual la Cátedra ha tomado la iniciativa de incorporar distintos tipos de videos educativos como soporte de las clases teóricas y prácticas para fortalecer el aprendizaje y el desarrollo de capacidades en los alumnos.

En esta ponencia se desarrollarán las líneas de trabajo, que incluyen la utilización de videos educativos, tutoriales, documentales, de obra, entrevistas y tutoriales para softwares, para los distintos temas tratados durante la cursada.

Estos videos son de fácil acceso (Plataforma Educativa de la Universidad Nacional de La Plata, página web de la cátedra, youtube, cd o pendrive).

Los Objetivos planteados por la Cátedra son promover el aprendizaje del alumnado a través de medios alternativos que sirvan de soporte para una mejor comprensión de los contenidos y optimicen del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: video educativo, enseñanza, matemática.

Abstract

The high number of enrolled students in the Mathematics Chair has generated the following disadvantages: Very massive classes, the need to reiterate issues due to lack of understanding due to the massive number of students, a high increase in the kinds of consultations, an increase in the number of members of the working groups, an increase in the number of working groups and decrease in the personalized monitoring of the student by the teacher.

Therefore, the Chair has taken the initiative to incorporate different types of educational videos as a support of the theoretical and practical classes to strengthen the learning and the development of capacities in the students.

In this paper the lines of work will be developed, including the use of educational videos, tutorials, documentaries, works, interviews and tutorials for software, for the different topics covered during the course.

These videos are easily accessible (Educational Platform of the National University of La Plata, website of the chair, youtube, cd or pendrive).

The objectives set by the Chair are to promote students' learning through alternative means that serve as support for a better understanding of the contents and optimize the teaching-learning process.

Keywords: educational video, teaching, math.

1 Introducción.

Las materias técnicas como ser las matemáticas son organizaciones dinámicas, ya que los procedimientos generan nuevos problemas y apelan a nuevos resultados que a su vez conllevan abordar y plantear nuevas estrategias, en este caso particular la utilización de nuevas herramientas bajo la utilización de recursos tecnológicos.

La propuesta tiene en cuenta que el aprendizaje trascienda los tiempos áulicos, adecuando estos, a los tiempos que el alumno necesite y disponga.

Para elaborar cualquier propuesta didáctica en matemática debe reconocerse que: Aprender es un proceso continuo. Se aprende a partir de conocimientos y de esquemas de percepción, de acciones anteriores, de dudas y aún de errores.

El conocimiento se adquiere a través de diversos procesos intelectuales vinculados a acciones y que producen resonancia afectiva.

El conocimiento que se posee nunca es completo ni acabado. Desde una perspectiva constructivista se apunta a un proceso de aprendizaje apoyado en la acción del alumno a quien se estimula a reorganizar y ampliar sus conocimientos previos.

Ausubel afirma que el aprendizaje debe ser significativo, lo que implica la existencia de una estructura cognitiva que le permite al que aprende relacionarse de una manera sensible con una idea.

Esta significatividad se da de dos maneras distintas: respecto a la coherencia con los contenidos en íntima relación con la disciplina estudiada y respecto del desarrollo de las jerarquías de conocimiento del alumno.

El propósito de esta obra es que el docente desarrolle una labor de enseñanza que brinde al alumno la posibilidad de descubrir para lograr una comprensión relacionada, proponiendo situaciones que se transformen en problemas por resolver, entendiéndose por problema: “toda situación con un objetivo por lograr, que requiera del sujeto una serie de acciones u operaciones para obtener una solución de la que no se dispone en forma inmediata, obligándolo a engendrar nuevos conocimientos, modificando los que hasta ese momento poseían....” (Brousseau)

2 La didáctica.

Se debe distinguir desde un principio que existen diferencias entre los siguientes aspectos: la matemática en sí misma, las prácticas sociales de enseñar y aprender matemática, la didáctica de la matemática y la matemática a nivel Universitario.

Todos estos aspectos, aunque guarden entre sí estrechas relaciones, no forman parte de los mismos cuerpos del conocimiento. Para Godino y Batanero

(1.996, pág. 18): “La Didáctica de las Matemáticas estudia los procesos de enseñanza / aprendizaje de los saberes matemáticos- en los aspectos teóricos- conceptuales y de resolución de problemas- tratando de caracterizar los factores que condicionan dichos procesos.

Se interesa por determinar el significado que los alumnos atribuyen a los términos y símbolos matemáticos, a los conceptos y proposiciones, así como la construcción de estos significados como consecuencia de la instrucción”.

3 Objetivo.

El objetivo es tener una mayor gestión sobre las regularidades funcionales de las situaciones de enseñanza y dotar a la enseñanza y el aprendizaje de nuevos enfoques y formas con la utilización de elementos que nos brindan las nuevas tecnologías, se deben entender que el aprendizaje de la matemática tiene su propia psicología, como así también los alumnos que hoy trascurren los primeros años de una carrera universitaria teniendo una psicología propia con respecto a la utilización de elementos o recursos informáticos, cabe citar que ellos son nativos informativos.

Es el alumno quien construye el conocimiento a partir de las herramientas y pautas, dadas por el profesor. Toda situación didáctica comprende la intervención del profesor sobre la dupla alumno-medio con el objeto de hacer funcionar las situaciones didácticas y los aprendizajes que ellas provocan. Esta intervención recibe el nombre de devolución de una situación fundamental.

El objetivo de la Cátedra, es que los estudiantes desarrollen competencias, para evaluarla críticamente y para discutirla desde el punto de vista científico y metodológico. Durante el transcurso de la planeación y el desarrollo de la propuesta didáctica de utilización de material digital, no deben descuidarse los objetivos y competencias, para retroalimentar y readecuar la estrategia si se hace necesario.

Luego una forma de garantizar las mejores actividades es que sean factibles, y profundizarlas de antemano. De igual forma es importante pensar las actividades que resulten un reto para el estudiante, sus niveles de exigencia y los prerrequisitos para aportar en los procesos de autoformación.

4 Experiencia educativa.

El uso de las material digital utilizando las nuevas tecnologías implica la expectativa razonable de que ellas permitirán una modificación sustantiva de las prácticas de enseñanza por parte de los docentes, y de las prácticas de aprendizaje de los estudiantes.

Las oportunidades de acceso y construcción del conocimiento que se ofrecen implican, para su aprovechamiento eficaz e integral, el desarrollo de nuevas prácticas de gestión educativa, el despliegue de nuevas estrategias y metodologías pedagógicas. Este es un ámbito importante de innovación, en el que el desarrollo de iniciativas juega un importante rol catalizador

5 Participación de los alumnos.

Parte de los componentes fundamentales de los procesos educativos tienen que ver con el compromiso de los estudiantes. Su participación y permanencia en los procesos, aunque parezca obvio decirlo, es condición necesaria para su éxito.

Aún más, las motivaciones de los estudiantes y su entusiasmo para ser parte de dichos procesos genera impactos positivos, no sólo en los posibles resultados de aprendizaje y desarrollo de determinadas competencias, sino en el clima de aprendizaje, en las expectativas de los actores y en los resultados de promoción de los estudiantes de un nivel a otro.

6 Impacto.

El ámbito en donde deben buscarse el impacto, es en los aprendizajes cognitivos, asociados a los contenidos impartidos durante la cursada utilizando las herramientas digitales, donde se van a realizar la evaluación de las competencias esperadas.

7 Insumos.

Los dominios o tipos de insumo que debieran considerar el diseño y la evaluación de un proyecto. Infraestructura física: asociado a la provisión o disposición de infraestructura necesaria para la habilitación del uso y acceso: Conexión eléctrica, redes de comunicaciones, salas, bibliotecas, mobiliario, etc.

Equipamiento: Corresponde al conjunto de dispositivos provistos, incluyendo computadoras, proyectores, impresoras, periféricos y accesorios.

Conectividad: La importancia de Internet y del acceso a la red en condiciones que permitan su uso en ambientes educativos, se ha transformado, y seguirá crecientemente siendo un desafío, por lo que debe considerarse de manera especial.

El ancho de banda, la estabilidad de la conexión, las tecnologías que optimicen el tráfico y provean filtros que protejan la privacidad y los contenidos a los que acceden los estudiantes, así como la estructuración de redes locales sólidas, seguras y accesibles, son parte de esta preocupación.

Soporte Técnico: la administración, mantención y reparación del equipamiento dispuesto, así como las actividades destinadas a la resolución de problemas

y dudas técnicas por parte de los usuarios participantes del proyecto.

Recursos Educativos Digitales: Material digital destinado a la enseñanza y aprendizaje con uso de medios tecnológicos. Incluye software educativo, recursos digitales, enciclopedias, manuales, textos, libros, guías, videos, imágenes, hipertextos, etc.

Plataformas de Distribución, Aplicaciones y Servicios: desarrollos o incorporación de software o iniciativas de apoyo para el desempeño de los procesos de enseñanza y aprendizaje, incluyendo aplicaciones de productividad, simuladores, modeladores, etc. Incluye los mecanismos y medios a través de los cuales serán distribuidos los contenidos digitales a los distintos usuarios de los sistemas educativos, considerando diversos contextos y los modelos posibles de uso.

8 Recursos Humanos.

Formación docente: Formación inicial y en servicio asociada a la adopción, adaptación y actualización de contenidos curriculares y prácticas.

Competencias generales: Iniciativas de capacitación para la adquisición y/o certificación de destrezas generales en el uso de herramientas informáticas, formación básica y herramientas de productividad y comunicación.

Uso educativo: iniciativas de entrenamiento y formación asociadas al uso específico de herramientas informáticas con fines y en contextos educativos.

Apoyo Pedagógico: esfuerzos para proveer apoyo pedagógico y seguimiento para los participantes, orientándolos o desarrollando tutorías en servicio para la implementación de las actividades propuestas.

9 Procesos y Productos.

Los procesos y productos que se proponen en el marco permiten apoyar el diseño, implementación y monitoreo a nivel de los proyectos específicos que se desarrollan para incorporar el uso de material digital con fines educativos.

Infraestructura. Distribución y Especificaciones técnicas. Referencia específica de las características técnicas del equipamiento. Condiciones y características de conectividad.

Proceso de Implementación. Logística, localización y distribución.

10 Recursos.

Desarrollo Curricular: Trabajo que se desarrolla para conectar las metas de aprendizaje con los objetivos asociados al uso del material digital. Incluye la incorporación del material digital en la currícula, su inclusión como destreza o contenido transversal o vertical, las metas de aprendizaje propuestas específicamente en su manejo por parte de los actores. Organización de los aprendizajes.

Disponibilidad de los Recursos: La facilidad y oportunidad de acceso a los recursos educativos que tienen los beneficiarios directos o indirectos, así como, cuando sea posible, da cuenta de su pertinencia y calidad, respecto de los objetivos propuestos.

Acceso y Uso: Determinación de los tiempos, las formas y las conductas que los diferentes actores que forman parte del grupo objetivo del proyecto tienen en el acceso y en el uso general y educativo de los equipos y recursos dispuestos.

11 Sistemas de Apoyo Educativo.

Mecanismos destinados a motivar, acompañar y respaldar el trabajo de los actores involucrados en el proyecto, tales como tutorías o ayudantías para los docentes, planes de soporte, personal o en línea, recursos de formación y comunicación entre pares, guías para las familias, etc.

12 El video como herramienta educativa.

El video comienza en la década del 60 como herramienta de la televisión, y en poco tiempo se generaliza su uso sobre muchos campos como, cultura, entretenimiento, deporte, información, cine, política y enseñanza.

La informática, más precisamente ha expandido a ritmo exponencial el uso del video a través de youtube, google, etc, como así también a través de las redes sociales como facebook, y específicamente en la enseñanza a través de páginas confeccionadas para tal fin.

13 Concepto de video educativo.

El video educativo es un elemento audiovisual diseñado con elementos didácticos para intentar adelantar un proceso de enseñanza novedoso, generador a su vez de un proceso de aprendizaje también novedoso.

14 Definición de video educativo.

El video es uno de los medios didácticos que, sirve para facilitar a los profesores la transmisión de conocimientos y a los alumnos la asimilación de éstos.

15 Características.

Para que un video educativo sea de calidad debe cumplir con exigencias de ser eficiente, atractivo, dinámico, pertinente, instructivo y autónomo, aún cuando sea para ser utilizado en clases.

Un video educativo debe presentar un contenido de interés, que tenga significado e importancia para el logro de las competencias.

La presentación de la información debe ser precisa y experta. La estructura del video debe ser organizada gradualmente, para que permita al alumno ser autónomo en su aprendizaje.

El lenguaje debe ser idóneo e introducir conceptos técnicos y también explicaciones básicas ilustradas o ejemplificadas.

16 Tipología de los vídeos educativos.

Atendiendo a su estructura, los vídeos didácticos se pueden clasificar en las siguientes tipos: Documentales: muestran de manera ordenada información sobre un tema concreto.

Narrativos: tienen una trama narrativa a través de la cual se van presentando las informaciones relevantes para los estudiantes (por ejemplo un vídeo histórico que narra la vida de un personaje).

Lección mono conceptual: son vídeos de muy corta duración que se centran en presentar un concepto (por ejemplo un vídeo sobre el concepto de cálculo de reacciones) Lección temática: son los clásicos vídeos didácticos que van presentando de manera sistemática y con una profundidad adecuada a los destinatarios los distintos apartados de un tema concreto (por ejemplo un vídeo sobre el arte griego). Vídeos motivadores: pretenden ante todo impactar, motivar, interesar a los espectadores, aunque para ello tengan que sacrificar la presentación sistemática de los contenidos y un cierto grado de rigor científico. Muchas veces tienen una estructura narrativa.

Aspectos a considerar en la evaluación de vídeos didácticos

Aspectos funcionales (funcionalidad curricular): Utilidad, eficacia. Relevancia de los objetivos. Guía didáctica.

Aspectos técnicos, estéticos y expresivos: Imágenes. Textos, gráficos y animaciones. La banda sonora. Los contenidos. La estructura del programa y la secuenciación de las imágenes. El planteamiento audiovisual

Aspectos pedagógicos: Capacidad de motivación. Adecuación a la audiencia (contenidos). El planteamiento didáctico.

17 Planteo de la problemática.

Debido a la alta cantidad de inscriptos que posee la Cátedra de matemática, superando una matrícula anual de más de 1200 alumnos, observándose que la relación docente-alumno es desproporcionada.

Como consecuencia se encontraron los siguientes inconvenientes:

Clases de consultas numerosas y de temas reiterados.

Aumento en la cantidad de integrantes de los grupos de trabajo.

Aumento en la cantidad de grupos de trabajo.
Disminución en el seguimiento personalizado del alumno por parte del docente.

18 Fundamentación de la propuesta.

En el intento de definir las mejores estrategias y técnicas, los recursos más adecuados y las más apropiadas mediaciones para la mayor calidad de la docencia universitaria; se propone reformular las prácticas educativas innovando y experimentando lo que nos hace actuar de una u otra manera como profesionales de la educación superior.

Mientras para la educación básica es importante la reconstrucción de las ciencias básicas para la vida social y laboral; para la universidad lo prioritario es no solo la reconstrucción de la ciencia y el servicio social de ella, sino la producción de conocimiento y la inserción del profesional en la vida.

Con respecto a la producción del conocimiento, que es uno de los temas que hoy y aquí nos ocupa, es significativo considerar: la generación de nuevas relaciones, caminos alternativos, principios, propiedades y aplicaciones, para favorecer el avance de las ciencias, a partir de un pensamiento crítico, creativo y de la capacidad de resolver problemas.

Sintetizamos en cuatro puntos básicos: la construcción y puesta en práctica de un nuevo material didáctico al que denominamos videos educativos, videos tutoriales, la creación de videos de obra, utilizando el concepto de Yves Chevallard de transposición didáctica y la enseñanza de softwares muy en boga en estos días como herramientas de estudio.

Cantidad y calidad del aprendizaje son propósitos indivisibles, por eso la Cátedra a través del docente como instancia de construcción y distribución del conocimiento

propone estar en condiciones de cualificar la efectividad de los procesos de producción del aprendizaje, con conocimiento de causa del papel activo del estudiante como sujeto de su propio aprendizaje.

Las estrategias didácticas para el desarrollo apropiado del proceso de aprendizaje y enseñanza, hacen que se abra un abanico de posibilidades cuyo propósito es ofrecer información para contribuir a la práctica docente con nuevas relaciones y conceptos sobre las circunstancias en que se realiza la enseñanza.

Entendemos que la complejidad de la enseñanza deba estar sujeta a cambios profundos, adecuándose a nuevos contextos, generando un aprendizaje y desarrollo permanente de los docentes, obligándolos a experimentar nuevas formas de enseñanza, como replanteos de nuevas estrategias metodológicas, cambios de planificaciones, innovación en materiales didácticos, etc.

A continuación desarrollaremos brevemente el concepto de cada una de las propuestas educativas implementadas.

19 Videos educativos.

Contexto: Clases muy masivas, donde la comprensión de los alumnos algunas veces se ve dificultosa, por el hecho de estar lejos del pizarrón o no oír con claridad al docente. Alumnos que por distintas razones no pueden asistir a las clases.

Destinado a: Alumnos que por diversos motivos de enfermedad o de fuerza mayor no pueden asistir a la clase regular. Alumnos que no han realizado una comprensión adecuada de la clase impartida por el docente. Alumnos interesados repasar conocimientos adquiridos.

Alumnos que quieren repasar algún tema previo a la evolución, sea esta parcial o final.

Alumnos que por razones personales, se les dificulta la toma de apuntes, y les es útil volver a escuchar al docente. Todos los alumnos que se encuentre cursando regularmente la asignatura.

Objetivo: Mejorar el aprendizaje del alumno. Generar una contención hacia el alumno que por algún motivo no ha podido asistir a las clases, y está interesado en adquirir el conocimiento. Como herramienta de repaso de contenidos. Brindarles a los alumnos nuevas modalidades de obtención de material de estudio.

Tiempo de duración: Tienen una duración aproximada de 5 minutos

Cantidad: Se estima entre 4 a 6 por tema.

Lugar de adquisición: Los mismos se pueden descargar desde: correo electrónico., cd, pendrive, descarga de la página de la Cátedra.

Modalidad de visualización: tv - pc - celular.

Extensión del archivo: En ningún caso suplantando a las clases dictadas en el aula, son un complemento de las mismas.

20 Video de obra.

A los efectos que los alumnos entiendan la interacción que existen entre las diversas asignaturas a lo largo de la Carrera, y la necesidad de ver una misma temática desde distintas ópticas, lo que llevará al enriquecimiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Con la intención de acercar a los alumnos a un entorno real, se ha creado lo que denominamos videos de obra que consiste en muestras de videos editados por el personal docente de la Cátedra, en donde se pueden observar el análisis de obras desde un aspecto matemático, haciendo referencia al entorno socio-económico-cultural en el que se encuentran, como así también entrevistas a los profesionales intervinientes en éstas.

Los videos de obra nos ayudan a acercar una realidad concreta a un ambiente académico, por medio de un caso real.

El caso se convierte en incentivo que motiva a aprender. Permite que el aprendizaje sea significativo para los estudiantes.

El estudio de estos casos, es útil para iniciar la conceptualización en un tema, para la revisión de la materia, para formar al estudiante en la toma de decisiones y para promover la investigación sobre ciertos contenidos.

En consecuencia, hemos efectuado una serie de videos con entrevistas a diferentes docentes de otras cátedras afines a la de Matemática, con el fin de aportar su mirada a esta interrelación antes citada. Además, utilizando el concepto de Yves Chevallard de transposición didáctica, entendida como la transformación del saber científico en un saber posible de ser enseñado.

21 Software como herramienta educativa.

Como objeto de estudio tenemos que tener en cuenta que la alfabetización computacional se ha convertido en una expresión mágica que es aplicable a casi todo lo que se nos ocurra en términos de iniciar a alguien en el uso de la computación.

Como medio de enseñanza la computadora brinda la posibilidad de interactuar entre usuario y la máquina, elemento este que de no existir sería muy poco probable que este medio pudiera ofrecer algo diferente o mejor que otros medios de enseñanza.

En la cursada hemos implementado la utilización de software para la resolución de integrales, derivadas y funciones trigonométricas.

La facultad dispone de un aula específica para estos efectos, con el equipamiento necesario para que el alumno pueda disponer de todos los elementos para que se realicen las actividades planteadas por la cátedra.

22 Conclusiones.

La utilización de estas nuevas herramientas de enseñanza han tenido una aceptación masiva por parte de los alumnos, en donde encontraron nuevas formas de asimilar los contenidos impartidos durante la cursada.

Como dato estadístico y de diagnostico la cátedra durante el año electivo realiza periódicamente encuestas en las cuales se le pide al alumno que opine sobre las nuevas herramientas implementadas, para tener un análisis de las situaciones lo más preciso posible.

El porcentaje y analizar si es significativamente mayor al porcentaje de los alumnos aprobados de los últimos 3 o 5 años., al menos en que número, el porcentaje y analizar si es significativamente mayor al porcentaje de aprobados de los últimos 3 o 5 años. El software educativo es uno de los medios que propicia el apoyo del trabajo independiente del estudiante. Por todas las actividades que han realizado los estudiantes con los contenidos de esta asignatura entendemos que el empleo de un software educativo es de gran utilidad como herramienta auxiliar en la enseñanza lo que constituye una necesidad, ya que permite: Fomentar el conocimiento teórico y práctico de la materia.

Referencias.

- Adel, J. (1995). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la tecnología educativa. La Habana.
- Ferres, J. (1988). Vídeo y educación. Barcelona: Laia.
- Mallas, S. (1987). Didáctica del vídeo. Barcelona: Servei de cultura popular, Alta Fulla.
- Medrano, G. (1993). Las nuevas tecnologías en la formación. Madrid: Eudema.

05TCE. Laboratorio real y laboratorio virtual: valoración de los estudiantes.

Real laboratory and virtual laboratory: assessment of students.

Graciela Serrano¹, Francisca Julián², Lidia Catalán¹, Daniela Mauceri¹.

1. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional de Cuyo. Bernardo de Irigoyen 375. San Rafael (Mendoza).
2. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Cuyo. Bernardo de Irigoyen 375. San Rafael (Mendoza). gracielamariaserrano@gmail.com

Resumen

En la actualidad, los laboratorios reales y los laboratorios virtuales suelen convivir en la enseñanza de la Física en las aulas universitarias. Si bien no hay estudios decisivos sobre las ventajas de una u otra modalidad de laboratorio, en general se consideran complementarios al momento de la enseñanza. Buscando comparar la valoración de los estudiantes universitarios respecto a ambas modalidades de laboratorio, se les suministró una encuesta para conocer sus opiniones. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos al analizar las respuestas dadas por los alumnos luego de un curso de electromagnetismo básico, en el cual realizaron tanto laboratorios reales como virtuales. Las respuestas obtenidas se sometieron a diferentes tratamientos estadísticos para fundamentar las comparaciones buscadas. También se realizaron análisis cualitativos que permitieron cotejar estos resultados con las valoraciones informadas en otras investigaciones. Los resultados obtenidos brindan una valoración cualitativa superior de los laboratorios reales solamente en aspectos relacionados directamente con la realización de la experiencia. Sólo hay diferencia estadísticamente significativa en las valoraciones de dos de los aspectos indagados, presentándose en varios de ellos indicios de independencia de respuestas y de correlaciones lineales positivas.

Palabras clave: Laboratorio real, Laboratorio virtual, Física universitaria, aprendizaje.

Abstract

At present, real and virtual laboratories tend to coexist in the teaching of physics in university classrooms. Although there are no decisive studies on the advantages of one or the other laboratory modality, in general, they are considered complementary when teaching. In order to compare the assessment of university students about both laboratory modalities, they were given a survey to know their opinions. This paper presents the results obtained by analyzing the answers given by the students after a basic electromagnetism course, in which they worked with both real and virtual laboratories. The answers obtained were subjected to different statistical treatments to support the comparisons. Qualitative tests were also practised, which allowed to compare these results with the valuations reported in other investigations. The results provide a higher qualitative assessment of the real laboratories only in aspects directly related to the production of the experience. There is only statistically significant difference in the valuations of two of the aspects investigated, presenting in several of them indications of independence of answers and of positive lineal correlations.

Keywords: Virtual laboratory, Real laboratory, university Physics, learning.

1. Introducción

La Física es una ciencia experimental, y su enseñanza y aprendizaje se apoya fuertemente en el uso del laboratorio. Enseñar y aprender Física requiere desarrollar actividades en el laboratorio. Por otra parte, el laboratorio real tradicional como se ha venido desarrollando en nuestros cursos de Física requiere de equipamiento, tiempo y recursos humanos que, en general, en los últimos tiempos, se han constituido en un recurso escaso ante la cantidad de estudiantes de cada curso. Con el advenimiento de las TIC el empleo de simulaciones computacionales ha permitido subsanar las limitaciones en la realización de experiencias en laboratorio real, constituyéndose en lo que en este trabajo denominaremos laboratorios virtuales.

El laboratorio real tradicional y el laboratorio virtual, realizado con simulaciones computacionales, conviven hoy en nuestras aulas universitarias. Ante esta realidad hay preguntas que, como docentes, debemos formularnos, entre ellas: ¿cuál es la ponderación que de ambas modalidades de laboratorio realizan los estudiantes?

Esta investigación tiene como objetivo comparar las valoraciones de los estudiantes de ambas modalidades de laboratorio.

Para dar cuenta de este objetivo, se suministró a los estudiantes una encuesta buscando conocer sus valoraciones respecto al nivel de logro de diferentes habilidades vinculadas directamente a la actividad de laboratorio, tanto para laboratorio real como virtual.

El comparar la valoración que los estudiantes realicen de los laboratorios virtuales (LV) y los reales (LR), permitirá conocer cuál es el peso que podría darse a estos recursos educativos en futuras implementaciones educativas (Rodríguez-Llerena y Llovera-Gonzalez, 2010).

En este trabajo se presenta el estudio realizado sobre una muestra aleatoria de aproximadamente el 50% de los estudiantes de ingeniería que cursaran Física básica y que emiten sus opiniones en una encuesta, adaptada del trabajo de Rodríguez-Llerena y Llovera-Gonzalez (2010), en la que responden trece cuestiones relativas a ambos tipos de laboratorio, en función de sus experiencias de cursado. Las respuestas fueron tratadas estadísticamente a fin de buscar una comparación entre ambas modalidades de laboratorio, según las opiniones de los estudiantes.

2. Antecedentes

La adquisición de habilidades y destrezas científicas necesarias en la formación de los estudiantes, en particular de Ingeniería, puede realizarse especialmente con los desarrollos de los trabajos de laboratorio (Rodríguez-Llerena y Llovera-Gonzalez, 2010; Catalán *et al.*, 2010; Pesa *et al.* 2014). El Laboratorio tradicional, como lo nombran Rosado y Herreros (2009) ha sido por años el único lugar de experimentación por parte de alumnos y profesores, y su implementación requiere: recursos humanos y de materiales de laboratorio suficientes para que todos los alumnos puedan ser partícipes de la experiencia, una guía permanente y la asistencia del profesor, además del manejo por parte del estudiante de elementos e instrumentos con los que no siempre está familiarizado. El temor a hacer mal uso de la instrumentación puede ser un obstáculo para la satisfactoria realización de la experiencia. Desde hace más de una década se insiste en las virtudes del uso de las TIC en el modo de Laboratorio virtual (García y Gil, 2006; Parrón, 2014; Giacosa *et al.*, 2008). Este es un sistema computacional, comúnmente hasta el año 2015 applets de Java, que pretende aproximar el ambiente de un laboratorio real tradicional (Rosado y Herreros, 2009), así permite simular fenómenos físicos y abordar conceptos abstractos ocultando el modelo matemático y mostrando el fenómeno simulado de forma interactiva en lenguaje gráfico, numérico y/o icónico. Los simuladores presentan en la PC un esquema donde se muestra el experimento y el usuario puede manipular distintos parámetros que lo controlan; los alumnos pueden así ver en forma inmediata el resultado del experimento, y repetirlo cuantas veces quieran, al tiempo de contrastar respuestas provisionales. En tal sentido, la incorporación de TIC bajo la modalidad de Laboratorios virtuales, responde a la concepción del laboratorio como el elemento que mejor caracteriza a la formación en ciencias, y en particular en Física (Álvarez y Ortiz, 2007).

Uno de los argumentos a favor del uso de las simulaciones computacionales para la realización de prácticas de laboratorio virtual, es que los alumnos están sobrecargados de tareas prácticas en un experimento real (tomar datos, seleccionar instrumentos, realizar ajustes, etc.) lo que no les permite entender el fenómeno observado; mientras que en el Laboratorio virtual se descargan los procesos manuales, y se libera el tiempo y la atención que los alumnos pueden dedicar a entender el fenómeno modelizado (Lucero *et al.*, 2000; Kofman, 2004). Entre las ventajas del uso de los Laboratorios virtuales, podemos decir que favorece el aprendizaje autónomo, puesto que los estudiantes pueden repetir la experiencia tantas veces como sea

necesario, en la universidad o desde su casa, contrastando hipótesis o afirmaciones provisorias para la construcción de sus marcos conceptuales. Además, se permite la realización de la experiencia de laboratorio por parte de todos los estudiantes, aunque no coincidan en el mismo lugar y en el mismo tiempo (Kofman, 2000; Parrón, 2014; Xavier *et al.*, 2003). Vemos que muchas de estas ventajas están relacionadas a la disponibilidad de acceso a Internet, lo cual se ha modificado drásticamente en los últimos años.

Marqués (2003) utilizó los siguientes criterios de evaluación para seleccionar los simuladores:

- Adecuación a las necesidades curriculares: Se busca que la herramienta sirva para la resolución de problemas planteados y resueltos previamente de manera numérica a lápiz y papel, para luego comprobarlo experimentalmente con el simulador.
- Aspecto visual y facilidad de interpretación (identificación correcta de variables): se busca que sea visualmente adecuado, en donde se identifiquen de manera rápida las variables intervinientes en el problema en cuestión. Además de contar con una velocidad de respuesta y claridad en resultados para mantener la motivación del usuario.
- Facilidad de uso, con posibilidad de diseño experimental: la herramienta a elegir debe ser dinámica y entregar la posibilidad de cambiar datos para permitir al usuario experimentar en la resolución de nuevos problemas propuestos por éste.
- Obtención de resultados cuantitativos y cualitativos: es indispensable obtener datos cuantitativos para verificar los resultados obtenidos previamente en la resolución de problemas en lápiz y papel. Además, se busca que el usuario obtenga resultados cualitativos de manera que pueda aprehender, por medio de la experimentación el fenómeno físico involucrado en el problema planteado.

Estos criterios son orientadores para seleccionar los simuladores a los fines de la experiencia a realizar, según el contenido temático.

Desde el punto de vista del aprendizaje, las posibilidades que brindan los Laboratorios virtuales para realizar cambios de variables, formular y contrastar hipótesis y explorar conclusiones provisorias en fenómenos de difícil o imposible reproducción en el laboratorio real, hace que se constituyan en un recurso potencialmente valioso para evitar aprendizajes memorísticos y repetitivos (Serrano y Catalán, 2014, Serrano, 2016). Cabe mencionar que no se cuestiona en general su

importancia para la conceptualización de la disciplina puesto que la literatura reporta que no se han encontrado opiniones en contra para su uso en la enseñanza (Velasco y Buteler, 2017).

Actualmente, la disponibilidad en Internet de simulaciones libres y gratuitas de los más variados temas de Física, hacen de estos laboratorios virtuales un recurso clave y de esperable eficacia para la enseñanza y el aprendizaje de esta ciencia experimental.

Por otra parte, la realización de experiencias de laboratorio tanto real como virtual ayuda a promover el interés de los estudiantes para aprender ciencia.

3. Metodología

Para la realización de esta investigación se consideró la población conformada por 70 estudiantes de carreras de ingeniería que cursaran una asignatura de física básica con contenidos de electromagnetismo, en una universidad pública estatal de Argentina.

Todos los estudiantes cursaron del mismo modo la asignatura, asistiendo a las mismas clases teórico-prácticas y realizando tanto laboratorios reales (LR) como virtuales (LV) durante el cuatrimestre que duró el curso.

Después de finalizar el cursado de la asignatura, se les suministró a todos los estudiantes una encuesta de trece preguntas, adaptada de la presentada por Rodríguez-Llerena y Llovera-Gonzalez (2010), y se seleccionaron de manera aleatoria 32 encuestas para realizar un estudio descriptivo y comparativo.

La encuesta presenta trece aspectos para calificar de 2 a 5 (de menor a mayor logro según la opinión del estudiante), distintos aspectos de LR y LV (Tabla 1). Los datos obtenidos de las encuestas permitieron, a posteriori, un tratamiento estadístico de variables ordinales para cada una de las trece respuestas.

Tabla 1. Aspectos indagados en la encuesta a estudiantes.

Aspecto indagado	LR	LV
1. Representarme mentalmente los fenómenos físicos estudiados.	2-3-4-5	2-3-4-5
2. Explicarme a mí mismo/a los fenómenos físicos observados.	2-3-4-5	2-3-4-5
3. Orientarme en cómo proceder para realizar el experimento.	2-3-4-5	2-3-4-5
4. Utilizar correctamente los instrumentos de medición.	2-3-4-5	2-3-4-5
5. Identificar las unidades de medición de las	2-3-4-5	2-3-4-5

magnitudes físicas.		
6. Identificar las fuentes de errores en las mediciones.	2-3-4-5	2-3-4-5
7. Construir gráficas en diferentes escalas.	2-3-4-5	2-3-4-5
8. Procesar numéricamente los datos experimentales.	2-3-4-5	2-3-4-5
9. Sacar conclusiones sobre el experimento y presentarlas por escrito en un informe.	2-3-4-5	2-3-4-5
10. Exponer razonadamente a otros el experimento y mis conclusiones (incluyendo al profesor)	2-3-4-5	2-3-4-5
11. Motivarme por aprender física.	2-3-4-5	2-3-4-5
12. Diseñar experimentos similares por mi mismo/a.	2-3-4-5	2-3-4-5
13. Asimilar los conceptos teóricos asociados al experimento.	2-3-4-5	2-3-4-5

Estos trece aspectos se agruparon en cuatro categorías, para dar una interpretación de las respuestas desde el papel del laboratorio en el aprendizaje de la Física, su finalidad pedagógica y rol en la formación en ciencias experimentales.

Categoría 1) “implementación de experiencia”. Corresponde a aspectos procedimentales inherentes a la realización de la experiencia. Incluye los aspectos 3, 4, 5 y 6 de la encuesta.

Categoría 2) “análisis e interpretación de datos y elaboración de explicaciones”. Esta categoría involucra las acciones posteriores a la realización de la experiencia, y se corresponde con el análisis detenido de los resultados al que aluden Carrascosa *et al.* (2006). Contiene a los aspectos 7, 8, 9 y 10.

Categoría 3) “apropiación de significados”. Corresponde a los aspectos 1, 2, 12 y 13 de la encuesta. En esta categoría el estudiante evalúa la capacidad del laboratorio para favorecer la argumentación científica y la conceptualización (Pesa *et al.*, 2014; Venecia *et al.*, 2017).

Categoría 4) “interés para el aprendizaje de las ciencias”. Corresponde al aspecto 11 y tiene en cuenta el papel del laboratorio para estimular el interés del estudiante para el aprendizaje las ciencias experimentales.

Los resultados de las encuestas se sometieron a diferentes test estadísticos: Test de diferencia de proporciones, Pruebas de chi cuadrado y Medidas simétricas.

Sobre el test de diferencias de proporciones, se asumieron en cada variable dos niveles de respuesta referidos ambos a la “valoración de cada laboratorio” tomando en estos niveles las respuestas

como 0 ó 1. El nivel cero se correspondió a las valoraciones 2 y 3, y las respuestas 4 y 5, fueron consideradas como 1. Es decir, en este test se contrastaron las proporciones de “respuestas favorables” 4 y 5 sobre el total de respuestas, bajo ambas modalidades de laboratorio: LV y LR. Las diferencias de proporciones se interpretaron desde el tipo de test generado, unilateral derecho o izquierdo, de acuerdo a cada caso, asumiendo como hipótesis nula la igualdad de proporciones y como hipótesis alternativa que una proporción de buenas respuestas de alguno de los laboratorios es mayor (o menor) que la proporción de respuestas favorables del otro laboratorio. Luego, para su lectura, asumimos que un p- valor debajo del 0,05 llevará a “Rechazar la hipótesis de igualdad de proporciones”, mientras que para aceptar la hipótesis de igualdad de proporciones consideramos un p- valor entre 0,4 y 0,6, admitiendo en este caso que hay suficiente evidencia muestral como para considerar que las proporciones son suficientemente parecidas como para considerarlas iguales. Para el resto de p-valores se consideró que no hay suficiente evidencia muestral como para tomar alguna decisión. El tratamiento estadístico de este test de diferencia de proporciones se ejecutó con Excel.

Además, se realizaron Pruebas Chi cuadrado y de Medidas simétricas, utilizando IBM SPSS Statistics versión 22. Para interpretar la información brindada en las pruebas de independencia (Pruebas Chi cuadrado), se aceptó la lectura del test de Razón de Verosimilitud y Prueba exacta de Fisher; en tanto que si los casilleros de las tablas presentaran valores esperados menores a 5 no se dará lectura a los resultados del test Chi cuadrado de Pearson. En estos test, se trabajó bajo la hipótesis nula de “independencia” entre todos los niveles de repuesta, del 2 al 5, al comparar ambos laboratorios; así bajo niveles de significación inferiores a 0,05 inducirá a rechazar fuertemente la independencia y a asumir, por ende, algún tipo de relación estadísticamente significativa entre las variables en estudio. En el marco del objetivo de este trabajo, probar la independencia de respuestas llevará a interpretar que las valoraciones dadas por los estudiantes a un aspecto en una modalidad, no afectan a la valoración del mismo aspecto en la otra forma de laboratorio.

Para interpretar la información brindada en las Medidas simétricas, se tomó la correlación de Spearman, que evalúa si existe o no una relación lineal entre las variables LV vs LR y la cuantifica. Con un nivel de significación por debajo de 0,05 llevará a rechazar la hipótesis nula de correlación cero entre las variables y asumir presencia de relación lineal entre ellas. Además, valores de coeficiente de correlación próximos a ± 1 , expresan una fuerte correlación lineal con pendiente positiva o

negativa. Se consideró para este análisis, que las variables son de tipo ordinal y se aceptaron todos sus niveles de respuesta desde el 2 al 5. Así, si tenemos en cuenta el objetivo de comparar valoraciones de los estudiantes, una correlación lineal positiva llevará a interpretar que el aumento en la valoración de un aspecto en una modalidad lleva a un aumento en la valoración del mismo aspecto en la otra modalidad de laboratorio.

4. Resultados

De los resultados obtenidos con Excel, se agruparon las respuestas favorables 4 y 5, y se aplicó test de hipótesis unilateral para comparar proporciones de respuestas favorables en ambas modalidades de laboratorio, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 2. Los resultados estadísticos se interpretan inmediatamente a continuación de esta tabla.

Tabla 2. Comparación de proporciones. P-valor para cada aspecto.

Aspecto indagado	Hipótesis alternativa	Estadístico de prueba para el supuesto LV>LR	p-valor
1.	LV>LR	0,28319693	0,38851294
2.	LV>LR	0,27375436	0,3921367
3.	LV>LR	-0,25633653	0,60115451
4.	LV>LR	-0,80268007	0,21107984
5.	LV>LR	-1,43777031	0,07524962
6.	LV>LR	-1,00991104	0,15626896
7.	LV>LR	0,51747698	0,30241162
8.	LV>LR	0,89072354	0,18653875
9.	LV>LR	0,64257546	0,2602498
10.	LV>LR	1,91628055	0,0276647
11.	LV>LR	1,0619573	0,14412754
12.	LV>LR	0,25633653	0,39884549
13.	LV>LR	0,35993702	0,35944712

Si consideramos los criterios de interpretaciones dados en el apartado anterior, la Tabla 2. muestra que para las cuestiones 1, 2, 3, 7, 9, 12 y 13 no hay diferencia significativa en las proporciones de respuestas favorables para uno y otro tipo de laboratorio. En tanto que el p-valor para el aspecto 10 llevó a concluir que hay una valoración favorable en mayor proporción al laboratorio virtual frente al real, y en la respuesta 5, con un nivel de significación del 7,5%, se puede interpretar una proporción mayor en valoración favorable del laboratorio real frente al virtual. Para los demás aspectos (4, 6, 8 y 11) no hay suficiente evidencia

muestral como para tomar decisión respecto a la comparación de proporciones entre ambos laboratorios. Es decir, retomando el objetivo central de esta investigación, los aspectos en los que se puede concluir diferencia de opiniones en la valoración del LV por sobre el LR en el aspecto de comunicación fundamentada de los resultados del experimento, y en el aspecto de identificar unidades de medición la valoración fue superior en el LR frente al LV. La comparación de las valoraciones no arrojó diferencias en los aspectos correspondientes a la categoría 3 de “apropiación de significados”. Tampoco se encontró diferencia en la proporción de valoraciones positivas de algunos aspectos de la categoría de “interpretación de datos”, como construir gráficas y sacar conclusiones, ni en la tarea de orientarse para realizar el experimento.

Como otro elemento de comparación de valoraciones de los laboratorios, se analizó el signo del estadístico de prueba correspondiente a la hipótesis alternativa valoración del LV>valoración del LR, se observa en la Tabla 2 que, en todos los aspectos, excepto 3, 4, 5 y 6 el resultado es positivo, es decir la valoración total de los LV es superior a la valoración total de los LR.

Los resultados de las Pruebas de chi cuadrado y Medidas simétricas se muestran en la Tabla 3, y las primeras interpretaciones, a la luz del objetivo de esta investigación, se dan a continuación de esta tabla.

Tabla 3. Pruebas de chi cuadrado y Medidas simétricas.

Aspecto indagado	Pruebas de chi-cuadrado		Medidas simétricas	
	Razón de verosimilitud (significación exacta)	Prueba exacta de Fisher (significación exacta)	Correlación de Spearman	
			valor	significación exacta
1.	,405	,389	,323	,071
2.	,095	0,075	,401	,025
3.	,252	0,1	,293	0,104
4.	,209	,167	,578	,001
5.	,000	,001	,636	,000
6.	,176	,208	,531	,002
7.	,067	,071	,559	,001
8.	0,009	0,008	,451	0,011
9.	,003	,005	,583	,001
10.	,080	,088	,362	,042
11.	0,017	0,013	,488	,005
12.	,346	,439	,373	,036

13.	,000	,000	,671	,000
-----	------	------	------	------

Para interpretar la información brindada en las pruebas de independencia, se aceptó la lectura del test de Razón de verosimilitud y Prueba exacta de Fisher, y debido a que los resultados del test Chi cuadrado de Pearson presentaron valores esperados menores a 5 no se dio lectura a este estadístico (no mostrados en la tabla 3 por este motivo). Así, de la lectura de la Prueba exacta de Fisher, podemos concluir que las respuestas dadas en los aspectos 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11 y 13 no pueden considerarse independientes. Este resultado, en términos del objetivo de este trabajo, indica que la valoración que el estudiante realizó de uno de estos aspectos en el LV tiene algún tipo de relación con su valoración del mismo aspecto del LR.

Por otra parte, de la interpretación de las Medidas simétricas (Tabla 3), mediante el test de Spearman, en los aspectos 1 y 3 no rechazan hipótesis de correlación nula, mientras que en los aspectos 10 y 12 existe una correlación lineal positiva débil entre las respuestas. En tanto que en las respuestas de los aspectos 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 y 13 la correlación lineal es moderada. Las medidas simétricas están mostrando otro elemento de comparación de las valoraciones de los estudiantes, indicando una relación lineal y positiva en la mayoría de los aspectos, lo cual puede interpretarse como: conforme las respuestas de valoración en el LV aumentan (de 2 a 5) también lo hacen las respuestas en el LR.

Comparación de resultados

Para facilitar interpretación de los resultados estadísticos obtenidos, se organizaron las respuestas por cada aspecto indagado, Tabla 4, para luego interpretar a partir de las cuatro categorías de análisis construidas y poder concluir según el objetivo de esta investigación.

Tabla 4. Interpretaciones de estadísticos por aspecto indagado.

Aspecto indagado	Interpretación considerando resultados de tablas 2 y 3
1.	No se rechaza independencia entre las respuestas en ambos tipos de laboratorio, y no hay suficiente evidencia de correlación entre las mismas. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración del LV por sobre el LR. Puede aceptarse la igualdad de proporciones en las respuestas favorables entre ambos laboratorios.
2.	Se rechaza independencia (bajo p-valor 0.075) entre respuestas y existe una correlación lineal moderada entre las mismas. El signo del estadístico de prueba del test de

	diferencia de proporciones indica una valoración del LV por sobre el LR. Puede aceptarse la igualdad de proporciones en las respuestas favorables.
3.	No se rechaza independencia entre respuestas y no hay suficiente evidencia de correlación lineal entre las mismas. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración más favorable para el LR frente al LV, pero el tratamiento de las proporciones lleva a que puede aceptarse la igualdad de proporciones en las respuestas favorables.
4.	No se rechaza independencia entre respuestas y se aprecia una correlación lineal moderada positiva. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración más favorable para el LR frente al LV, pero el tratamiento de las proporciones lleva a que no se puede aceptar ni rechazar la igualdad de proporciones.
5.	Se rechaza fuertemente independencia entre las variables y se da una correlación lineal positiva moderada a alta. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración más favorable para el LR frente al LV, y el tratamiento de las proporciones lleva a que Bajo un nivel de significación del 7,5% se puede asumir que la proporción de respuestas favorables de LR es mayor a LV.
6.	No se rechaza independencia entre las respuestas, y se asume una correlación lineal moderada y positiva. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración más favorable para el LR frente al LV, pero el tratamiento de las proporciones lleva a que no se puede tomar una decisión sobre la igualdad de proporciones de respuestas favorables.
7.	A un nivel de significación del 7,1% se rechaza independencia entre las respuestas, se asume una correlación lineal moderada y positiva. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración del LV por sobre el LR. No se puede tomar decisiones sobre la igualdad de proporciones.
8.	Se rechaza independencia entre las variables y se da una correlación lineal positiva moderada. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración del LV por sobre el LR. No se puede tomar decisiones sobre la igualdad de proporciones.
9.	Se rechaza independencia entre las variables y se da una correlación lineal positiva moderada. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración del LV por sobre el LR. No se puede tomar decisiones sobre la igualdad de proporciones.
10.	Bajo un nivel de significación del 8% se rechaza independencia de respuestas, se acepta una correlación lineal positiva. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración del LV por sobre el LR. Se puede rechazar la igualdad de proporciones y aceptar que la proporción de respuestas favorables fue superior para el LV que para el LR.
11.	Se rechaza independencia entre las variables y se asume una correlación lineal positiva moderada. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración del LV por sobre el LR. No se puede tomar decisiones sobre la igualdad de proporciones.
12.	No se rechaza independencia de respuestas, y se asume una correlación lineal positiva. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración del LV por sobre el LR. Puede aceptarse la igualdad de proporciones en las respuestas favorables entre ambos laboratorios
13.	Se rechaza fuertemente la independencia entre las variables y se acepta una correlación lineal positiva de moderada a alta. El signo del estadístico de prueba del test de diferencia de proporciones indica una valoración del LV

por sobre el LR. Puede aceptarse la igualdad de proporciones en las respuestas favorables entre ambos laboratorios.
--

No obstante la diferencia en el tratamiento de los datos realizados en este estudio y en el trabajo mencionado de Rodríguez-Llerena y Llovera-Gonzalez (2010), podemos comparar los resultados estadísticos obtenidos y realizar el siguiente análisis, de aspectos en común y diferencias, para los resultados obtenidos en otro contexto de aplicación de la encuesta.

Categoría 1) “implementación de la experiencia”: aspectos 3, 4, 5 y 6.

La comparación estadística de proporciones nos permite afirmar que, para este grupo de estudiantes, la calificación del LR es superior a la del LV en el aspecto 5 vinculado a “identificación de unidades”. En este aspecto 5 no puede suponerse independencia en las respuestas, y se observa una correlación lineal positiva en las valoraciones. Es decir, altas valoraciones del LR se corresponden con altas valoraciones del LV.

En el aspecto 3, “orientarse para realizar el experimento”, los estudiantes valoran del mismo modo ambas modalidades de laboratorio, y en los demás aspectos de esta categoría: “utilizar instrumentos” (aspecto 4), “identificar fuentes de errores” (aspecto 6), no se permite concluir acerca de la igualdad o diferencia de proporciones de respuestas favorables.

En todos estos aspectos vinculados a “acciones materiales de implementación de la experiencia”, puede suponerse independencia de respuestas, excepto en el aspecto 5. Sin embargo, en todos los casos existe una correlación lineal positiva (moderada o débil) que lleva a interpretar que un aumento en la valoración de un laboratorio lleva a un aumento en la valoración del otro.

Sin embargo, si se cotejan solamente las diferencias entre las frecuencias de respuestas favorables correspondientes a LR frente a LV (signo de estadístico de la prueba, Tabla 2), se aprecia en todos los aspectos vinculados a esta categoría, y relacionados directamente con la realización de la experiencia, una valoración superior al LR frente al LV. Este aspecto es en todo coincidente con el reportado por el estudio de Rodríguez-Llerena y Llovera-González (2010). Este resultado estaría evidenciando un aspecto prácticamente irremplazable del LR en la formación en ciencias experimentales, por sobre las simulaciones computacionales: la necesidad de enfrentarse al

instrumento de medida, su calibración y conexión, la selección de variables correspondientes a las magnitudes en juego, los conceptos de incertidumbre, precisión y exactitud, la identificación de fuentes de errores (Pesa *et al.*, 2014; Bigliani *et al.*, 2014).

Categoría 2) “análisis e interpretación de datos y elaboración de explicaciones”

En ninguno de los aspectos de esta categoría (7, 8, 9 y 10) puede suponerse independencia entre las variables, y en todas existe una correlación lineal positiva débil. Solamente en el aspecto 10, “exponer el experimento...”, los estudiantes valoraron favorablemente al LV por sobre el LR. En los demás aspectos (7, 8 y 9) estadísticamente no puede concluirse acerca de la igualdad o diferencia de proporciones en las respuestas favorables. El no poder decidir, estadísticamente, sobre la igualdad o diferencia de proporciones en la mayoría de los aspectos vinculados al tratamiento e interpretación de datos, presenta una diferencia notable con el estudio citado de Rodríguez-Llerena y Llovera-González (2010), puesto que estos investigadores en los aspectos 7 y 9 dan respuestas por encima de valoración del LV frente al LR, mientras que las respuestas correspondientes a los aspectos 8 y 10 no son reportadas por esos investigadores.

En términos del objetivo de esta investigación, en los aspectos vinculados al “análisis e interpretación de datos”, los estudiantes dan el mismo peso a ambas modalidades de laboratorio, exceptuando el aspecto vinculado a la socialización de los resultados del experimento, en el que el LV tiene una valoración superior al LR.

Categoría 3) “apropiación de significados”: aspectos 1, 2, 12 y 13.

Los estudiantes no manifiestan diferencias entre ambas modalidades de laboratorio en cuanto a la capacidad para “representarse mentalmente los fenómenos”, “explicar los mismos”, “diseñar experimentos semejantes” y “asimilar los conceptos teóricos estudiados”. En todos estos aspectos, la valoración brindada en el estudio descriptivo citado de Rodríguez-Llerena y Llovera-González (2010) al que se hace referencia, los estudiantes valoraron por encima al laboratorio real frente al virtual.

En los aspectos 1 y 12 no se rechaza independencia entre las respuestas, y en ambos casos existe una correlación lineal positiva y débil. Puede interpretarse que para estos estudiantes la valoración de un laboratorio no está condicionada a la valoración que realizan del otro, pero sin reconocer

en uno de ellos un mayor aporte para el logro del aspecto evaluado (por la igualdad de proporciones). En tanto que en los aspectos 2 y 13 se debe rechazar independencia entre las respuestas, es decir la valoración que realizan de uno de ellos está afectando la valoración que hacen del otro, pero sin que exista una diferencia estadística entre la proporción de valoraciones favorables entre uno y otro.

Si se analizan los signos del estadístico de prueba (tabla 2) que valora la frecuencia absoluta de respuestas favorables del LV contra las respuestas favorables del LR, puede decirse que nuestros estudiantes han valorado todos los aspectos vinculados a la categoría de “apropiación de significados” de manera superior en el LV respecto al LR.

Así, en términos del objetivo de esta investigación, las valoraciones realizadas en los aspectos correspondiente a la categoría correspondiente a las acciones vinculadas a aprendizajes reflexivos son semejantes estadísticamente para ambos tipos de laboratorio, aunque en términos frecuenciales, la valoración de los LV ha sido superior a la de los LR.

Categoría 4) “interés para el aprendizaje de las ciencias”

El estudio estadístico sobre el aspecto 11 muestra independencia estadística entre las variables respuesta, pobre relación lineal positiva, y no se puede decidir acerca de la igualdad o diferencia entre las proporciones de respuestas favorables. Para interpretar en términos de los objetivos de este trabajo, este resultado indica que, en opinión de los estudiantes, ninguno puede considerarse superior al otro en su capacidad para incrementar el interés en el aprendizaje de la Física.

Sin embargo, si se analiza la frecuencia absoluta de respuestas favorables, signo del estadístico de prueba en Tabla 2, esta frecuencia es superior en el LV que en el LR. Este resultado sería consistente con el informado por Area Moreira (2010) respecto a la “alta motivación de estudiantes” con el uso de recursos virtuales en general. En tanto que en el citado trabajo de Rodríguez-Llerena y Llovera-González (2010), los LR son considerados superiores al momento de motivar en el aprendizaje de la Física, y en las investigaciones publicadas por Paredes y Dias de Arruda (2012), no hay evidencias a favor de uno y otro para la motivación al momento de aprender ciencias.

Si consideramos los estadísticos que se obtuvieron en este estudio, podemos coincidir con los resultados

de otras investigaciones en el sentido que los laboratorios virtuales no sustituyen a los laboratorios reales, sino que los complementan (Rosado y Herreros, 2009; Lucero *et al.*, 2000), y los estudiantes los valoran de diferentes maneras en cuanto a su capacidad para incrementar su interés para aprender ciencias.

5. Conclusiones

De la comparación de las valoraciones de diferentes aspectos vinculados a las modalidades de laboratorio real y laboratorio virtual, emitidas por los estudiantes de este estudio, podemos concluir que solamente se pueden declarar diferencias estadísticamente significativas en los aspectos vinculados a la “identificación de unidades de medición”, con una valoración superior del laboratorio real, y en el aspecto vinculado a la comunicación argumentada de los resultados del experimento, “exponer razonadamente el experimento y mis conclusiones”, con una valoración superior del laboratorio virtual.

En los aspectos vinculados a aspectos de la categoría denominada “representación mental del experimento y de apropiación de significados del marco teórico conceptual”, las proporciones de respuestas favorables para ambas modalidades de laboratorio pueden considerarse estadísticamente iguales.

En los demás aspectos indagados no se encontró suficiente evidencia muestral como para tomar decisiones estadísticamente respaldadas, ni igualdad ni diferencia de proporciones de respuestas favorables para ambos laboratorios.

Sin embargo, si se consideran solamente las diferencias de frecuencias entre valoraciones positivas de un laboratorio respecto al otro, únicamente en los aspectos relacionados directamente con la realización de la experiencia se aprecia una valoración superior del laboratorio real frente al laboratorio virtual, en un todo coincidente con el citado estudio de referencia de Rodríguez-Llerena y Llovera-González (2010). En todos los demás aspectos correspondientes a las categorías vinculadas al análisis e interpretación de los resultados, apropiación de significados, y al interés para el aprendizaje de las ciencias, la valoración es superior para el laboratorio virtual por sobre el laboratorio real.

Por otra parte, la interpretación de los test de independencia nos lleva a informar que las valoraciones de todos los aspectos vinculados a la categoría denominada “análisis e interpretación de datos y elaboración de explicaciones” muestran que

la valoración asignada a un laboratorio afecta a la del otro laboratorio.

Los resultados expuestos en este trabajo, si bien no permiten concluir en general y desde las opiniones de este grupo de estudiantes, que un laboratorio es superior a otro, muestra que, en varios aspectos vinculados al trabajo experimental y los procesos relacionados al mismo, las valoraciones son semejantes. Estos resultados nos permiten acordar con otros investigadores en el sentido que ambas modalidades de laboratorio deben complementarse y debe ser el docente quien decida, desde la disponibilidad de recursos, las temáticas bajo estudio y el grupo de estudiantes, cuál modalidad emplear en el aula de física.

Consideramos que el conocimiento de la valoración de los estudiantes acerca de los diferentes formatos de laboratorio permite al docente diseñar estrategias de enseñanza que potencie su uso haciendo hincapié en los aspectos más valorados, y considerando que ambos son importantes para la formación del estudiante de ciencias experimentales en general.

6. Referencias

Area Moreira, M. (2010). *El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC en los centros educativos. Un estudio de casos*. Revista de Educación, 352. Mayo-Agosto 2010, pp. 77-97

Álvarez Martínez de Santelices, C. y Ortiz Pérez, R. (2007). *Simulaciones computacionales de electromagnetismo como potenciadoras de aprendizaje desarrollador en estudiantes de ingeniería*. Revista Cubana de Física, 24 (1), 51-54

Bigliani, J.; Capuano, V.; Martín, J.; Bordone, E.; Ruderman, A. (2014). *Reflexiones sobre las nuevas tecnologías, la medida de los tiempos y las incertezas asociadas*. Revista de Enseñanza de la Física. Vol.26, No. Extra, Dic. 2014, 333-345

Bohigas, X.; Jaén, X. y Novell, M. (2003). *Applets en la enseñanza de la física*. Enseñanza de las ciencias, 21 (3), 463-472

Carrascosa, J.; Gil Perez, D.; Vilches, A.; Valdés, P. (2006). *Papel de la actividad experimental en la educación científica*. Cad. Brás. Ens. Fís., v. 23, n. 2: p. 157-181, ago. 2006

Catalán, L.; Serrano, G. y Concari, S. (2010). *Construcción de significados en alumnos de nivel básico universitario sobre la enseñanza de física con empleo de software*. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 15 (46), 873-893.

Freire Tigreros, M.; Gómez Zermeño, M. y García Vázquez, N. (2016). *Criterios para el diagnóstico de la práctica educativa a distancia en modalidad B-Learning*. Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación, 17, Junio 2016, 67-74.

Giacosa, N.; Giorgi, S. y Concari, S. (2008). *El uso de simulaciones como recurso didáctico para una mejor comprensión del funcionamiento de espectrómetros de masas: una experiencia con estudiantes de ingeniería*. Memorias Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física – SIEF 9 Rosario, Argentina. Publicación en CD-ROM

Kofman, H. (2000). *Modelos y simulaciones computacionales en la enseñanza de la Física*. Recuperado de: <http://www.fiquis.unl.edu.ar/galileo/download/documentos/modelos.pdf>. [Recuperado el 3/3/2017].

Kofman, H. (2004). *Integración de las funciones constructivistas y comunicativas de las NTICs en la enseñanza de la Física universitaria*. Revista de Enseñanza de la Física, 17 (1), 51 – 62

Lucero, I.; Meza, S.; Sampallo, G.; Aguirre, M. y Concari, S. (2000). *Laboratorio real y laboratorio virtual*. Memorias comunicaciones científicas y tecnologías. UNNE. Argentina

Martinho, T. y Pombo, L. (2009). *Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais – um estudo de caso*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 8 (2), 527-538

Marqués Graells, P. (2003). *Evaluación y selección de software educativo*. Revista Comunicación y Pedagogía, (185), 31-37.

Paredes, J.; Dias de Arruda, R. (2012). *La motivación del uso de las TIC en la formación de profesorado en educación ambiental*. Ciência & Educação, v. 18, n. 2, p. 353-368, 2012

Parrón, M. G. (2014). *La enseñanza en un mundo en transformación: el uso de las TIC*. Virtualidad, Educación y Ciencia, 9 (5), pp. 90-97. Recuperado de revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/download/9553/10322. [Recuperado el 15/3/2017].

Pesa, M.; Bravo, S.; Perez, S.; Villafuerte, M. (2014). *Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el*

aprendizaje de los fenómenos de conducción eléctrica. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 31, n. 3, p. 642-665, dez.

desarrollo de la capacidad argumentativa en estudiantes de nivel superior” subsidiado por la SeCTyP de la UNCuyo (2016-2018)

Rodríguez-Llerena, D ; Llovera-González, J. (2010). *Estudio comparativo de las potencialidades didácticas de las simulaciones virtuales y de los experimentos reales en la enseñanza de la Física General para estudiantes universitarios de ciencias técnicas*. Lat. Am. J. Phys. Educ., 4 (1), 181-187

Rosado, L. y Herreros, J. R. (2009). *Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física*. Recuperado de www.formatex.org/micte2005/286.pdf, enero de 2009. [Recuperado el 3/12/2016].

Serrano, G. (2014). *El empleo de TIC como estrategia de enseñanza del movimiento de cargas en campos eléctricos y magnéticos uniformes. Un análisis desde la teoría de los Campos conceptuales de Vergnaud* (Tesis de maestría) Universidad Nacional del Comahue, Neuquén.

Serrano, G. y Catalán, L. (2014). *Uso de las TIC en el movimiento de cargas en campos eléctricos y magnéticos uniformes. Un estudio de caso*. Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento Publicación en línea (Semestral) Granada (España), Época II Año XIV, I (14)

Serrano, G.; Clavijo, S.; Mauceri, D. (2015). *El empleo de laboratorios virtuales en la enseñanza del electromagnetismo: una experiencia real*. Libro de actas VIII ENIDI Encuentro de docentes e investigadores de ingeniería, ISBN 978-950-42-0171-7. San Rafael, Mendoza.

Velasco, J. y Buteler, L. (2017). *Simulaciones computacionales en la enseñanza de la física: una revisión crítica de los últimos años*. Enseñanza de las Ciencias, 35.2, pp.161-178

Venecia, S.; Bravo, S.; Pesa, M. (2017). *¿Qué importancia asignan los estudiantes de física a los informes de laboratorio?* Revista de Enseñanza de la Física. Vol. 29, No. Extra, Nov. 2017, 207–214

Xavier B., Xavier J. y Montse N. (2003). *Applets en la enseñanza de la física*. Revista Enseñanza de las Ciencias, 21 (3), 463 - 472.

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca en el Proyecto de investigación “*El empleo de TIC y el*

6TCE. Deshidratación de porotos de soja en lecho fluidizado: Trabajo práctico destinado a alumnos de Ingeniería en Alimentos

Fluidized bed drying of soybeans: Experimental work for Food Engineering students

Charito Vignatti¹, Cecilia Fenoglio¹, Roberto Ceruti¹, Andrea Piagentini¹, Enrique Silva¹, María Elida Pirovani¹.

¹Instituto de Tecnología de Alimentos (ITA, FIQ-UNL). Santiago del Estero 2829, Santa Fe, Santa Fe, Argentina.

E-mail: mpirovan@fiq.unl.edu.ar

Resumen

La deshidratación de alimentos es uno de los temas incluidos en el programa analítico de la asignatura "Preservación de Alimentos" de la carrera Ingeniería en Alimentos (FIQ-UNL). Para complementar los conceptos teóricos, se desarrolló un trabajo práctico de planta piloto basado en el secado de porotos de soja en un lecho fluidizado. El trabajo práctico involucra: evaluar el efecto de la temperatura del aire y el tiempo de secado sobre la velocidad del secado del alimento, determinar si bajo las condiciones de trabajo se logra desactivar factores no nutricionales como la ureasa y el inhibidor de tripsina, y, usando la isoterma de sorción de la soja a 25 °C, determinar cuál es la humedad relativa máxima del ambiente para su adecuado almacenamiento. Esta estrategia didáctica permite al estudiante lograr la construcción de conocimiento y la apropiación de los contenidos a través del uso de los datos experimentales para calcular velocidades de secado, el análisis de los resultados en base a los fenómenos de transferencia de masa y energía en un contexto de planta piloto que estimula el pensamiento creativo y el análisis crítico.

Palabras clave: deshidratación, actividad de agua, contenido de humedad, trabajo práctico

Abstract

Food dehydration is one of the topics included in the program of "Food Preservation" of Food Engineering career (FIQ-UNL). In order to complement theoretical knowledge, an experimental pilot plant work was developed. It was based on the drying of soybeans in a fluidized bed. The experimental work involves: evaluate the effect of air temperature and drying time on drying rate, determine if it is possible to deactivate non-nutritional factors such as urease and trypsin inhibitor under the working conditions, predict what type of products can be treated in a fluidized bed dryer and, using the soy sorption isotherm at 25 °C, determine the maximum relative humidity of the environment for proper storage of the product. This didactic strategy allows the student to achieve the construction of knowledge and the appropriation of the contents through the use of experimental data to calculate drying rates, the analysis of the results based on mass and energy transfer phenomena within a context of pilot plant that stimulates creative thinking and critical analysis.

Keywords: dehydration, water activity, moisture content, experimental work

1. Introducción

La deshidratación es un método de conservación de alimentos basado en la reducción de la actividad de agua (a_w) lo que permite inhibir el desarrollo de microorganismos y reducir significativamente la cinética de reacciones de deterioro. Efectuar esta operación antes del envasado aumenta la vida de anaquel del producto y, además, disminuye los costos de transporte y almacenamiento debido a la reducción de volumen y masa que se producen como consecuencia de la misma (Zakir Hossain *et al.*, 2017). Dado que es una tecnología muy utilizada, la deshidratación forma parte del programa analítico de “Preservación de Alimentos”, asignatura obligatoria de la carrera Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química (FIQ, UNL), y, para afianzar los contenidos teóricos, se desarrolló un trabajo práctico (TP) de planta piloto. Específicamente, se diseñó un TP que consiste en el secado de porotos de soja en un lecho fluidizado basado en un trabajo de investigación publicado por Osella *et al.* (1997).

El secado en lecho fluidizado constituye una alternativa interesante para deshidratar alimentos particulados ya que permite un tratamiento térmico rápido y homogéneo con aire caliente (Tosi *et al.*, 1982; Abu-Hamdeh y Othman, 2004). La fluidización es una forma efectiva de maximizar la superficie de secado en un recinto pequeño, es decir, se consigue una gran superficie efectiva de contacto entre el sólido que se seca y el aire. Lo anterior, sumado a que el sólido suspendido está sometido a una acción de mezcla muy intensa, permite usar aire a temperaturas muy elevadas. De este modo, se favorece la transferencia de materia entre el sólido y el aire, y, en consecuencia, el tiempo de secado disminuye. Estas altas velocidades de secado suponen bajos tiempos de retención en el equipo, lo que permitiría utilizar instalaciones reducidas (Casp y Abril, 2003).

Asimismo, la soja es un alimento que posee sustancias conocidas como factores no nutricionales que pueden presentar actividad biológica variada en el hombre y rumiantes. Algunos de estos factores intervienen bloqueando la acción de determinadas enzimas que participan en la digestión de las proteínas en el aparato digestivo. Esto puede provocar, en casos extremos, la inhibición de crecimiento o afectar el estado de salud normal de los individuos. El principal factor no nutricional identificado, es una sustancia de naturaleza proteica,

que actúa inhibiendo la tripsina y quimotripsina secretadas por el páncreas, por lo que se lo conoce como inhibidor de tripsina. Además, otra sustancia que produce efectos adversos es la ureasa, enzima que cataliza la conversión de la urea en amoníaco y dióxido de carbono, y cuya presencia podría ser perjudicial para los rumiantes, especialmente cuando su dieta incluye alimentos que contienen urea. Tanto el inhibidor de tripsina como la ureasa son termolábiles por lo que el valor biológico del poroto de soja puede mejorarse si su actividad es inhibida mediante tratamientos térmicos adecuados.

Considerando los aspectos citados anteriormente, los objetivos pedagógicos del TP son:

- conocer las principales características constructivas, operativas y de control de un secadero de lecho fluidizado de planta piloto,
- capacitar a los alumnos en la utilización correcta de un equipo de secado y en las técnicas de determinación de humedad y actividad de agua en alimentos,
- adquirir y procesar la información experimental generada, y,
- adquirir capacidades, aptitudes y actitudes que estimulen el pensamiento creativo y el análisis crítico.

Para cumplir con los objetivos, la guía de TP propone:

- a) evaluar el efecto de la temperatura del aire y el tiempo de deshidratación sobre la velocidad de secado del alimento; y,
- b) determinar las condiciones de secado y almacenamiento adecuadas para lograr un producto deshidratado estable, minimizando la actividad de los factores no nutricionales, inhibidor de tripsina y ureasa.

2. Materiales y métodos

Durante el desarrollo del trabajo práctico se deshidratan porotos de soja con una humedad similar a la del producto recién cosechado, alrededor de 20%. Para ello, se parte de soja deshidratada comercialmente, a la cual se le agrega la cantidad de

agua necesaria para alcanzar la humedad requerida según la expresión (1):

$$V_{H_2O} = \frac{(H_o - H_c)}{(100 - H_o)} \frac{m_{soja}}{\rho_{H_2O}} \quad (1)$$

donde: V_{H_2O} , es el volumen de agua a agregar [mL]; H_o , es la humedad que se pretende alcanzar [%]; H_c , humedad de la soja comercial [%]; m_{soja} , es la masa de soja a humedecer [g]; y, ρ_{H_2O} , es la densidad del agua [g/mL]. La rehidratación se produce durante 24 h.

La soja rehidratada se trata en el secadero de lecho fluidizado de planta piloto, donde la temperatura del aire que ingresa a la cámara de fluidización puede fijarse entre 100 y 140 °C y la velocidad del aire se regula con discos entre 4,6 y 6,6 m/s. La Figura 1 muestra una representación del secadero y sus partes principales.

En este TP se deshidratan muestras individuales de soja (100 g) con 20 % de humedad inicial en un secadero de lecho fluidizado a 110 y 130 °C durante 1,5; 3,0; 5,0; 10,0; 15,0 y 20,0 min, siendo la velocidad del aire 4,6 m/s en todos los casos. Para cada tratamiento se determina la humedad y la actividad de agua inicial y final. Con los datos adquiridos, se propone calcular el contenido de humedad en base seca y la velocidad de secado para cada experiencia.

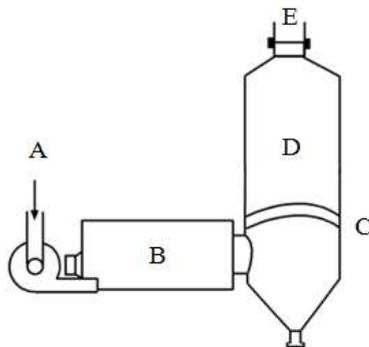


Figura 1. Fotografía y esquema del secadero de lecho fluidizado: A, entrada de aire; B, intercambiador de calor; C, placa perforada; D, lecho fluidizado; E, salida de aire.

La determinación tanto de la humedad inicial como de la humedad final de las muestras se realiza, por duplicado, en estufa Dalvo AHP a 130 °C durante 1 h hasta pesada constante (AAAC Method 44-15A).

Los contenidos de humedad en base seca a un tiempo determinado se calculan según (2):

$$X_i = \frac{H_i}{(100 - H_i)} \quad (2)$$

siendo: X_i , el contenido de humedad a un tiempo i [$\text{kg}_{\text{agua}} / \text{kg}_{\text{sólidos secos}}$]; H_i , humedad del producto al tiempo i [%].

La actividad de agua se mide con un higrómetro de punto de rocío Aqua Lab CX-2 (Decagon Devices Inc.) (Figura 2). La muestra se equilibra con el aire presente en el espacio de cabeza de una cámara sellada que contiene un espejo, un sensor óptico, un ventilador y un termómetro infrarrojo. El ventilador interno genera la circulación de aire reduciendo el tiempo en que se establece el equilibrio entre la muestra y el espacio de cabeza. El equilibrio se logra sin pérdida ni ganancia considerable de humedad por parte de la muestra en virtud de que, en esta última, la humedad es mucho mayor a la del aire. El rango de medición de a_w se encuentra entre 0,03 y 1,00, con una resolución de $\pm 0,001$. La medición normalmente se logra en 5 minutos. El equipo exhibe los datos de actividad acuosa y temperatura de equilibrio en un visor digital.



Figura 2. Higrómetro de punto de rocío AquaLab.

Con los datos experimentales, los alumnos elaboran un informe donde, para cada temperatura de secado, se analiza:

- La dependencia del contenido de humedad final en base seca y la velocidad de secado en función del tiempo de secado. La velocidad de secado se calcula de acuerdo a (3):

$$\frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{X_{\text{inicial}} - X_{\text{final}}}{t_{\text{secado } i}} \quad (3)$$

donde: $\Delta X / \Delta t$, es la velocidad de secado [$\text{kg}_{\text{agua}} / \text{kg}_{\text{sólidos secos}} \text{ min}$]; X_{inicial} , es el contenido de humedad

inicial [kg agua/kg sólidos secos]; X_{final} , es el contenido de humedad al tiempo de secado i [kg agua/kg sólidos secos]; y , $t_{secado\ i}$, es el período de secado i [min].

- La relación entre la velocidad de secado y el contenido de humedad en base seca.

- Las condiciones bajo las que debería secarse el producto a los fines de lograr una inactivación de ureasa e inhibidor de tripsina superior al 90 % en base a información disponible en Osella *et al.* (1997).

- La humedad relativa máxima del ambiente para el almacenamiento del producto sin que gane humedad partiendo del contenido de humedad en base seca de porotos de soja deshidratados durante 20 min.

Resultados y Discusión

a) *Adquisición de datos experimentales y análisis de las principales características del secadero de lecho fluidizado.*

Durante el desarrollo del trabajo práctico, los estudiantes corroboran que el aire caliente se utiliza simultáneamente como agente de secado y de fluidización al circular a través del lecho de partículas, con alta velocidad, suficiente para vencer el peso del producto y mantener al sólido suspendido. Además, deducen que la velocidad de aire requerida depende del tipo de producto a tratar, específicamente, del tamaño de partícula y de su densidad.

Por otra parte, para cada temperatura de secado, registran en tablas los resultados experimentales obtenidos, estos son: contenido de humedad y actividad de agua inicial y final (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Datos experimentales obtenidos después del secado a 110 °C.

$H_{inicial}$ [%]	18,320	a_w inicial	0,879
Tiempo de secado [min]	H_{final} [%]	a_w final	
1,5	15,424	0,796	
3,0	14,047	0,785	
5,0	13,376	0,736	
10,0	12,825	0,695	
15,0	10,628	0,576	
20,0	10,006	0,502	

Tabla 2. Datos experimentales obtenidos después del secado a 130 °C.

$H_{inicial}$ [%]	18,320	a_w inicial	0,879
Tiempo de secado [min]	H_{final} [%]	a_w final	

1,5	13,587	0,771
3,0	13,312	0,747
5,0	12,406	0,712
10,0	10,108	0,625
15,0	7,924	0,492
20,0	6,858	0,407

b) *Dependencia del contenido de humedad en base seca y de la velocidad de secado con la temperatura y el tiempo.*

Usando la información experimental, se calculan los valores del contenido de humedad en base seca después de cada período de secado y la velocidad de secado según las expresiones (2) y (3), respectivamente, y se trazan las gráficas X vs t (Figura 3) y $\Delta X/\Delta t$ vs t (Figura 4).

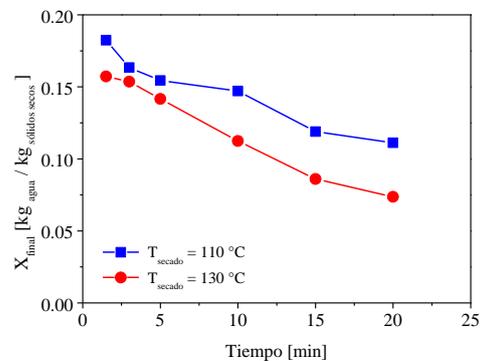


Figura 3. Contenido de humedad en base seca en función del tiempo de secado a distintas temperaturas.

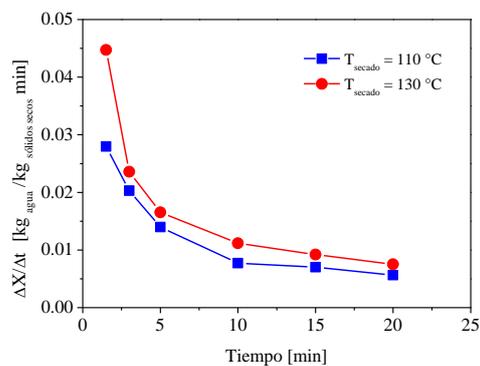


Figura 4. Velocidad de secado en función del tiempo a distintas temperaturas.

La interpretación de la información presentada en estas gráficas resulta esencial para lograr la comprensión de la temática en estudio. Fundamentalmente, se pretende que los estudiantes justifiquen las siguientes tendencias:

- mayor disminución del contenido de humedad a mayor temperatura del aire;

- incremento de la velocidad de secado con la temperatura del aire; y,
- disminución de la velocidad de secado a medida que aumenta el tiempo de exposición.

Para realizar esta tarea es necesario comprender que el proceso de secado se produce debido a la difusión del agua en la estructura del alimento y que se requiere aportar calor para que esta se evapore; vinculando la transferencia de calor desde el aire a la superficie del producto a un fenómeno convectivo y la transferencia de calor desde la interfase gas-sólido hacia el interior del sólido a un fenómeno de conducción. La interpretación de estos fenómenos posibilita que los alumnos expliquen las diferencias observadas en la velocidad de secado cuando se emplea aire a diferentes temperaturas.

Por otra parte, los alumnos verifican que al aumentar la temperatura y el tiempo de secado los valores de actividad de agua disminuyen (Tablas 1 y 2). Cuando la actividad de agua es inferior a 0,6, la interacción agua-sustrato es lo suficientemente fuerte como para que el agua no se encuentre disponible para el crecimiento de bacterias, hongos y levaduras. En los casos analizados, esto se verifica cuando el producto fue deshidratado durante 15 minutos. En postcosecha, la humedad del grano determinada para este valor de a_w se denomina humedad de seguridad para el almacenamiento (Torrez Irigoyen, 2013).

c) Dependencia de la velocidad de secado con el contenido de humedad en base seca del alimento.

Usando la gráfica $\Delta X/\Delta t$ vs X obtenida para cada temperatura de operación (Figura 5), se espera que el estudiantado determine que la ausencia de período de velocidad de secado constante se debe a que el producto no posee agua libre; mientras que, el período de velocidad de secado decreciente se vincula a la evaporación de agua ligada.

Asimismo, es importante que se logre asociar la etapa de secado decreciente a un fenómeno difusivo que limita la velocidad de migración de humedad en el sólido, y, que la difusividad del vapor de agua en el tipo de alimento evaluado tiende a ser constante puesto que la estructura del mismo no colapsa.

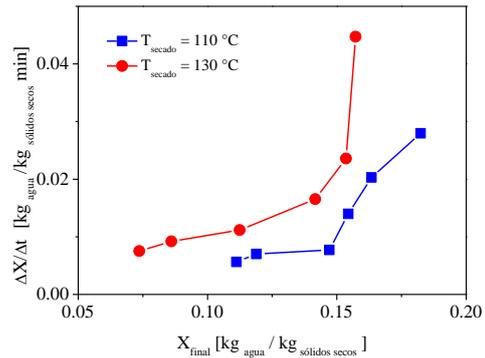


Figura 5. Velocidad de secado en función del contenido de humedad en base seca.

d) Inactivación térmica de factores no nutricionales: inhibidor de tripsina y ureasa.

Anteriormente, se mencionó que tanto el inhibidor de tripsina como la ureasa son factores no nutricionales que afectan negativamente la digestión de proteínas en humanos y de alimentos que contienen urea en rumiantes, respectivamente. La degradación de los mismos depende principalmente del tratamiento térmico al que se somete el alimento. Además, existe evidencia (Quicazán y Caicedo, 2012) que demuestra que la actividad del inhibidor de tripsina se encuentra directamente relacionada a la actividad de la ureasa.

En este contexto, el trabajo práctico propone seleccionar la temperatura y el tiempo de secado apropiados para inactivar al inhibidor de tripsina y a la ureasa en un 90 % usando la información disponible en la publicación de Osella *et al.* (1997) donde se representa en qué porcentaje se inactivan estos factores no nutricionales de acuerdo a la temperatura a la que se llevó a cabo la deshidratación y el tiempo de tratamiento para muestras con diferentes contenidos de humedad en base seca inicial (Figuras 6 y 7).

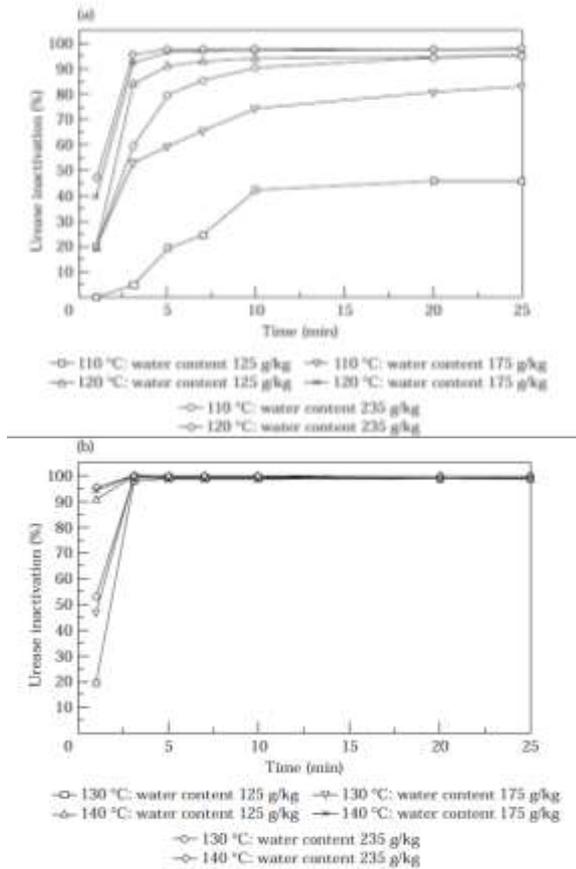


Figura 6. Inactivación de ureasa en función del tiempo (Osella *et al.*, 1997).

Para realizar esta actividad, los alumnos deben seleccionar la curva que representa el porcentaje de inactivación de cada factor en función del tiempo obtenidas para la temperatura de operación y el contenido de humedad inicial, en base seca, más próximo al de la muestra usada en el TP. En el ejemplo que se presenta en este trabajo, el contenido de humedad en base seca inicial ($X_{inicial}$) de la muestra es 224 g agua/kg sólidos secos, por lo que las curvas que deben usarse para responder la consigna son aquellas obtenidas para una muestra cuyo $X_{inicial}$ es 235 g agua/kg sólidos secos a 110 y 130 °C, respectivamente. Esta información se resume en tablas (Tablas 3 y 4) y permite inferir que el tratamiento en una corriente de aire a 130 °C durante un período igual o superior a 5 min desactivan ambos factores no nutricionales en más de un 90 %.

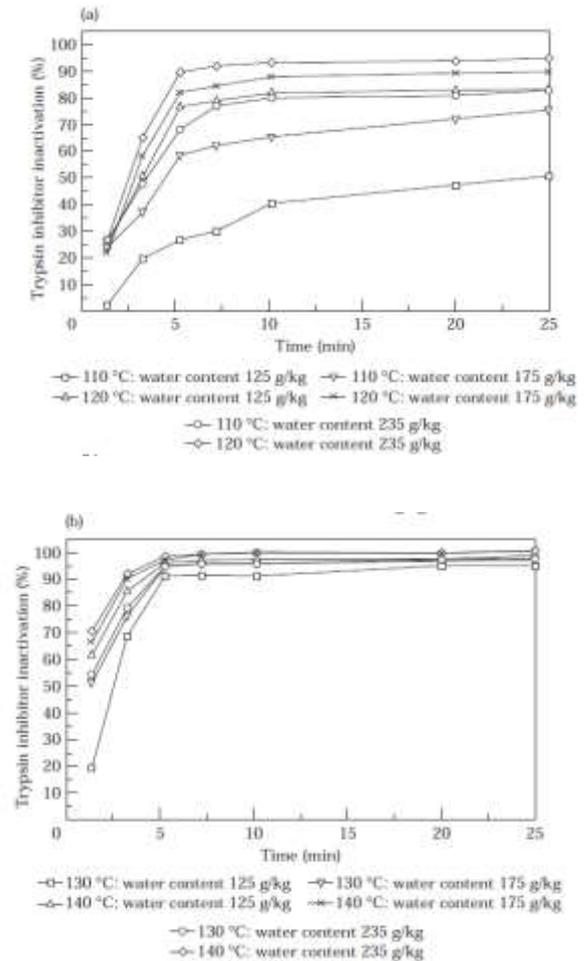


Figura 7. Inactivación del inhibidor de tripsina (Osella *et al.*, 1997).

Tabla 3. Inactivación de ureasa e inhibidor de tripsina a 110 °C.

Tiempo [min]	Inact. ureasa [%]	Inact. inhibidor de tripsina [%]
1,5	0,0	2,5
3,0	5,0	20,0
5,0	20,0	35,0
10,0	42,0	40,0
15,0	45,0	45,0
20,0	46,0	50,0

Tabla 4. Inactivación de ureasa e inhibidor de tripsina a 130 °C.

Tiempo [min]	Inact. ureasa [%]	Inact. inhibidor de tripsina [%]
1,5	20,0	20,0
3,0	97,0	68,0
5,0	98,0	92,0
10,0	98,0	93,0
15,0	98,0	95,0
20,0	98,0	95,0

e) *Determinación de la humedad ambiental óptima para el almacenamiento del producto deshidratado.*

Es sabido que el agua posee un rol importante en la estabilidad física, química y microbiológica de un alimento durante su almacenamiento. La relación entre la actividad de agua y el contenido de humedad en el equilibrio de un alimento a temperatura y presión constantes está determinada por su isoterma de sorción. Por definición, la actividad de agua es la humedad relativa del producto en el equilibrio dividido 100 (Singh y Heldman, 2014). La isoterma de sorción describe la habilidad para absorber (adsorción) o liberar (desorción) vapor de agua desde o hacia el medio circundante, respectivamente, hasta que se alcanza el equilibrio (Singh y Erdogdu, 2009). La Figura 8 representa la isoterma de sorción para la soja a 25 °C (Saravacos, 1969). Considerando lo anterior, los alumnos evalúan cuál es la máxima humedad ambiental que soportarían los granos sin ganar humedad si previamente fueron secados a 110 y a 130 °C durante 20 minutos. Esta actividad permite determinar las condiciones óptimas de almacenamiento sin que el producto requiera un envase.

En el TP, conocidos los valores de humedad de las muestras deshidratadas a 110 y 130 °C durante 20 min, se calculan los contenidos de humedad en base seca según la ecuación (2). Con estos datos y la isoterma de adsorción (Figura 8), se determina la a_w asociada a cada caso, multiplicando estos valores por 100 se obtiene el porcentaje de humedad relativa del aire en el equilibrio, $HR_{ambiente}$ [%].

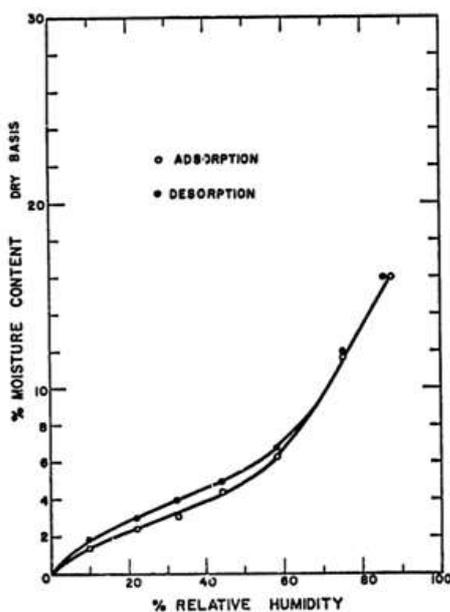


Figura 8. Isoterma de sorción para poroto de soja (Saravacos, 1969).

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos para las experiencias realizadas. En base a estos, se puede afirmar que la muestra tratada durante 20 minutos a 110 °C puede almacenarse en un ambiente cuya humedad sea menor o igual a 74 %; mientras que, los granos secados a 130 °C requieren una humedad ambiente igual o inferior a 63 % para evitar la ganancia de humedad.

Tabla 5. Determinación de $HR_{ambiente}$ para soja secada a 110 y 130 °C durante 20 minutos.

T_{aire} [°C]	X_{final} [kg agua/kg sólidos secos]	Contenido de humedad en base seca [%]	$HR_{ambiente}$ [%]
110	0,111	11,1	74
130	0,074	7,4	63

3. Conclusiones

Esta estrategia didáctica permite al estudiante lograr la construcción de conocimiento y la apropiación de los contenidos a través del uso de datos experimentales y el análisis de resultados en un contexto de planta piloto que estimula el pensamiento creativo y el análisis crítico. Estas actividades son muy valoradas por el alumnado ya que facilitan el aprendizaje significativo de la temática en estudio en un contexto real. Además, el trabajo práctico se aborda de una manera integral donde se consideran aspectos tales como:

- *Transferencia de masa y energía.* El dominio de conceptos previos tales como: transferencia de energía por convección y conducción y difusión de agua en el alimento permiten explicar las diferencias en las curvas de secado obtenidas a las dos temperaturas de operación.
- *Aspectos de diseño y aplicación del secadero de lecho fluidizado.* Los estudiantes pueden inferir cómo el tamaño de partícula y su distribución y la velocidad del aire, responsable de mantener en suspensión al sólido, son variables determinantes para lograr la deshidratación homogénea del producto.
- *Calidad nutricional y conservación del producto deshidratado.* Se logra comprender que, en ciertas ocasiones, un proceso de conservación no solo permite extender la vida útil del producto sino que también mejora su calidad nutricional. Además, se analizan cuáles son las condiciones de almacenamiento óptimas para el producto tratado en base a bibliografía disponible, respetando el mismo procedimiento que se utiliza en procesos reales.

4. Referencias

AACC Method 44-15A. Approved Methods of the AACC, 10th Edition, American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN, EE.UU.

Abu-Hamdeh, N.H.; Othman, A.M. (2004). *An experimental study and mathematical simulation of wheat drying*. Drying Technology 22(3), 491-506.

Casp, A.; Abril, J. (2003). *Procesos de Conservación de Alimentos*, 2^a edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

Osella, C.A.; Gordo, N. A.; González, R. J.; Tosi, E.; Ré, E. (1997). *Soybean Heat-treated using a Fluidized Bed*. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 30, 676-680.

Quicazán, M.; Caicedo, L. (2012). *Inactivación del inhibidor de tripsina durante el tratamiento térmico de bebidas de soya*. Vitae, 19, 337-339.

Saravacos, G.D. (1969). *Sorption and Diffusion of Water in Dry Soybeans*. Food Technology 23 (11), 145-147.

Singh, R.P.; Erdogdu, F. (2009). *Virtual Experiments in Food Processing*, 2nd edition, RAR Press, Davis, California, USA.

Singh, R.P.; Heldman, D.R. (2014). *Introduction to Food Engineering*, 5th edition, AP Elsevier, USA.

Torrez Irigoyen, R.M. (2013). *Diseño de un proceso térmico de fluidización para la producción de soja crocante*, Tesis Doctoral, Dpto de Ing. Qca., Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.

Tosi, E.; Re, E.; Catalano, O.; Cazzoli, A. (1982). *Secado de trigo por lecho fluidizado. Influencia de las variables del proceso de secado en la calidad panadera de las harinas*. Alimentaría Latinoamericana 16 (133), 61-68.

Zakir Hossain, S.M.; Mansour, N.; Sultana, N. (2017). *Design of a laboratory experiment for the performance analysis of a retrofitted tray dryer unit*, Educ. Chem. Engineers 18, 35-44.

07TCE. Modelo de enseñanza por competencias en Física: “Resolución de problemas”

Mgter. Mónica Slipak¹; Esp. Alejandra Todaro²; Ing. Rubén Vidal³; Ing. Alejandro Santa María⁴

1. Universidad Nacional de Cuyo; Facultad de Ciencias Agrarias; email: monicaslipak@gmail.com
2. Universidad Nacional de Cuyo; Facultad de Ciencias Agrarias; Didáctica de la Física; email: alejandra.todaro2@gmail.com
3. Universidad Nacional de Cuyo; Facultad de Ciencias Agrarias; Didáctica de la Física; email: rubenvidald@yahoo.es
4. Universidad Nacional de Cuyo; Facultad de Ciencias Agrarias; Didáctica de la Física; email: asantamaria@fca.uncu.edu.ar

Resumen

El presente trabajo se basa en una aplicación de una innovación metodológica a través de la resolución de problemas integradores y de una serie de problemas más específicos que permiten acotar los contenidos a aprender por parte de los alumnos. Este modelo surge como alternativa por la falta de motivación presentada en los alumnos hacia el estudio de la Física. Se utilizó en una Tecnicatura y Licenciatura de Enología. El problema disparador fue “La elaboración del Champagne”. Se relacionaron los temas de la curricula de la materia con las diferentes temáticas que se podían abordar desde el problema.

La metodología que se utilizó fue exploratoria descriptiva, observando el impacto producido en los alumnos y concluyendo que hubo una respuesta positiva, mejorando la motivación, el pensamiento crítico, las estrategias de aprendizaje, la valoración hacia la ciencia y mediante el trabajo grupal se enfatizó el compromiso con su propio aprendizaje y como consecuencia de ello se mejoró el rendimiento académico.

Palabras clave: didáctica de la Física, competencias, resolución de problemas, Champagne.

Abstract

The present document is based on an application of a educational innovation through the resolution of problems. This model emerges as an alternative due to the lack of motivation in the students towards the study of Physics. It was used in an Enology Technician. The trigger problem was "The elaboration process of sparkling wine".

The methodology used was a descriptive exploratory, observing the impact produced in the students and concluding that there was a positive response, improving motivation, critical thinking, learning strategies, the appreciation towards science and through group work, emphasis was placed on the commitment to their own learning and as a result improved academic performance.

Keywords: didactics of Physics, competences, problem solving, Champagne.

1. Introducción

A partir de las experiencias con alumnos de las carreras de Tecnicatura y Licenciatura de Enología, se observaron serias dificultades para adaptarse a las exigencias universitarias en el ciclo básico, en la materia Física, en particular. Estos inconvenientes producen una sensación de fracaso, no sólo en los estudiantes sino también en los docentes.

Se propuso una innovación cuyo objetivo último es ayudar al alumno en su inserción a la Universidad,

desde una perspectiva de trabajo en la “Resolución de Problemas”.

Aprovechando sus potencialidades y graduando sus nuevos conocimientos con un seguimiento continuo para lograr una mejor motivación intrínseca [1].

Entendiendo como motivación intrínseca, la búsqueda de temas de interés para el alumno, donde se sienta capaz de realizar pequeñas investigaciones, trabajando en grupo en forma organizada, estructurada y guiados por un docente tutor.

En esta innovación educativa, se utilizan conceptos básicos de la Física para elaborar una interpretación científica de los principales fenómenos naturales presentes en la elaboración del champagne, basándonos en un modelo sencillo. De esta forma se escogen los parámetros físicos, más relevantes, que intervienen en la elaboración del champagne (y que corresponden a los temas que deben desarrollarse en la currícula de primer año) y mediante su manipulación intencional, podrían mejorar el producto.

Para ello se utilizaron estrategias personales, coherentes con los procedimientos de la ciencia en la resolución de problemas, la participación en la planificación y realización en equipo de actividades científicas sencillas; promoviendo el aprendizaje grupal, el autoaprendizaje y desarrollando competencias científicas básicas.

El aprendizaje de las ciencias no debe ser un acopio de saberes descontextualizados, sino, que debe formar parte del esquema general del conocimiento del individuo, donde la motivación, la interrelación de conceptos y su aplicación deben ser parte de los objetivos fundamentales perseguidos.

Nos enfocamos en la problemática de la enseñanza de la Física en Enología, dada la importancia que tiene la actividad vitivinícola en Mendoza, nuestra provincia. Nos proponemos generar una serie de instrumentos que permitan colaborar con el objetivo de actualizar y resignificar las prácticas docentes.

La escuela media y la universidad actual plantean como objetivo fundamental promover el autoaprendizaje -o aprendizaje autónomo-, desarrollando en los estudiantes las competencias que le permitan adecuarse a los cambios y contextos actuales. [2]. Las competencias básicas para la articulación de la educación media y universitaria según la interpretación de la Universidad Nacional de Cuyo son: Comprensión lectora, producción de textos y resolución de problemas y dentro de las competencias transversales: autonomía en el aprendizaje y destrezas cognitivas generales.

Pero ¿a qué se refiere el término competencia?

Una competencia es un conjunto de capacidades complejas, integradas en diversos grados, que se debe desarrollar en el alumno a través de la educación formal, para que pueda desempeñarse como sujeto responsable en diferentes contextos de la vida social y personal, sabiendo ver, hacer, actuar y disfrutar convenientemente, evaluando

alternativas, eligiendo estrategias adecuadas y haciéndose cargo de las decisiones tomadas. [3].

Si se caracteriza a la competencia y su funcionamiento desde la complejidad, se puede sostener que son sistemas o conjuntos complejos dinámicos compuestos por: conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes. Cuando se trabaja pedagógicamente alguno de sus componentes, se debe poner en juego el todo que es la competencia. Cualquier cambio en alguno de los mismos también generará cambios en los otros elementos que la componen y en sí misma. [2].

Los trabajos áulicos orientados a la resolución de problemas son de mucha utilidad para el desarrollo de las competencias científicas básicas. “Formar competencias científicas es enseñar a saber colocarse en el punto de vista de la ciencia, con toda su complejidad, conflictividad y diversidad que esto significa, y que, a la luz del debate contemporáneo, podemos resumirlo en la capacidad de relacionar la teoría con la práctica, en el más amplio sentido de ambos términos, sabiendo que cualquier teoría científica es también una práctica social...” [3].

2. Materiales y Métodos

En esta propuesta el problema elegido es:

Mejorar la calidad de un champagne, desde su elaboración, a través del análisis y la manipulación de las propiedades físicas presentes en ella.

Todas las actividades comienzan con un problema inicial y trabajos grupales para concluir con una puesta en común.

Se contemplan la siguiente secuencia de actividades:

La visualización de un video sobre la elaboración del champagne, como la presentación del problema a tratar. (Extraído y editado a partir del siguiente enlace:

<https://www.youtube.com/watch?v=RLQggSSdgQ>). [4].

El objetivo último en la elección del problema es motivar al alumno y además confrontarlo con determinadas concepciones que permiten el surgimiento de una curiosidad real. Se pretende que sea una motivación intrínseca, donde la razón por esforzarse está en lo que se aprende, para ello los aprendices deben percibir que el resultado del

aprendizaje es significativo y tiene interés en sí mismo. [5].

Una situación problema es toda aquella que se caracteriza por presentar: un conjunto de datos (objetos materiales, acciones, acontecimientos, representaciones simbólicas, lingüísticas, gráficas, matemáticas), un conjunto de preguntas que precisan el objetivo a alcanzar el que generalmente se encuentra relacionado con el para qué, dando la apertura al problema y un conjunto de restricciones que delimitan las acciones del sujeto. Pueden referirse a datos disponibles o accesibles a los sujetos, a los tratamientos posibles, a las ideas previas.

El planteo de problemas específicos, relacionados con la Currícula de Física que se desea desarrollar.

Por ejemplo, a partir del problema integrador se podrían realizar una serie de preguntas generales y agregar las que pueden aportar los alumnos:

¿Cómo se producen estas burbujas?

¿De dónde salen tantas burbujas?

¿Cómo logran formar esa trayectoria tan particular?

¿Cómo se agrupan al salir?

¿Por qué aumenta su tamaño al ascender?

¿Por qué aumenta su velocidad?

¿Por qué en las proximidades de la interfase con el aire se aproximan unas a otras?

¿Por qué estos vinos son tan aromáticos?

Los problemas específicos deben integrar los máximos temas posibles; a partir de ellos se reconocen los contenidos que se tratarán en el curso, y se diseñan nuevos problemas más específicos entramados dentro del gran problema [6]. Estos problemas más específicos son presentados en secuencia para lograr abarcar la mayor cantidad de contenidos del programa del curso.

Por ejemplo, se pueden incluir temas relacionados con fluidos

Conceptos de densidad, peso específico y de viscosidad

Concepto de presión.

Presiones ejercidas sobre un líquido.

La diferencia presiones entre dos puntos con la profundidad

Presión atmosférica, unidades más usuales.

Concepto de empuje en un sólido sumergido, flotabilidad.

Concepto de fuerzas adhesivas y cohesivas, origen y magnitud.

Presión en el interior de una burbuja.

Relación entre la tensión superficial y la viscosidad (solo presente en fluidos en movimiento) con las fuerzas intermoleculares.

Relación entre la diferencia de presiones entre el interior y el exterior de una burbuja, con la tensión superficial.

El empuje no depende de la profundidad, pero si del volumen.

Ley de Henry

Leyes de gases

La realización de una actividad de confrontación con los nuevos contenidos.

Las actividades de confrontación se deben realizar, basándose en las ideas expuestas por los alumnos, alternando, por ejemplo, entre la presentación de los conceptos principales y las ideas previas de los alumnos.

André Giordan y Gerard de Vecchi piensan que lo que determina el aprendizaje, es el hecho de relacionar los elementos nuevos con las ideas ya establecidas dentro de la propia estructura cognitiva. [7].

Lo que se plantea es una enseñanza mediante el conflicto cognitivo, se trata de confrontar las concepciones alternativas del alumno con nuevas situaciones que no pueda resolver, haciendo que el alumno tome conciencia de ese conflicto, se sienta insatisfecho con sus ideas y dispuesto a adoptar otros modelos más convincentes que resuelvan el conflicto y le son proporcionados por el docente. En la enseñanza basada en el conflicto cognitivo, el alumno, elabora y construye su propio conocimiento [8].

La institucionalización de los nuevos contenidos.

El docente debe introducir al alumno en el manejo de los conceptos claves, con el fin de producir un acercamiento a la estructura profunda de la ciencia y sin dejar de tener una visión globalizadora. Pozo propone presentar las ideas principales al comienzo y desarrollar una red conceptual cuyos elementos se ramifiquen progresivamente.

Se debe lograr que los alumnos aprendan y comprendan los conceptos para darles un significado a los hechos e interpretarlos dentro de un marco conceptual, utilizando un lenguaje sencillo y algunos términos científicos que el alumno deberá ir incorporando paulatinamente.

La realización de actividad de aplicación en el laboratorio.

Se realizará la resolución de los interrogantes planteados y las posibles soluciones. Este tipo de actividad permite reflexionar sobre lo que se hace y se sabe. El profesor debe conseguir que la cuantificación no sea un fin, sino un medio de acercarse al problema científico, diferenciando el dominio científico del matemático, ayudándole a reconocer los conceptos utilizados, a interpretar los resultados numéricos dentro del marco teórico y el nivel de incertidumbre de los métodos utilizados.

La elaboración de conclusiones mediante una actividad de cierre o estrategia de cierre.

En esta instancia se apunta a la metacognición, lo que implica procesos de reflexión y toma de conciencia sobre el propio conocimiento. Luego se debe organizar una discusión abierta, donde se visualicen las limitaciones al modelo expuesto, debido a la simplificación de su complejidad.

Se detecten las sensaciones, olfativas, táctiles, oculares y gustativas que se aprecian en esta bebida.

Se obtenga un resumen de todo el proceso de formación de las burbujas y se encuentren las variables que se pueden manipular sin alterar la calidad del producto y que mejoren las sensaciones.

Por ejemplo, algunas de las conclusiones serían las siguientes:

Entre los signos distintivos de la calidad del champagne, está el desarrollo, forma, tamaño, continuidad, comportamiento y muerte de las columnas ascendentes de sus finas burbujas.

Una vez obtenida la burbuja se deja reposar sobre las lías de esta manera éstas le confieren los aromas y sabores al tiempo que el gas carbónico se integra al líquido, obteniéndose así burbujas más delgadas y persistentes (presencia de nitrógeno).

Al abrir la botella de champagne de 74 centilitros, 8 gramos de gas carbónico se liberan y lo hacen de dos formas distintas:

Por difusión a través de la superficie del líquido (alrededor de un 80%), esta difusión es casi instantánea y adiabática, la disminución brusca de la temperatura produce la condensación del agua disuelta en la fase gaseosa, produciéndose esa neblina en el pico de la botella en el momento del descorche.

El resto se libera mediante la formación de burbujas desde el seno de la bebida.

Si estas burbujas superan un radio crítico (en el champagne es de unas 2 décimas de micra), una parte del dióxido de carbono abandonará el líquido y comenzará a nuclearse alrededor de impurezas hasta que su tamaño es tan grande que, por flotabilidad, se desprende iniciando un camino ascendente.

Estas pequeñas burbujas van aumentando su tamaño a lo largo de su ascensión hacia la superficie como consecuencia de la menor presión en la superficie. Durante su trayecto de 10 centímetros en la copa, las burbujas multiplican su volumen por 1 millón hasta llegar a un radio de 1 milímetro.

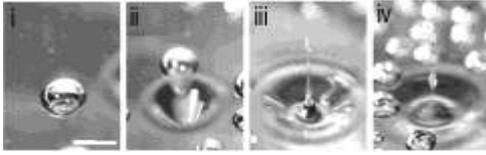
Para formar una burbuja incipiente las moléculas de dióxido de carbono deben agruparse, venciendo la cohesión de las moléculas de líquido debidas a la fuerzas de atracción dipolar de Van der Waals, responsables de la viscosidad.

La ley de Laplace y otras consideraciones físicas, derivadas de la baja concentración de gas disuelto en el líquido, hacen que las microburbujas no se desarrollen en el seno del líquido, sino que se reabsorban y desaparezcan.

Como el champagne contiene gran cantidad de sustancias disueltas, algunos de ellos tensioactivos (reducen la tensión superficial), éstas moléculas tienen una parte amante del agua (hidrófila) y otra que no lo es (hidrófoba).

Estos tensioactivos se agrupan sobre la superficie de las burbujas, la parte hidrófoba hacia dentro de

la burbuja y la hidrófila hacia fuera, en contacto con el líquido.

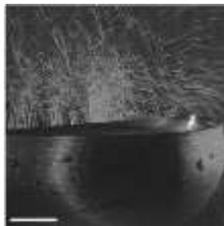


De esa manera proporcionan a la superficie de la burbuja una membrana que contiene al gas y de una disminución de la tensión superficial, impidiendo además la transferencia con el líquido. En el ascenso se depositan en ellas sustancias que limitan la velocidad de ascenso, con lo que se acercan unas a otras.

Estos tensioactivos son los responsables de crear la espuma característica.

En el momento de alcanzar la superficie de separación de los medios, la burbuja antes de romper, parte de su volumen se expone al contacto con el aire y su rompimiento comienza por una cavidad, “la cofia” que al cerrarse por la acción de la tensión superficial proyecta hacia arriba una finísima gota de líquido, tan distintivo, al acercar la nariz a la copa.

En menos de 3 milisegundos, la superficie vuelve a estar plana por la acción de la gravedad.



La expulsión de microgotas por encima de la superficie libre de la copa de champán tiene el efecto de un aerosol, como se evidencia a través de fotografía de alta velocidad secuenciado con un intervalo de ~ 1 ms, muestra a cuatro pasos del colapso de una burbuja de champán.

Este fenómeno da una gran cantidad de microgotas expulsadas por cada segundo a varios centímetros por encima de la superficie.

3. Resultados y discusión

Toda innovación en el terreno pedagógico debiera ser documentada y evaluada. En nuestro medio existen muchas innovaciones que se implementan, se cambian y se abandonan, sin ser evaluadas. Se puede hablar de evaluación, ya que también se

pretende una valoración del objeto evaluado y la toma de decisiones a partir de ella.

En nuestro caso, la innovación se aplicó en una cohorte de 30 alumnos de Enología y Viticultura.

Para su evaluación se utilizó una metodología cualitativa con enfoque etnográfico. Dicha sistemática está centrada en la reflexión sobre las prácticas.

La evaluación se basó en preguntarse:

¿Cómo viven los alumnos la innovación propuesta?

Se sienten motivados

Logran integrar los saberes

Comprenden la importancia del trabajo científico, en este caso, para la mejora de la calidad de un producto.

Se producen cambios al trabajar en grupo, desarrollando el autoconocimiento.

En realidad, existen muchos interrogantes, pero se pretendió acotarlos para realizar una evaluación más clara y concreta.

La metodología que se utilizó fue exploratoria descriptiva. En cuanto a las técnicas de recolección de datos se utilizaron encuestas: se realizaron dos de tipo abierta a los alumnos y anónimas, una al comenzar el cursado y otra a su finalización. Luego se procedió a la codificación de las mismas. Y también se utilizó un grupo de discusión (entrevista tipo “focal group”): con alumnos tomados al azar y dirigida por un docente ajeno a la cátedra.

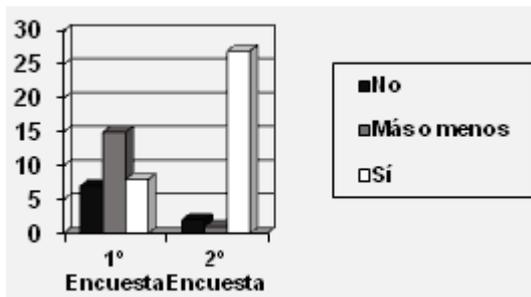
Se aplicó una encuesta al comenzar el segundo semestre para hacer un diagnóstico inicial. Al finalizar el año se aplicó otra encuesta a alumnos, en todos los casos se decía al alumno que, si lo deseaban, podrían expresarse en las contestaciones. Se compararon los resultados de la primera y segunda encuesta implementada durante el año en curso. Y se realizó un focal group.

Una de las preguntas de la primera encuesta decía:

-¿te sientes motivado por tu experiencia en Física en el primer semestre de cursado?-

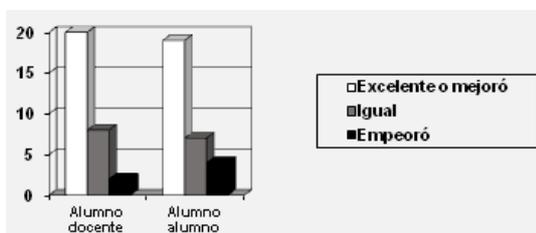
En la segunda encuesta se preguntó:

-¿Qué ocurrió en el segundo semestre, aumentó tu motivación?-



En el gráfico se observan separados, dos grupos de 3 barras cada uno, el 1º corresponde a los resultados de la 1ª encuesta y el segundo grupo a la segunda encuesta, las barras negras representan a los alumnos que manifestaron no sentirse motivados, las grises a los que lo estaban más o menos y las barras blancas a los que contestaron que se sentían motivados con la materia. Lo más significativo de este gráfico, es que a mediados del cursado el 27% de los alumnos manifestaba agrado por la asignatura y el 48% más o menos. Después de implementar la innovación el 90%, de los alumnos encuestados, manifiestan sentirse motivados con el aprendizaje de la Física.

Otra pregunta hacía referencia a los cambios en las relaciones interpersonales mediante el trabajo grupal. En las encuestas los alumnos debían calificar del 1 al 5 su relación con la docente a cargo y con sus compañeros. En el gráfico realizado para el análisis de estas respuestas se comparó las numeraciones asignadas en la primera y segunda encuesta, observando si el puntaje aumentó, disminuyó o permaneció igual, haciendo la salvedad, que muchas calificaciones eran de 5 en la primera encuesta y también en la segunda, en estos casos se los consideró dentro del grupo que mantienen una relación excelente o mejoró.



Se observa que en la mayor parte de los casos la relación era excelente o mejoró. Además, existe un porcentaje de alumnos que empeoró la relación con sus pares. Es interesante este cambio, pero al profundizar más en él y triangular las contestaciones de los alumnos en forma abierta, no se observó esta tendencia. Contrariamente no existieron alumnos que hayan escrito, en sus

comentarios, que su relación con los compañeros empeorara. Podemos pensar que el momento de aplicación de ambas encuestas distó cuatro meses y seguramente muy pocos alumnos recordaban que numeración habían elegido en la primera oportunidad. De todos modos, se citan algunos comentarios de los alumnos a la hora de contestar sobre sus vivencias a lo largo del semestre:

“me sirvió para integrarme con mis compañeros...”

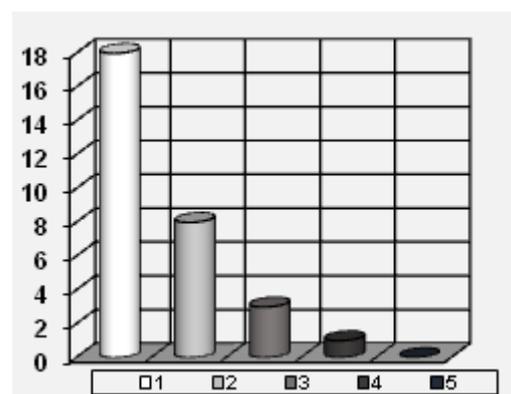
“Me pareció excelente el trabajo grupal”.

“...Aprendí a compartir, a trabajar en grupo, mi núcleo de amigas es hermoso y como alumno universitario crecí mucho. Me siento mejor preparada. De este grupo humano me llevo lo mejor, porque en primer año las cosas que vivimos nos marcan y personalmente para mí fue espectacular, es más no quiero terminar. ¡¡Gracias!!”.

En general, todos los alumnos, que se expresaron en las contestaciones, manifestaron cosas positivas del trabajo grupal.

Las últimas preguntas se hicieron, sólo, en la segunda encuesta

Una hizo referencia a la integración de los saberes, se les pidió que evaluaran del 1 al 5 si habían logrado integrar los temas de física. 1 para logrado y 5 para no logrado. Los resultados fueron los siguientes:



La gran mayoría de los alumnos logró la integración de los saberes.

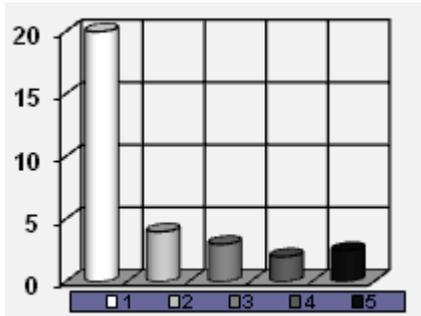
Algunos comentarios fueron:

“Es increíble cómo se relaciona todo con todo”.

“No es fácil relacionar unos temas con otros, pero te abre la cabeza”.

“El estudio de la elaboración del champagne, me encantó, nunca imaginé que tuviera tanto de ciencia”.

Y finalmente se preguntó si **comprenden la importancia del trabajo científico, en este caso, para la mejora de la calidad de un producto.** Evaluándolo del 1 al 5 como en el caso anterior. 1 para positivo y 5 para negativo.



En esta variable también se observaron resultados muy positivos

Algunos comentarios fueron:

“Es impresionante la cantidad de ciencia que hay en la elaboración de todo”.

“Nunca imaginé que se pudiera aplicar Física así”.

Finalmente en el focal group se preguntó sobre el proyecto realizado en Física y sus percepciones generales

Algunos comentarios de los alumnos fueron:

“A esta altura del año puedo decir que he aprendido a autoevaluarme y también me he dado cuenta de mis errores y límites. El proyecto me ha ayudado a saber trabajar mejor en grupo, a buscar información y a estar abierta a diversas opiniones e ideas y a relacionar temas que en un principio yo pensé que no tenían conexión”.

“El balance del 2º semestre fue más positivo que el anterior, no es que en el 1º me haya ido mal, al contrario, estoy muy conforme. Pero hoy me siento más madura, en el sentido de haber aprendido a estudiar y para qué sirve lo estudiado”.

“Me cuesta autoevaluarme, aunque me vaya bien no creo saber todo lo que necesitaba. Creo que el

proyecto aportó, a poder desarrollar algo solos y creo que no se nos va a olvidar, es un gran avance en nuestros conocimientos”.

“En lo que creo que aportó mucho es en darnos más seguridad para enfrentar dificultades”.

“El proyecto ayudó a profundizar los temas con más detalles ya que muchas veces estudio muy superficialmente”.

“Realmente este semestre ha sido muy lindo, muy divertido y estoy contento con mi rendimiento”.

“El proyecto me ayudó mucho en cuanto a poner mi mayor esfuerzo para entender un tema”.

“Me cuesta hablar y expresarme ese es mi defecto. El proyecto me ayudó mucho en el método de investigación y presentación”.

“Me he dado cuenta que debo dedicarle un muy buen tiempo al estudio, me costó mucho la exposición oral, pero igual estoy muy contenta porque me he propuesto superarlo. Además, el trabajo grupal con mis compañeros fue excelente”.

“Gracias al trabajo grupal pude comprender mi tema y los de mis compañeros y comprobé que opinar delante de todos me hizo bien para sacarme miedos”.

“El proyecto me ayudó a autoevaluarme porque creí tener ciertos conocimientos como para poder relacionar los temas y al intentar hacerlo noté que mis conocimientos no eran suficientes”.

“Actualmente me siento más seguro que en un principio y creo que tengo los contenidos básicos para seguir aprendiendo”.

“En estos momentos ya comprendí el mecanismo de la facultad y me he ido acostumbrando y los conocimientos que incorporé me abren más incógnitas”.

“Por suerte he notado un muy buen adelanto”.

“En el 1º semestre aprendimos lo básico y en el segundo nos prepararon para conocimientos más profundos”.

“Todavía no me siento seguro”.

4. Conclusiones

El docente debe reflexionar sobre las dificultades a las que se enfrentaron sus alumnos, buscando diferentes modos para ayudarlos a superarlas y transferir progresivamente a los estudiantes el control de su aprendizaje, sabiendo que la meta última de todo maestro es volverse innecesario. Se debe ayudar al alumno a conocerse a sí mismo, saber lo que sabe y lo que desconoce, lo que puede y no puede hacer, lo que quiere y lo que no, sólo así podrá superarse.

Esta innovación reflejó, en general, mejoras significativas, como se pudo apreciar en el análisis de los datos: Aumentó considerablemente el porcentaje de alumnos que manifestaron sentirse motivados frente al aprendizaje de la Física. Jerarquizaron la integración de saberes. Comprendieron la importancia del trabajo científico y mejoraron sus relaciones interpersonales.

Si bien la presente propuesta no es suficiente, por sí sola, para cambiar algunas estructuras muy arraigadas, contribuyó de manera significativa en la mejora del proceso de enseñanza- aprendizaje en el nivel donde se implementó. Se transformó en una herramienta de motivación para los alumnos y la docente.

También cabe destacar la importancia de la motivación del docente, planteándonos la duda acerca de los motivos de la mejora de los alumnos:

¿La mejora, se deberá realmente al proyecto en sí mismo o tendrá mucha más importancia la motivación y entusiasmo del docente en aplicarlo?

Debiera profundizarse la investigación aplicando el proyecto a otros cursos y con diferentes docentes, para llegar a conclusiones más contundentes.

5. Referencias

Pozo Muncio, I. Aprendices y maestros, La nueva cultura del aprendizaje. Alianza Editorial, Madrid. (1999)

Pacheco N., Repetto A, Moreno A., Irusta E., Musso S., Erice X., Moretti C. Resolución de Problemas. EDIUNC. Mendoza. (2003)

Cullen, Carlos. Crítica de las razones de educar. Piados. Barcelona. (1997)

Pozo Muncio, I. Aprendices y maestros, La nueva cultura del aprendizaje. Alianza Editorial, Madrid. (1999)

Sanchez, Ivan Evaluación de una renovación metodológica para un aprendizaje significativo de la Física. Revista de Formación Universitaria N° 5 pp. 51-65. La Serena. (2012)

Castro, Emilio
<http://www.hablandodeciencia.com/articulos/2012/03/29/efervescencia/Liger-Belair,G>
(2012).<http://www.quo.es/ser-humano/la-ciencia-del-champan>. (2012)

Giordan, A. y De Vecchi, G. *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchatel: Delachaux et Niestlé SA. (Trad.cast. *Los orígenes del saber. De las concepciones de los alumnos a los conceptos científicos*. Sevilla: Díada Editora, 1988). (1987)

Pozo, Juan Ignacio, Gómez Crespo, Miguel A. *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata. (1998).

08TCE. ¿Qué opinan los estudiantes sobre los Laboratorios Remotos? Un estudio de caso en estudiantes de educación a distancia

What do students think about remote labs? A case study in distance education students

Carlos Arguedas-Matarrita¹, Sonia Beatriz Concari²

1. Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. carquedas@uned.ac.cr
2. Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Argentina. sconcari@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presentan algunos resultados parciales obtenidos de la aplicación de un cuestionario en una muestra de estudiantes de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, en el mismo se muestran datos relativos a los hábitos de ingreso al entorno virtual de los cursos y el lugar o dispositivo desde donde lo hacen. Además se indaga, en la muestra observada de alumnos, acerca del uso de experimentos de acceso remoto en la enseñanza de la física. Esto nos permite determinar las necesidades y apoyos educativos que deben tener los Laboratorios Remotos desde la visión de los estudiantes de la institución.

Palabras clave: Laboratorios Remotos, Educación a Distancia, Física

Abstract

This paper presents partial results obtained from a questionnaire given to a sample of students from the Universidad Estatal a Distancia of Costa Rica. The results provide data concerning habits and environment of the virtual courses; as well as the place or device from where they access their online entries. It also explores the perception of those students on the use of remote access experiments in the teaching of physics. This study determined the needs and educational supports that remote laboratories must have from the students' perspective.

Keywords: Remote Labs, Distance Education, Physics.

1. Introducción

Hasta hace unos años pensar en la idea de realizar prácticas de laboratorio por medio de Internet era impensable, sin embargo el avance tecnológico ha hecho posible que se puedan realizar experiencias reales de laboratorio por medio de los Laboratorios Remotos (LR). Los mismos permiten que los estudiantes realicen el trabajo experimental sin la necesidad de asistir al recinto donde se ubica el laboratorio, lo que permite integrar estos recursos para el trabajo experimental, en estrategias didácticas para promover el aprendizaje de la física.

La Universidad Estatal a Distancia (UNED), de Costa Rica, institución de educación superior pionera en esta modalidad en Latinoamérica, hasta el momento, no dispone de prácticas experimentales, de acceso remoto propias, destinadas a la enseñanza de la física. Sin embargo se han utilizado los LR del Grupo Galileo de la Universidad Nacional de Litoral de Argentina.

La UNED fue creada en 1977, con su creación, Molina (2008) menciona que esta universidad no “(...) pretendía convertirse en una competencia o en un sustituto de la educación superior tradicional sino, más bien, en un complemento barajador de soluciones para aquellos problemas específicos del sistema educativo costarricense en materia de crecimiento, infraestructura y financiamiento”. (p.25).

En la actualidad la UNED cuenta con 37 Centros Universitarios (CeU), distribuidos en todo el país, lo que la convierte en la universidad con mayor cobertura en Costa Rica, utilizando la tecnología como un medio para romper con la barrera espacio-temporal. En este sentido los LR son recursos educativos muy pertinentes a ser desarrollados por la institución para su posterior uso en la oferta académica y propiciar el fortalecimiento del trabajo experimental en Educación a Distancia (EaD).

En este trabajo se presentan resultados parciales de una tesis doctoral enfocada en diseñar una propuesta para el desarrollo de LR en la UNED y tiene como objetivo indagar aspectos referentes al CeU de procedencia y lugar de acceso al entorno virtual de los estudiantes participantes, además valorar la opinión referente a la utilización de LR.

2. Materiales y métodos

Para cumplir con el objetivo de esta investigación se aplicó un cuestionario a la población de estudiantes de la UNED que tienen cursos de física en su malla curricular. Esta población se conforma por estudiantes de las carreras de Enseñanza de las

Ciencias Naturales (N=509) e Ingeniería Industrial (N=83). La muestra de estudio corresponde a los estudiantes que completaron el instrumento, el mismo se aplicó de forma auto-administrada utilizando la herramienta *Cuestionarios de Google Drive*. Fue enviado a la población a través de la plataforma virtual del curso y por medio de correo electrónico, solicitando la respuesta al mismo como una colaboración para el presente estudio. La recolección de la información se realizó entre los meses de mayo y julio de 2017.

3. Resultados y Discusión

En las siguientes secciones se presentan los resultados y análisis de las respuestas del cuestionario completado por estudiantes de la UNED.

3.1 Datos generales

Se obtuvo una muestra estadísticamente significativa de la población (N=592), en la que participaron 172 estudiantes, asumiendo un nivel de confianza del 95% con un error de estimación máximo del 7%.

En relación con la edad (Figura 1), el 33,1% (n= 57) se ubica en el rango comprendido entre 26 y 33 años, un 30,2% (n= 52) en el rango de 18 a 25 años, un 20,9% (n= 36) entre los 34 y 41 años, un 10,5% (n= 18) entre los 42 y 49 años y solo un 5,2% (n= 9) tiene más de 50 años.

Como se muestra en la Figura 1, el 63,4% corresponde a edades comprendidas entre los 18 y los 33 años, lo que refleja que en la actualidad la población estudiantil es relativamente joven.

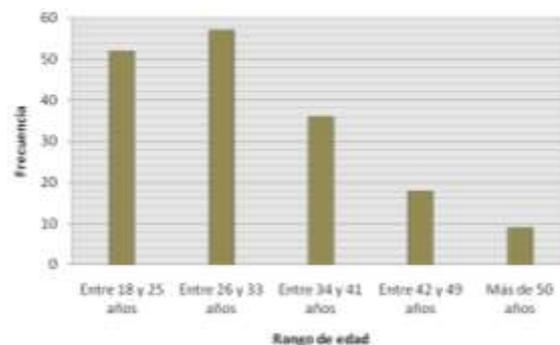


Figura 1. Distribución por rango de edad para la muestra de estudiantes.

En relación con la carrera en que se encuentran matriculados los estudiantes de la muestra, un 89,5% (n=154) pertenecen a la carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales y 10,5%

(n=18) a Ingeniería Industrial (Figura 2). Según los datos obtenidos en el Sistema de Estadísticas de Matricula de la UNED, la proporción de estudiantes de ambas carreras en toda la UNED es similar: Enseñanza de las Ciencias tiene un total de 509 estudiantes matriculados e Ingeniería Industrial 83 estudiantes, lo que representa el 86,0% y 14,0% respectivamente.

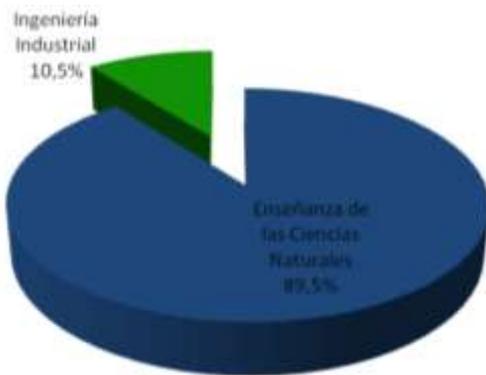


Figura 2. Procedencia según la carrera de estudio.

El porcentaje de estudiantes de Ingeniería Industrial es bajo, debido a que es una carrera nueva en la UNED; la primera cohorte se inició en el año 2015. Sin embargo, se debe tener presente que los estudiantes de ingeniería requieren cada vez más el uso de recursos tecnológicos en su etapa estudiantil para aplicarlos satisfactoriamente en su futura labor profesional, de allí el interés en su participación en este estudio.

Con respecto al CeU en el que se encuentran matriculados los participantes, éstos provienen de 31 CeU diferentes, pero sólo en cuatro de ellos se brindan tutorías presenciales de laboratorio. En la Tabla 1 se muestra la cantidad de estudiantes que asisten a las tutorías presenciales según el CeU donde éstas se ofrecen.

Tabla 1. Distribución de la muestra según el CeU al que asisten a tutoría presencial de física.

Centro Universitario	Cantidad de estudiantes que asisten
Alajuela	53
San José	73
San Isidro	42
Sede Interuniversitaria de Alajuela	4
Total	172

Los estudiantes de la muestra en la Tabla 1 provienen de CeU distribuidos en todo el país, sin embargo a excepción de las tutorías que se brindan

en el CeU de San Isidro, en el sur del país, las demás tutorías se concentran en la región central de Costa Rica y parte de la muestra debe viajar grandes distancias para asistir a la tutoría presencial, ya que solo se ofrecen tutorías de física en los CeU de la Tabla 1.

La única excepción es la muestra que asiste al CeU Sede Interuniversitaria de Alajuela ya que el 100% de la misma se encuentra matriculada en este mismo centro. A continuación se muestran los resultados de los tres CeU en los que se brindan tutorías presenciales de física.

Al CeU de Alajuela asiste el 30,8% de la muestra (n= 53), los estudiantes provienen de doce CeU incluyendo los matriculados en éste. En la Figura 3 se muestra la distribución de estudiantes que asisten a las tutorías presenciales que se ofrecen en el CeU de Alajuela.

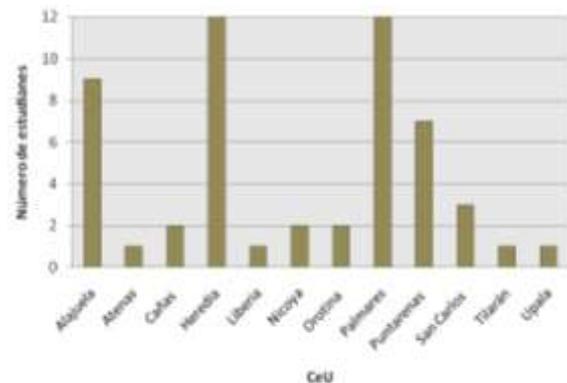


Figura 3. Procedencia de los estudiantes que asisten a tutorías ofrecidas en el CeU de Alajuela.

En la Figura 3 se observa que los CeU que presentan mayor frecuencia son los correspondientes a Heredia y Palmares (n=12) seguidos de Alajuela (n=9) y Puntarenas (n=7). Cabe señalar que las tutorías presenciales se desarrollan en Alajuela debido a que allí se ubica el laboratorio de física, sin embargo actualmente se encuentran en construcción los recintos de laboratorio en los CeU de Heredia, Palmares, Puntarenas, San Carlos, Liberia, Cañas y Santa Cruz (UNED, 2012), por lo que en un futuro próximo se podrán brindar tutorías también en estos CeU.

Al CeU de San José asiste el 42,4% de la muestra (n=73), los estudiantes que asisten a tutorías presencias al CeU de San José se muestran en la Figura 4, según del CeU del que provienen.

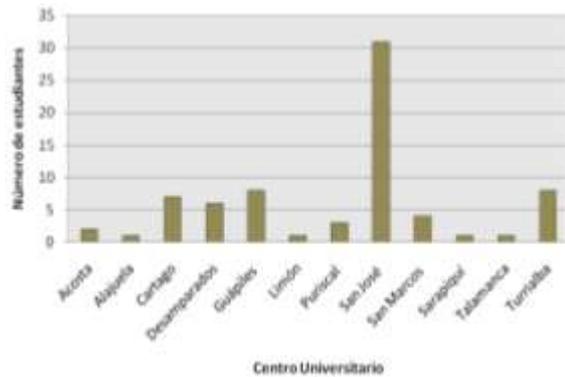


Figura 4. Procedencia de los estudiantes que asisten a tutorías ofrecidas en el CeU de San José.

De los estudiantes que asisten a estas tutorías presenciales, el 42,5% (n=31) se encuentra matriculado en este centro, es decir el 57,5% se encuentra matriculado en otros CeU; incluso se trata de estudiantes provenientes de otras provincias, como Cartago y Limón.

Se presentó el caso de un estudiante que se encuentra matriculado en el CeU de la Alajuela (Figura 4), donde se brinda tutoría presencial, que asiste al CeU de San José para realizar las prácticas de laboratorio. Cuando un estudiante tiene alguna situación particular y no puede asistir a las tutorías presenciales, la coordinación de la cátedra de física le puede autorizar la asistencia a otro CeU con el fin de que pueda participar en las actividades presenciales que son de carácter obligatorio.

En relación con los estudiantes que asisten al CeU de San Isidro, un 24,4% (n= 42) de estudiantes de la muestra asiste a este CeU, los mismos provienen de siete CeU incluyendo a San Isidro. En la Figura 5 se puede ver la distribución de los estudiantes que asisten a este CeU.

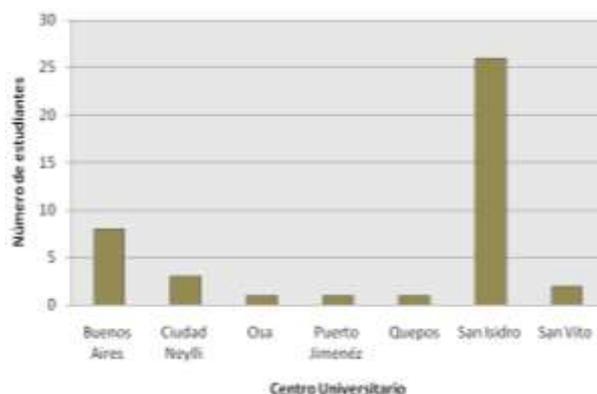


Figura 5. Procedencia de los estudiantes que asisten a tutorías ofrecidas en el CeU de San Isidro.

De los estudiantes que asisten a este CeU, el 61,9% (n=26) se encuentran matriculados en él, seguido de

los estudiantes del CeU de Buenos Aires con un 19,0 % (n=8), cabe señalar que en la actualidad estas tutorías presenciales se desarrollan en las instalaciones de la Universidad Nacional de Costa Rica sede Pérez Zeledón, debido a que este CeU no posee recintos de laboratorios, pero se están construyendo allí laboratorios de ciencias (Física, Química y Biología).

Como se ha mostrado en esta sección en la actualidad en la UNED se están construyendo nuevos laboratorios para la enseñanza de la física, sin embargo aún con estos nuevos recintos muchos estudiantes de los CeU que no cuentan con estos espacios deberán desplazarse de su CeU en el que están matriculados para asistir a las tutorías de esta disciplina.

3.2 Acceso y conectividad

Para determinar los hábitos de ingreso de los estudiantes a la plataforma virtual del curso y el lugar desde donde lo hacen, se planteó una pregunta en forma de Grilla; los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Relación entre la frecuencia de ingreso a la plataforma virtual por lugar de acceso.

Frecuencia Lugar	Todos los días	De 4 a 5 días por semana	Entre 2 y 3 días por semana	Solo fines de semana	Nunca
Casa	58	53	46	11	4
Café internet	1	0	19	6	146
Smartphone	33	32	57	9	41
CeU	0	3	15	19	135
Trabajo	9	12	31	3	117

Como se aprecia en la Tabla 2, la frecuencia más alta de ingreso al entorno virtual se da desde la casa y desde el Smartphone, y en menor medida desde el trabajo. Con un ingreso de 4 a 5 días a la semana, la mayor frecuencia se da desde esos mismos lugares y aparece en este rango en menor medida el ingreso desde el CeU. Con un ingreso entre 2 y 3 días a la semana el mayor registro se presenta desde el Smartphone, la casa y el trabajo, mientras que se incrementa el ingreso desde el CeU y desde el café Internet. Cabe señalar que de los datos de acceso de la UNED, se desprende que es en este rango de días cuando se registra la mayor concentración de ingreso al entorno virtual del curso.

Para la opción: sólo los fines de semana, la mayor frecuencia de ingreso se presenta desde el CeU, esto podría ser explicado por el hecho de que los estudiantes deben asistir a las tutorías presenciales al CeU y aprovechan para acceder, el Internet a

través del *Wifi* o en las computadoras de escritorio de las salas de computación del CeU.

En relación con la velocidad de Internet con la que los estudiantes cuentan en los lugares y con los dispositivos con los que ingresan al entorno virtual, en la Figura 6, se muestra que la casa y el Smartphone presentan los valores más altos con excelente y muy buena velocidad de conexión.

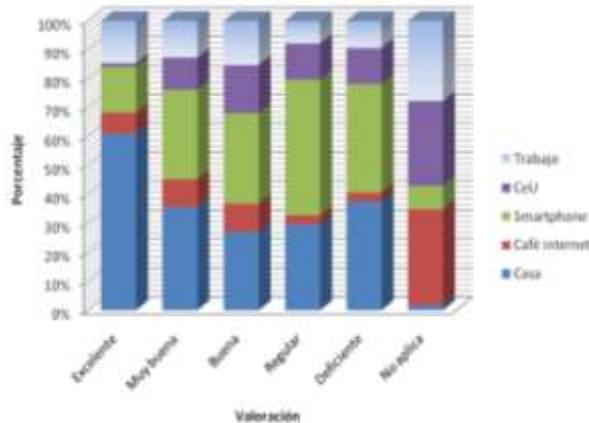


Figura 6. Percepción de la velocidad de Internet según el sitio de ingreso.

Se indagó sobre los diferentes dispositivos con los que cuentan los estudiantes, para ello se planteó una pregunta de opción múltiple, en la cual debían elegir los dispositivos que utilizan para ingresar a la plataforma virtual de los cursos, obteniéndose que un 85,5% (n=147) cuenta con computadora portátil y un 70,9% (n=122) con teléfono celular inteligente o Smartphone y, en porcentajes menores, con una computadora de escritorio (25%) y tabletas (9%). Cabe destacar que gran parte de los estudiantes cuenta con más de un dispositivo para ingresar al entorno del curso.

Además queda claro que el café Internet, el CeU y el trabajo no son lugares habituales desde los que ingresan al entorno del curso. Por otra parte, son muy pocos los estudiantes de la muestra que no ingresan desde una computadora en su casa o desde el Smartphone.

De estos resultados se puede inferir que los estudiantes de la muestra que poseen computadora de escritorio son muy pocos en relación con los que tienen una computadora portátil o un Smartphone. Es creciente la tendencia de los jóvenes a disponer de dispositivos móviles para ingresar a los entornos virtuales y para realizar sus actividades educativas.

Los resultados de esta sección muestran que los estudiantes de la UNED ingresan al entorno virtual con regularidad sobre todo desde su casa y del

Smartphone desde donde indican tienen mejor calidad de conexión de Internet.

3.3 Laboratorio Remoto

Antes de responder las preguntas que se formularon sobre los LR, se les solicitó a los encuestados, visualizar un video en el que se explica qué es un LR, con el fin de que no se presentara confusión entre este recurso y un laboratorio virtual.

Entre los resultados se destaca que un 57,0% (n= 98) no tenía conocimientos de estos recursos mientras que el 43,0% (n= 74) si los conocía, sin embargo sólo un 34,9% (n= 60) había utilizado un LR antes en alguna ocasión. En la Figura 7 se muestra la relación entre las respuestas a las preguntas: ¿Tenía conocimiento de lo que es un LR? y ¿Ha utilizado en alguna ocasión un LR?

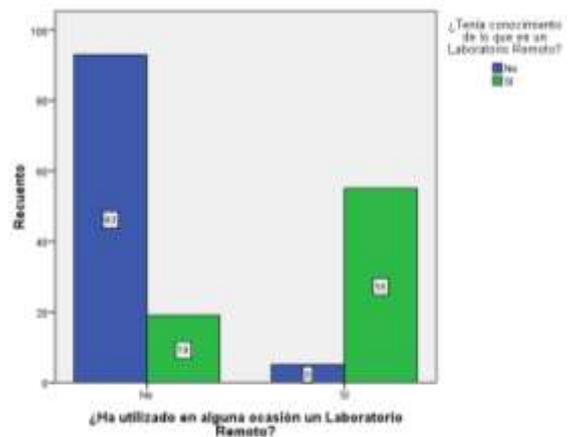


Figura 7. Relación entre el conocimiento que tenían los estudiantes de la muestra sobre lo que es un LR y el uso que han hecho antes de este recurso.

De la Figura 7 se aprecia que cinco estudiantes que ya habían utilizado un LR no tenían conocimiento de que se trataba de un experimento real. Al utilizar este tipo de recurso se debe aclarar que es una experiencia real y no una simulación; tanto en los materiales que se suministren como en los encuentros presenciales de laboratorio es necesario aclarar los detalles específicos del LR a utilizar, para que el estudiante comprenda que utiliza una práctica real y no una simulación, como le ocurrió a cinco estudiantes de esta investigación, quienes señalaron haber utilizado un LR y no sabían que se trataba de equipos reales.

Además se le solicitó a cada estudiante de la muestra que indicara las tres dificultades que tuvo (o considera que podría tener) al trabajar con un LR; en la Tabla 3 se muestran los resultados a esta

pregunta agrupando los estudiantes que ya han utilizado un LR de los que no lo han hecho.

Tabla 3. Dificultades que tuvo o podría tener en relación a la utilización o no de un LR previamente.

Justificaciones a las respuestas	Ha utilizado antes un LR		Total
	No	Sí	
No comprender el uso del LR	50	33	83
No tener facilidad de acceso	51	41	92
No saber utilizar el LR	32	18	50
No tener la asistencia del docente	46	18	64
No tener la velocidad de Internet adecuada	72	29	101
No tener los dispositivos necesarios	53	11	64
Total	304	150	454

La Tabla 3 muestra que en las respuestas de los estudiantes que ya han utilizado un LR las frecuencias más altas las presentan las opciones: No tener facilidad de acceso ($f=41$) y no comprender el uso del LR ($f=33$); éstas son dificultades propias del LR utilizado, en el que los estudiantes debían instalar complementos y actualizar el JAVA para poder realizar la práctica propuesta, lo que ocasionó problemas para el ingreso al entorno del LR (Arguedas, Ureña y Conejo, 2016).

En la actualidad se da la tendencia de que los LR permitan el acceso desde diferentes dispositivos (multiplataforma) que no requieran de la instalación de complementos, de tal forma que el proceso de ingreso y registro sea lo más sencillo e intuitivo y que el LR pueda servir realmente de apoyo al aprendizaje autónomo, disminuyendo en gran medida las dificultades que mencionaron los estudiantes, este es un aspecto central de los LR que se diseñen en la UNED.

Las preocupaciones que presentan mayor frecuencia en los estudiantes que no han utilizando un LR están en no tener la velocidad de Internet adecuada ($f=72$), no tener los dispositivos necesarios ($f=53$) y no poder acceder al LR ($f=51$), aspectos que se vinculan sólo con las cuestiones técnicas.

Un alto porcentaje (65,1%) no han utilizado un LR, y los problemas que presentaron quienes si los han usado son propios de la experiencia utilizada en la que se debe instalar complementos para su utilización, al respecto De la Torre, Sánchez y Dormido (2016) indican que en el futuro cercano la forma de compartir los LR será mucho más fácil, lo que permitirá un mayor impacto de los mismos. Esto consistente con las características que presentan gran parte de los LR que se emplean en la

enseñanza de la física (Arguedas y Concari, 2015; Arguedas y Concari, 2016) en los que se busca que los mismos sean multiplataforma y que no requieran de instalación de complementos para facilitar su uso y un aprovechamiento efectivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Se planteó la pregunta ¿Considera que el LR en la educación a distancia? En la misma podían elegir las opciones que consideraran convenientes, las opciones que presentaron mayor cantidad de respuestas fueron las referentes a que los LR se adecuan a la EaD ($f=126$) y permiten realizar experimentos sin la necesidad de asistir al CeU, estos resultados se muestran en la Figura 8.

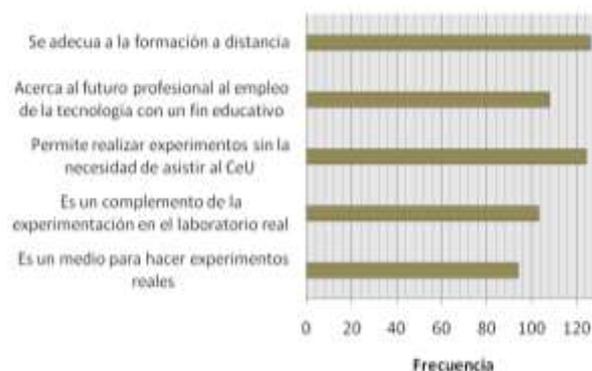


Figura 8. Consideraciones de la muestra respecto al LR en la EaD.

Estos resultados muestran que los estudiantes consideran los LR como recursos adecuados para esta modalidad educativa, pese a que los LR que se han utilizado hasta el momento no son propios de la UNED y los recursos educativos que poseen están más enfocados a la educación presencial.

En relación con los futuros de docentes de ciencias se puede mencionar que la incorporación de estos recursos le brinda un panorama amplio en lo que corresponde a los recursos que pueden utilizar en su labor docente, explotando las ventajas que brindan los LR en las instituciones de educación secundaria en la que no se cuenta con recintos ni equipo de laboratorio.

Si bien el porcentaje de estudiantes de Ingeniería Industrial es bajo, debido a que es una carrera nueva en la UNED; la primera cohorte se inició en el año 2015, se debe tener presente que los estudiantes de ingeniería requieren cada vez más el uso de recursos tecnológicos en su etapa estudiantil para aplicarlos satisfactoriamente en su futura labor profesional, de allí el interés en su participación en este estudio y que los mismos puedan hacer uso de este tipo de recursos educativos.

4. Conclusiones

Los estudiantes que participaron disponen, en su mayoría, de dispositivos móviles para ingresar a los

entornos virtuales y para realizar sus actividades de aprendizaje, constituyéndose, en muchos casos, la única forma de acceder al entorno virtual de la UNED.

En relación con las dificultades percibidas por los estudiantes para el uso de LR en sus procesos de aprendizaje, éstas se refieren a problemas de conectividad, que se presentan en ciertas regiones del país, y a cuestiones relativas a la enseñanza tales como un apoyo tutorial insuficiente.

Asimismo, los estudiantes esperan que los LR sean de fácil acceso, principalmente desde los dispositivos móviles, con instrucciones claras y con el apoyo de video-tutoriales.

En el caso de la UNED los LR se presentan como recursos que permiten complementar las actividades que ya se ofrecen en los cursos de física, pero sobre todo como recursos acordes a la EaD donde su utilización evitaría en gran medida los desplazamientos geográficos de los estudiantes, generando más espacios para realizar experimentos sin la necesidad de asistir al CeU.

Se recomienda a los investigadores en educación en ciencias experimentales, incrementar los estudios que abordan el empleo de LR, cuyos resultados podrían proveer conocimiento para mejorar el aprendizaje con este recurso tanto en la modalidad a distancia como en la presencial.

5. Referencias

Arguedas, C.; Concari, S. B. (2016). *Hacia un estado del arte de los laboratorios remotos en la enseñanza de la física*. Revista de Enseñanza de la Física, 27(2), 133-139.

Arguedas, C.; Concari, S. B. (2016). *Laboratorios remotos para la enseñanza de la física: características tecnológicas y pedagógicas*. Revista de Enseñanza de la Física, 28(Extra), 235-243.

Arguedas, C., Ureña, F.; Conejo, M. (2016). *Laboratorios remotos: Herramientas para fomentar el aprendizaje experimental de la Física en educación a distancia*. Latin-American Journal of Physics Education, 10(3), 3309.

De la Torre, L., Sánchez, J.P.; Dormido, S. (2016). *What remote labs can do for you*. Physics Today, 69(4), 48-53.

Molina, S. (2008). *La joven Benemérita. Universidad Estatal a Distancia*. San José: Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.

UNED. (2012). *Plan de mejoramiento Institucional*. Rectoría. Recuperado de <https://www.uned.ac.cr/ami/iniciativas> (23/03/2016).

9TCE. El uso de laboratorios virtuales en óptica física: un estudio de caso.

The use of virtual laboratories in Physical Optics: a case study.

Graciela Serrano¹, Cecilia Musale¹, Lidia Catalán¹.

1. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. Univ.Nac. Cuyo. Bernardo de Irigoyen 375. 5600 San Rafael, Mendoza. gracielamariaserrano@gmail.com

Resumen

Con el avènement de las TIC, los laboratorios virtuales se han mostrado como aliados importantes en la conceptualización de la Física en todos los niveles educativos, en particular el nivel superior. Por otro lado, dada la relevancia del papel de los lenguajes y en particular de la argumentación en los procesos de construcción, valoración y justificación del conocimiento científico a la hora de observar el tipo de aprendizaje que realizan los estudiantes, en este trabajo, se analizan los argumentos utilizados por un grupo de alumnos al resolver distintas situaciones problemáticas antes y después del uso de un simulador. A modo de estudio de caso en este trabajo se analizan los argumentos utilizados por un grupo de estudiantes al resolver distintas situaciones problemáticas antes y después del uso de un simulador.

A modo de estudio de caso, se caracteriza el contenido de las respuestas de sus informes sobre distintas actividades. El propósito es detectar si los laboratorios virtuales contribuyen a la construcción de aprendizajes significativos de temas de óptica física, en estudiantes universitarios de cursos básicos. Se observa que es necesario complementar esta estrategia didáctica, ya que los estudiantes tienden a sostener un estilo de aprendizaje mecánico. Se observa que sólo algunos estudiantes logran reestructuraciones profundas, evidencia de una apropiación significativa de los modelos científicos.

Palabras clave: TIC, Laboratorio virtual, Óptica física, Aprendizaje significativo.

Abstract

With the advent of ICT, virtual laboratories have shown themselves to be important allies in the conceptualization of Physics at all educational levels, particularly the higher level. On the other hand, according to the relevance of the role of languages and the particular importance of argumentation in the processes of construction, assessment and justification of scientific knowledge when observing the type of learning that students have, in this paper, the arguments used by a group of students to solve different problem situations before and after the use of a simulator are analyzed. As a case study, in this paper we analyze the arguments used by a group of students to solve different problem situations before and after the use of a simulator.

As a case study, the content of the responses of their reports on different activities is characterized. The purpose is to detect if virtual laboratories contribute to the construction of significant learning about physical optics topics, in university students of basic courses. It is observed that it is necessary to complement this didactic strategy, because students tend to maintain a mechanical learning style. It is observed that only some students achieve deep restructuring, evidence of a significant appropriation of scientific models.

Keywords: ICT, Virtual Laboratory, Physical Optics, Significant learning.

1. Introducción

En Física, la construcción de un modelo teórico suele realizarse a partir de ciertas simplificaciones y recortes de la realidad, pero estas simplificaciones son en ocasiones tan abstractas que están muchas veces muy alejadas de la experiencia del estudiante, lo que hace que éste no pueda establecer las relaciones necesarias para construir conocimiento próximo al científico (Ausubel, 1968). Este pudiera ser el caso del aprendizaje de los temas de óptica física, en particular de interferencia que exploramos en este trabajo: el recorte del problema involucra abstracciones no siempre comprendidas por el estudiante, como son: ondas en general y electromagnéticas en particular, superposición, distribución de intensidad, coherencia, monocromaticidad. Si el estudiante no es capaz de asignar significado a estos términos difícilmente podrá comprender y aprender bajo el modelo de Young, el fenómeno de interferencia de la luz.

Diferentes autores han señalado la existencia de dificultades por parte de los estudiantes para aprender conceptos físicos básicos de Física (Llancaqueo, Caballero & Moreira, 2003; Cudmani, Pesa & Salinas, 2000; Furió, Guisasola & Zubimendi, 1998; Guisasola, Zubimendi, Almudí & Ceberio, 2007). La enseñanza de óptica en la Universidad requiere, por parte de los estudiantes, de la apropiación de conceptos y relaciones no intuitivos ni cercanos, muchas veces, a su experiencia cotidiana, como son los significados de rayos, imágenes, ondas, ondas electromagnéticas, superposición, polarización, y sus relaciones (Cudmani & Pesa, 1999; Lucero y Concari, 2001; Giacosa, Giorgi, Zang, Maidana & Such, 2014; Furió & Guisasola, 1999; Giacosa, Concari & Giorgi, 2012), necesarios para poder realizar una descripción formal de lo observado en instrumentos ópticos sencillos, describir verbalmente los fenómenos de interferencia y difracción de la luz, caracterizar los cambios en los patrones de interferencia y difracción al modificar diferentes parámetros, etc.

Numerosas investigaciones vienen explorando los posibles beneficios del uso de TIC en la enseñanza (Romero & Quesada, 2014; Martinho & Pombo, 2009; García Barneto & Gil Martín, 2006; Kofman, 2000; Giacosa, Giorgi & Concari, 2008). Los recursos basados en el uso de TIC han ido multiplicándose desde finales del siglo XX, en particular los que resultan relevantes para la enseñanza de la Física (citado por García Barneto y Gil Martín, 2006); basándose en el trabajo de Bohigas (2003), es el docente el responsable de seleccionar estas herramientas digitales, entre otras disponibles, para poder emplearlas en las clases en un ambiente de trabajo colaborativo que propicie

aprendizajes reflexivos, al tiempo de acercar al estudiante a la forma de hacer ciencia. Es decir, si lo que se pretende es que los estudiantes se apropien de los significados y sus relaciones de una manera no arbitraria, reestructurando sus conocimientos y construyendo nuevas relaciones, se estará propiciando el desarrollo de aprendizajes significativos.

La adquisición de habilidades y destrezas científicas necesarias en la formación de los estudiantes de Ingeniería puede realizarse especialmente con los desarrollos de los trabajos de laboratorio (Santilli & Speltini, 2003). El Laboratorio tradicional como lo nombran Rosado y Herreros (2009) ha sido por años el único lugar de experimentación por parte de alumnos y profesores, y su implementación requiere: recursos humanos y de materiales de laboratorio suficientes para que todos los alumnos puedan ser partícipes de la experiencia, una guía permanente y la asistencia del profesor, y el manejo por parte del estudiante de elementos e instrumentos con los que no siempre está familiarizado. Desde hace más de una década se insiste en las virtudes del uso de las TIC en el modo de laboratorio virtual (Martinho & Pombo, 2009; Kofman, 2004; Serrano & Catalán, 2014; Parrón, 2014). Éste es un sistema computacional, usualmente applets de Java, que pretende aproximar el ambiente de un laboratorio real tradicional (Rosado y Herreros, 2009) y permite simular fenómenos físicos. Así, es posible abordar conceptos abstractos ocultando el modelo matemático y representar el fenómeno simulado de forma interactiva en lenguaje gráfico, numérico y/o icónico.

Entre las ventajas del uso de los laboratorios virtuales, podemos citar entre otras: los estudiantes pueden repetir la experiencia tantas veces como les sea necesario lo que favorece un aprendizaje más autónomo; el experimento puede ser realizado por todos los estudiantes aunque no coincidan en el mismo lugar y tiempo, es decir en una modalidad de aprendizaje asincrónico y el alumno puede enfocarse en las preguntas o problemas motivo de la experiencia, sin el riesgo o el temor de hacer un mal uso del instrumental de laboratorio, como ocurre en el laboratorio tradicional real.

Si bien los estudiantes en general valoran positivamente el uso en educación de los recursos mediados por TIC (Giacosa, Concari & Giorgi, 2012), la incorporación de las TIC en el aula con fines educativos como se describe en el caso de los laboratorios virtuales, requiere de la oportuna intervención y orientación del docente, de manera que el recurso se conforme en una verdadera situación de aprendizaje, un material potencialmente significativo favoreciendo la

resignificación y construcción de relaciones entre conceptos. Desde el punto de vista del aprendizaje, las posibilidades que brindan los laboratorios virtuales para realizar cambios de variables, formular y contrastar hipótesis y explorar conclusiones provisorias, negociar e intercambiar significados con compañeros y profesor, aún en fenómenos de difícil o imposible reproducción en el laboratorio real, hace que se constituyan en un recurso potencialmente valioso para favorecer la atribución de significados a los nuevos conceptos, a la nueva información. Este tipo de aprendizaje se evidencia cuando, al enfrentar y resolver nuevos problemas, el estudiante logra asimismo emitir argumentos científicos que sostengan su proceso de resolución y las soluciones encontradas.

Por otra parte, pero no de manera independiente sino transversal en la enseñanza de las ciencias experimentales se destaca el valor y la pertinencia del aprendizaje como argumentación, considerando que los estudiantes deben aprender a formarse como científicos, y la habilidad argumentativa no aparece de manera espontánea (Clavijo *et al.*, 2014). Diversas investigaciones resaltan el papel de la argumentación como procesos básicos de pensamiento a la hora de aprender ciencias básicas (Henao & Stipcich, 2008; Campaner & De Longhi, 2007; Jiménez Aleixandre & Díaz De Bustamante, 2003). Esta postura está enmarcada en la línea de trabajo iniciada en la década de los 90 (Latour & Woolgar, 1995; Knorr-Cetina, 1995) en la que se resalta el papel de los lenguajes y en particular de la argumentación, en los procesos de construcción, valoración y justificación del conocimiento científico.

Por los antecedentes expuestos, y las características de los aprendizajes observadas en diferentes cursos, es que en un curso básico de Física en el nivel superior, se propusieron diferentes actividades con el fin de favorecer la conceptualización sobre el tema ondas en general y ondas electromagnéticas en particular, entre las que se encuentran observación de videos y laboratorios, lecturas, realización de laboratorios virtuales y resolución de problemas, en las que se busca además, favorecer la emisión de respuestas argumentadas. Se seleccionó a modo de laboratorio virtual en óptica física, un simulador de uso libre correspondiente al tema interferencia, y nos preguntamos acerca de los significados que los alumnos del grupo en estudio, lograron construir sobre el tema “interferencia de la luz”.

El objetivo de este trabajo, por ende, es analizar los argumentos utilizados por un grupo de estudiantes al resolver distintas situaciones problemáticas antes y después del uso de un simulador.

A modo de estudio de caso, se caracteriza el contenido de las respuestas de los informes de los

estudiantes del grupo sobre distintas actividades de modo de detectar si los laboratorios virtuales contribuyen a la construcción de aprendizajes significativos de temas de óptica física, en estudiantes universitarios de cursos básicos.

2. Materiales y métodos

La investigación de tipo exploratorio-descriptivo se desarrolló durante dos semanas de clases con ocho alumnos voluntarios de una asignatura de Física básica de segundo año de carrera de Ingeniería en una universidad pública argentina. Los estudiantes accedieron a los contenidos de óptica física por la plataforma virtual de la institución, y fueron realizando las actividades previstas, entre ellas: lecturas de documentos, trabajos prácticos (resolución de ejercicios de lápiz y papel), realización de laboratorio virtual, y nuevamente resolución de situaciones problema. Esta secuencia fue trabajada por los estudiantes en grupos pequeños, conformados de manera voluntaria, buscando de este modo propiciar, además, el aprendizaje entre pares (Vygotsky, 1986). Se eligieron de manera aleatoria informes de todos los trabajos presentados por tres estudiantes para plantear un estudio de caso.

El laboratorio virtual: El simulador utilizado para el laboratorio virtual de interferencia fue el de Walter Fendt (http://www.walterfendt.de/html5/phes/doubleslit_es.htm). La simulación usada muestra, sobre una pantalla curva, la interferencia de luz monocromática cuya longitud de onda puede variarse entre 380nm y 780 nm, y la separación entre las rendijas puede cambiarse entre 500nm y 4900nm. Los estudiantes realizaron diferentes tareas modificando longitud de onda y parámetros geométricos (en este caso únicamente la separación de rendijas, no pudiendo hacerse cambios sobre el ancho de las rendijas consideradas puntuales). La imagen siguiente ilustra una pantalla del simulador, en la que se observan los parámetros que pueden modificarse y los diferentes resultados que brinda (cuantitativos y cualitativos).

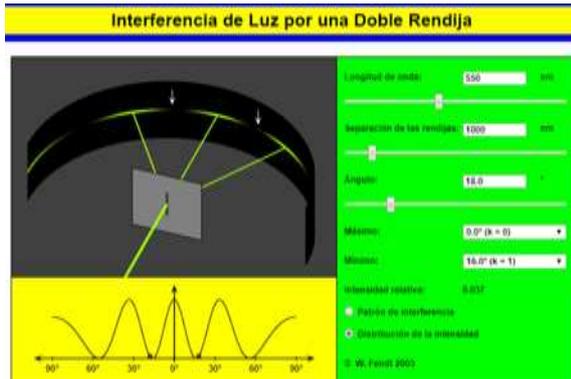


Figura 1. Imagen del simulador de Interferencia de la luz (Walter Fendt)

Los instrumentos: Para explorar la posible reestructuración de los conocimientos de los estudiantes en el tema interferencia de óptica física, se elaboraron tareas a modo de: lecturas, observación de videos, trabajos prácticos (ejercicios de lápiz y papel), laboratorio virtual y problemas. Las lecturas, videos y trabajos prácticos (ejercicios de lápiz y papel) estaban orientados al ejercicio de operaciones mentales, al procesamiento de la información y a la reestructuración de los aprendizajes. Los “trabajos prácticos” incluían cuestiones en torno al tratamiento conceptual y procedimental de los temas, y fueron organizados según distintos niveles de complejidad. A los alumnos se les brindaron posibles situaciones problema para ayudarlos a construir los significados del tema interferencia, de óptica física, y a los docentes nos permitieron relevar los conocimientos que poseían los alumnos antes de realizar el laboratorio virtual.

La guía para realizar el laboratorio virtual presentaba un grado de dificultad creciente hasta llegar a solicitar inferencias, deducciones y conclusiones, acerca de las características del diagrama de interferencia, las condiciones bajo las cuales se producen el fenómeno dado, y las posibles limitaciones para su observación.

Luego del laboratorio virtual los estudiantes resolvieron tres problemas desde los que nos fue posible explorar la posible reestructuración de su estructura cognitiva, al analizar las fundamentaciones de sus respuestas.

3. Resultados y Discusión

Los trabajos presentados por los estudiantes correspondientes a las tareas propuestas, permitieron organizar tablas para la posterior interpretación y análisis en función del objetivo de esta investigación. Los estudiantes que conforman el grupo para el estudio de caso son designados E1, E2 y E3.

La tabla 1 sintetiza las respuestas a una tarea previa al laboratorio virtual, que consistió en la observación de un video y el posterior análisis de lo observado.

Tabla 1. Respuestas de los estudiantes a la tarea previa al laboratorio virtual.

<p>Tarea de conceptualización previa al laboratorio virtual: Observar video de interferencia de Young disponible en https://www.youtube.com/watch?v=JPHPvjlqxA, luego:</p>	
a)	Realizar un esquema del dispositivo de Young
b)	¿Cuáles son las condiciones para observar interferencia?
c)	¿Qué relación debe existir entre separación de rendijas, longitud de onda y distancia a la pantalla de observación?
d)	Escribir expresiones para interferencia constructiva y destructiva.
e)	Analizar la aproximación para pantalla muy alejada
<p>E1</p>	
a)	Responde con esquema completo
b)	Responde de manera completa
c)	“la separación entre rendijas tiene que ser mayor que la longitud de onda”
d)	Escribe simbólicamente
e)	Escribe y fundamenta las aproximaciones
<p>E2</p>	
a)	Responde con esquema completo
b)	Responde de manera completa
c)	“ $\lambda < d \ll L$ ”
d)	Escribe simbólicamente
e)	Escribe y fundamenta las aproximaciones
<p>E3</p>	
a)	No responde
b)	Responde de manera completa
c)	No responde
d)	No responde

En las respuestas a esta tarea que los estudiantes del grupo en estudio resolvieron en forma previa al laboratorio virtual, se detectó que todos reconocieron las condiciones para poder observar interferencia de la luz en el experimento de Young de doble rendija. Sin embargo, sólo dos estudiantes explicitaron las relaciones entre longitud de onda y separación entre rendijas necesarias para poder observar el fenómeno, dieron cuenta de las relaciones funcionales que permiten determinar posiciones de máximos y mínimos bajo el modelo de Young y analizaron las aproximaciones que toma como supuestos el desarrollo conceptual teórico del tema. Un estudiante no respondió a la totalidad de las consignas.

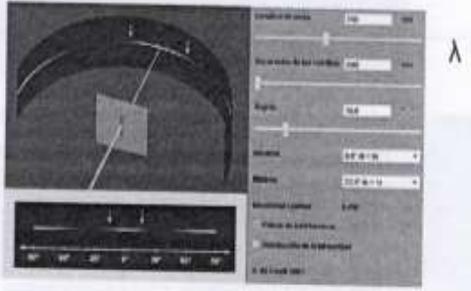
En las tablas 2 y 3 se muestran las respuestas textuales de los estudiantes a dos de las consignas presentadas para ser respondidas en el Laboratorio virtual.

Tabla 2. Respuestas de los estudiantes a las consignas del laboratorio virtual.

<p>Laboratorio virtual: Analiza la separación entre franjas brillantes obtenidas para cada color: ¿cómo depende la separación entre las franjas brillantes de la longitud de onda?</p>
<p>E1: “Se observa que a medida que aumenta la longitud de onda las franjas luminosas son más anchas. Este resultado se observa en</p>

la figura del pie del simulador en intensidad relativa”
E2: “La distancia ym medida a lo largo de la pantalla desde el punto central hasta la misma franja brillante está relacionada con el ángulo θ por donde L es la distancia de las rendijas a la pantalla, para un pequeño θ tenemos $\tan\theta \approx ym/L \approx \sin\theta$, por lo tanto en el caso de ángulos pequeños la distancia medida a lo largo de la pantalla hasta la franja “ m ” viene dada por $ym=m(\lambda L/d)$ ”
E3 No responde

Tabla 3. Respuestas de los estudiantes a las tareas del Laboratorio virtual.

Laboratorio virtual: ¿Puede ponerse cualquier longitud de onda y cualquier d ? Recordemos que para poder observar interferencia se requiere una aproximación importante $\lambda < d$. ¿Qué pasa cuando no se cumple? (recurre a las fórmulas)
E1 “No puede ponerse cualquier valor. Cuando la longitud de onda es mayor que d no se obtiene patrón de interferencia. $d \sin\theta = m\lambda$ ”
E2 “Se debe tener en cuenta el rango de longitud de onda visible que varía de 400 a 700nm. Si observamos la separación d de las rendijas observamos que puede variar de 500nm a 5000nm. Cuando variamos los valores y nos salimos de algunos valores al resolver $\sin\theta$ no podemos pasarnos de -1 y 1 como sucedió en este ejemplo de separación de rendija de 550 nm y su primer máximo en 0° ”
E3 No puede ponerse cualquier longitud de onda y d porque no cumplimos la condición de trabajar con la interferencia $\lambda < d$. Cuando no cumpla esta condición solo puedo ver el máximo central. Ejemplo


De las respuestas de los estudiantes reflejadas en las tablas 2 y 3 se pueden analizar las argumentaciones presentadas, observando que solamente uno de los estudiantes brinda una respuesta completa respaldada por relaciones matemáticas y vinculando con el marco conceptual teórico del tema bajo estudio.

Las tablas 4 y 5 ilustran algunas respuestas a tareas posteriores a la realización del laboratorio virtual. Las mismas pasaban de cálculos rutinarios típicos de los problemas de interferencia, a análisis de resultados, elaboración de inferencias y discusión.

Tabla 4. Respuestas de los estudiantes a las tareas posteriores al Laboratorio virtual.

Ejercicio post laboratorio 1: Una pantalla que tiene dos rendijas separadas 0,1 mm se encuentra a 1,2m de una pantalla de
--

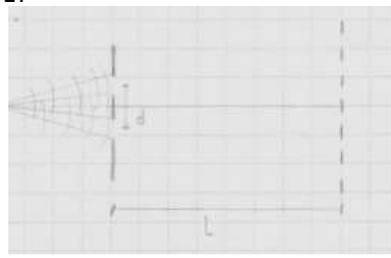
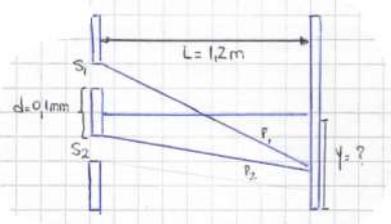
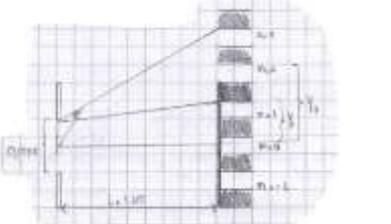
observación. Sobre las rendijas incide luz monocromática de 500 nm de longitud de onda. Realice un esquema que muestre la situación planteada Calcule la posición del máximo de orden $m=1$, $m=2$, $m=3$. ¿Cuál será la separación entre dos máximos consecutivos? Calcule la posición del mínimo de orden $m=1$ y el de orden 2. ¿Cuál será la separación entre dos mínimos consecutivos?
E1 
E2 
E3 
Todos los estudiantes utilizan fórmula de máximos y de mínimos, por ejemplo “ $y_m = m\lambda L/d$ ” para máximos, sin discutir aproximación θ pequeño. Calculan Δy tanto para franjas de interferencia constructiva como destructiva, pero no emiten conclusión respecto a su igualdad.

Tabla 5. Respuestas de los estudiantes a un ejercicio posterior al laboratorio virtual.

Ejercicio post laboratorio 2 Luz coherente de color rojo ilumina dos ranuras separadas una distancia de 25 cm. ¿Se observará un patrón de interferencia de doble ranura cuando la luz proveniente de las ranuras ilumina una pantalla? Explique su respuesta.
E1: No responde
E2: “Dado que la longitud de coherencia en el problema es 25 cm no puede verse interferencia porque cuando dos rayos de la rendija interfieren de forma que su diferencia de caminos (y por ende de fases) es superior a 25 cm cambiará la fase en medio de la interferencia y por ello las bandas que inicialmente se pudieran ver estarán interrumpiéndose continuamente y cambiando su ubicación por lo que no se verán” Respuesta copiada de Yahoo respuestas https://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20110702184824AAzqWM9
E3 “Si la luz es perfectamente coherente, temporal y espacialmente, habrá interferencia... Si la longitud de coherencia es mayor que 25 cm podrá haber interferencia, si no, no, porque cuando 2 rayos de las rendijas interfieren de forma que la diferencia de caminos sea

superior a 25 cm cambiará la fase y por tanto las bandas que inicialmente se veían cambian de ubicación y no se verán, no hay interferencia. Se observará dependiendo de la longitud de coherencia de la luz, si es mayor sí."

Respuesta copiada de Yahoo respuestas
<https://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20110702184824AAzqWM9>

En las últimas dos tareas mostradas en las tablas 4 y 5, se puede apreciar que, si bien todos los estudiantes del grupo bajo estudio pueden resolver los ejercicios aplicando las fórmulas del modelo, se evidencia un aprendizaje del tema al aplicar fórmulas correctas del modelo. Sin embargo, la ausencia de discusión en las respuestas sobre las condiciones de validez del modelo evidencia un aprendizaje acrítico, de tipo mecánico y algorítmico. Las inferencias realizadas por los estudiantes del grupo en estudio se apoyan en búsquedas por internet, pero no en producciones propias.

Discusión de los resultados

En las respuestas a las situaciones problemas que los estudiantes del grupo en estudio resolvieron en forma previa al laboratorio virtual, **tabla 1**, se apreció que todos los estudiantes reconocieron las condiciones para poder observar interferencia de la luz en el experimento de Young de doble rendija. Sin embargo, sólo dos estudiantes explicitaron las relaciones entre longitud de onda y separación entre rendijas necesarias para poder observar el fenómeno.

Cuando usaron el simulador, al resolver las cuestiones presentadas, **tabla 2** y **tabla 3**, los tres estudiantes realizaron los cálculos que permitieron la comparación entre los resultados mostrados en la pantalla del simulador y el modelo teórico estudiado sin reflexionar sobre la razón por la cual se producía la concordancia. Para sus respuestas recurrieron a las expresiones formales representantes del modelo, sin discutir las condiciones de aplicabilidad de las fórmulas empleadas. Estas características de explicaciones incompletas se ilustran ante una consigna de anticipación del número de franjas brillantes en fenómenos de interferencia; cómo determinarlos a partir de la información genérica de longitud de onda y separación de rendijas: "*Cuando la longitud de onda varía, vamos a ver distintas cantidades de franjas brillantes*" (E1).

Este tipo de respuestas básicamente centrada en el cálculo por aplicación de fórmulas sin descripción o acompañamiento lingüístico verbal pareciera vincularse con un razonamiento fuertemente algorítmico, como mencionan Cudmani y Pesa

(1999). Por ejemplo, cuando en otra tarea del laboratorio virtual se preguntaba "*para una longitud de onda dada y una separación dada –d- entre rendijas ¿puede determinarse el número máximo de franjas brillantes que se pueden observar?*" los alumnos recurrían a los conceptos y fórmulas más citados en la teoría, pero sin vincularlos directamente con la cuestión a responder, en la situación concreta planteada.

Los estudiantes, pudieron responder también las preguntas cualitativas del problema, al discutir "*si es posible observar el fenómeno, para cualquier longitud de onda y cualquier separación entre las rendijas*". Estos últimos resultados estarían evidenciando la capacidad de los estudiantes para salvar una de las dificultades citadas por Lucero y Concari (2001) relativas a especificar los cambios que se pueden observar en una figura de interferencia, de acuerdo a los parámetros en juego. Sin embargo, es relevante destacar que al resolver la última situación problema, posterior al uso del simulador, **tabla 5**, ninguno de los estudiantes pudo decidir de manera fundamentada "*si es posible observar interferencia con luz roja cuando las rendijas están separadas 25 cm*". Este resultado mostraría que los alumnos pueden llegar a operar correctamente con el modelo matemático desde una postura fuertemente algorítmica (como se ilustra en la **tabla 4**), incluso lograr realizar descripciones o establecer algunas relaciones básicas de manera adecuada tomando como sustento de sus respuestas los resultados mostrados por el simulador, y, sin embargo, no logran responder una cuestión inherente a las condiciones básicas para que se produzca el fenómeno. Ninguna de las respuestas hace alusión a la "luz roja" como onda, y la relación entre el valor de la longitud de onda de la onda electromagnética y la separación entre las rendijas. Las respuestas que brindan son bajadas de Internet, sin analizar y ningún estudiante realiza una discusión de los supuestos teóricos del modelo de interferencia de Young.

Acordando con Llancaqueo, Caballero y Moreira (2003) que la adquisición y el aprendizaje de conceptos se caracterizan por su progresividad, las diferentes tareas presentadas no han sido suficientes para producir reestructuraciones que promuevan aprendizajes duraderos y significativos; que puedan ser aplicados en situaciones diferentes.

Las representaciones simbólicas, esenciales para representar los problemas, pueden ser simbólicas gráficas, lingüísticas, pictóricas, analíticas (Llancaqueo *et al.*, 2003). Son estas últimas, las analíticas que corresponden a expresiones matemáticas, más complejas a la hora de establecer relaciones entre conceptos que las representaciones lingüísticas, puesto que su uso requiere no sólo

conocer el significado de los símbolos matemáticos empleados, sino también sus relaciones –en general abstractas– para la construcción del concepto central a definir. Sin embargo, las expresiones matemáticas parecen ser las preferidas en el momento de dar justificaciones, como una respuesta rápida, precisa y “efectiva”. Este aspecto lleva a identificar como señalamos, razonamientos de tipo reproductivo en los estudiantes.

Los estudiantes en general no realizan representaciones gráficas para resolver un problema, y en el caso de hacerlo cuando se les pide, son incompletas, ya sea porque no hacen referencia a las ondas procedentes de las rendijas (esenciales para explicar el fenómeno de interferencia), o al patrón observado en la pantalla (característico del modelo de Young). Este tipo de representaciones son importantes por cuanto dan sentido a las representaciones lingüísticas y/o simbólicas empleadas en justificaciones posteriores y dan cuenta de la habilidad para decodificar/interpretar las representaciones. Permiten al alumno afianzar sus respuestas y anticipar el comportamiento a observar, a partir de las variables en juego.

De lo anterior podríamos decir, respecto a la potencialidad del laboratorio virtual para propiciar la emisión de argumentos científicos (Gómez-Martínez, Pessoa & Sasseron, 2015), que en general éstos fueron incompletos; las conclusiones fueron respaldadas fuertemente por las imágenes brindadas por el simulador y cálculos empleando las fórmulas básicas del fenómeno bajo estudio. El laboratorio permitió recuperar ideas previas (ondas, longitud de onda, monocromaticidad, coherencia) y también las fórmulas del modelo, pero no es evidente la apropiación de significados en las respuestas de los estudiantes.

Si bien en este laboratorio los informes fueron individuales, los estudiantes pudieron intercambiar experiencias antes de elaborar los informes. Algunas tareas, tanto del laboratorio virtual como posteriores, no fueron respondidas, aun cuando los estudiantes podían realizar intercambios (personales y virtuales) antes de presentar los informes. Esta ausencia de discusión podría dar cuenta, además, del grado de involucramiento y disponibilidad de cada estudiante hacia su proceso de aprendizaje, aspecto esencial para el logro de aprendizajes significativos.

4. Conclusiones

Del análisis de los argumentos presentados por los estudiantes en este estudio de caso, y no obstante las limitaciones del mismo, podemos concluir que el uso del laboratorio virtual entre otras situaciones

de enseñanza no alcanzaría para producir reestructuraciones profundas que se manifiesten en las argumentaciones de los estudiantes al resolver distintas situaciones- problema y den evidencia del logro de aprendizajes significativos.

“Hacer ciencia” virtual no garantiza por sí misma, en el marco de este contexto, el logro de aprendizajes significativos y se requeriría abordar otros aspectos de los conceptos clave de este campo de las ciencias, de otras tareas complementarias que medien la construcción de nuevos esquemas cognitivos, como podría ser la resolución cualitativa de problemas (Lucero & Concarí, 2001) para contribuir a la conceptualización del tema.

Para que el uso de los laboratorios virtuales como actividad didáctica favorezca aprendizajes científicos, consideramos, asimismo, que los alumnos deben tener una importante orientación para aprovechar todas las herramientas que las simulaciones brindan, dado que en general no poseen estrategias de trabajo autónomo con las mismas. Esta es una observación formulada por diferentes investigadores (Kofman, 2004; Marchisio, Plano, Ronco & Von Pamel, 2010; Salinas, 2009) quienes insisten en que las herramientas aportadas por las tecnologías no son suficientes para garantizar que mediante su uso se promueva en los estudiantes determinado aprendizaje conceptual: en la tarea mediada por simuladores, es importante el acompañamiento del docente de modo que permita potenciar el uso de esta herramienta; este acompañamiento puede ser presencial o no, pero sí debe constar de adecuados instructivos/mediaciones enmarcados en concepciones pedagógicas claras que permitan, efectivamente, la realización de la tarea didáctica propuesta. Además, consideramos que, para lograr aprendizajes con sentido del tema óptica física, y en particular de interferencia, se hace necesario plantear más y diversas situaciones que contribuyan al aprendizaje del tema ondas en general y abordar distintos aspectos del evento, pues, tal como sugieren Cudmani y Pesa (1999), los estudiantes carecen de suficientes conocimientos previos disponibles que permitan el anclaje de los temas más específicos pero subordinados de óptica física, y de interferencia.

5. Referencias

Ausubel, D. (1968). Citado en: En Moreira, M.A., Caballero, M.C. y Rodríguez, M.L. (orgs.) (1997). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España*. 19-44.

Campaner, G.; De Longhi, A. (2007). *La argumentación en Educación Ambiental. Una*

estrategia didáctica para la escuela media, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 6, N° 2, pp. 442-456

Clavijo, S.; Serrano, G.; Catalán, L. (2014). *La argumentación en el marco de las tecnologías emergentes y la física contemporánea*. Revista Enseñanza de la Física. Vol. 26, No. Extra, Dic. 2014, 75-84

Cudmani, L. y Pesa, M. (1999). *Obstáculos en el aprendizaje de la polarización luminosa: una experiencia con profesores de física*. Cad.Cat.Ens.Fís., v. 16(2), 208-225

Cudmani, L., Pesa, M. y Salinas, J. (2000). *Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias*. Enseñanza de las ciencias, 2000, 18 (1), 3-13.

Furió, C. y Guisasola, G. (1999). *Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento*. Enseñanza de las Ciencias, 17 (3), 441-452

Furió, C.; Guisasola, G. y Zubimendi, J. (1998). *Problemas históricos y dificultades de aprendizaje en la interpretación newtoniana de fenómenos electrostáticos considerados elementales*. Investigaciones en ensino de ciencias, 3(3), 165-188

García Barneto, A. y Gil Martín, M. (2006) *Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 5 (2). Recuperado de: http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen5/AR_T6_Vol5_N2.pdf. [Recuperado el 10/7/2017]

Giacosa, N.; Giorgi, S. y Concari, S. (2008). *El uso de simulaciones como recurso didáctico para una mejor comprensión del funcionamiento de espectrómetros de masas: una experiencia con estudiantes de ingeniería*. Memorias Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física – SIEF 9 Rosario, Argentina. Publicación en CD-ROM

Giacosa, N., Concari, S. y Giorgi, S. (2012) *Experimentar con TIC y reflexionar sobre su uso a partir de las apreciaciones de los estudiantes*. TE & ET N°8, p. 54-64. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/25535>. [Recuperado el 10/7/2017]

Giacosa, N.; Giorgi, S.; Zang, C.; Maidana, J. y Such, A. (2014). *Circuitos RC en corriente continua: una experiencia universitaria utilizando*

applets. Journal of Science Education, 15(Special Issue), 74-75

Gómez-Martínez, Y.; Pessoa, A. y Sasseron, L. (2015). *Catalizar la Alfabetización Científica. Una vía desde la articulación entre Enseñanza por Investigación y Argumentación Científica*. Revista de Enseñanza de la Física, 27(2), 19-27

Guisasola, J., Zubimendi, J., Almudí, J. y Ceberio, M. (2007). *Propuesta de enseñanza en cursos introductorios de física en la universidad, basada en la investigación didáctica: siete años de experiencia y resultados*. Enseñanza de las ciencias, 25(1), 91–106

Henao, B.; Stipcich, S. (2008). *Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 7 N°1 (2008), 4762.

Jiménez Alexandre, M. P.; Díaz De Bustamante, J. (2003). *Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas*. Enseñanza de la Ciencias, 21 (3), 359-370.

Knorr-Cetina, K. (1995). *Laboratory Studies: the cultural approach to the study of science*. En S. Jasanoff, G. Markle, J. Petersen and T. Pinch (Eds.), Handbook Of Science And Technology Studies (pp.140-166). Los Angeles: Sage Publications.

Kofman, H. (2000). *Modelos y simulaciones computacionales en la enseñanza de la Física*. Recuperado de: <http://www.fiqus.unl.edu.ar/galileo/download/documentos/modelos.pdf>. [Recuperado el 3/3/2017].

Kofman, H. (2004). *Integración de las funciones constructivistas y comunicativas de las NTICs en la enseñanza de la Física universitaria*. Revista de Enseñanza de la Física, 17 (1), 51 – 62

Latour, B. y S. Woolgar (1995). *La vida en el laboratorio: la construcción de hechos científicos*. Madrid: Alianza Editorial.

Llancaqueo, A., Caballero, M. y Moreira, M. (2003). *El aprendizaje del concepto de campo en física: una investigación exploratoria a luz de la teoría de Vergnaud*. Revista Brasileira de Ensino de Física, 25(4), 399-417. Recuperado de:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172003000400011&script=sci_arttext.
[Recuperado el 10/7/2017]

Lucero, I. y Concari, S. (2001). *Los problemas cualitativos en las clases prácticas de óptica: una propuesta*. Recuperado de: <http://www.guarani.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/9-Educacion/D-Indice.htm> [Recuperado el 10/7/2017]

Marchisio, S., Plano, M., Ronco, J., Von Pamel, O. (2010). *Empleo y Aceptación por Estudiantes de Ingeniería de un Laboratorio Remoto de Dispositivos Electrónicos*. Recursos digitales para la educación y la cultura, Volumen SPDECE, 103-110. Cadiz, España.

Martinho, T. y Pombo, L. (2009). *Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais – um estudo de caso*. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 8 (2), 527-538

Parrón, M. G. (2014). *La enseñanza en un mundo en transformación: el uso de las TIC*. Virtualidad, Educación y Ciencia, 9 (5), pp. 90-97. Recuperado de revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/download/9553/10322. [Recuperado el 15/3/2017].

Romero, M. y Quesada, A. (2014). *Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias*. Enseñanza de las ciencias, 32 (1), 101-115 Educatina [Educatina]. (2015, enero 19). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=jPHPvIjlqxA>

Rosado, L. y Herreros, J. R. (2009) *Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física*. Recent Research Developments in Learning Technologies. In International Conference on Multimedia and ICT in Education, 22-24. Recuperado en: <http://www.formatex.org/micte2009>. [Recuperado el 3/12/2016].

Salinas, J. (2009). *Innovación educativa y TIC en el ámbito universitario: Entornos institucionales, sociales y personales de aprendizaje*. II Congreso Internacional de Educación a Distancia y TIC. Lima (PERU)

Santilli, H. y Speltini, C. (2003). *Los laboratorios de enseñanza de física desde una perspectiva histórica y social*. En: Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería - Año 4 N° 6, 23-35.

Serrano, G. y Catalán, L. (2014). *Uso de las TIC en el movimiento de cargas en campos eléctricos y magnéticos uniformes. Un estudio de caso*. Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento, 1(14)

Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*- Revised edition. Recuperado de: <http://www.citeulike.org/group/716/article/439305>. [Recuperado el 10/7/2017]

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca en el Proyecto de investigación “El empleo de TIC y el desarrollo de la capacidad argumentativa en estudiantes de nivel superior” subsidiado por la SeCTyP de la UNCuyo (2016-2018)

10TCE. Aplicación de métodos de enseñanza-aprendizaje flexible en cursos de ingeniería.

Application of flexible teaching and learning methods in engineering courses.

Susana Larrondo¹, Norberto Lerendegui².

1. Instituto de Investigación en Ingeniería Ambiental (3iA-UNSAM). Av. 25 de Mayo y Francia - Campus Miguelete – (1650) San Martín, Pcia. de Buenos Aires.
2. Escuela de Ingeniería y Tecnología – Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA). Av. Eduardo Madero 399 – (1106) CABA. Correo electrónico de contacto: nlerende@itba.edu.ar

Resumen

El aprendizaje flexible involucra un conjunto de técnicas de enseñanza-aprendizaje centradas en el alumno, que usan las tecnologías apropiadas para aumentar la eficacia y eficiencia del proceso de aprendizaje. Su aplicación en la enseñanza universitaria de ingeniería mejoraría el desempeño académico y la motivación de los alumnos argentinos. En este trabajo se evalúa el impacto de su implementación en la asignatura Fenómenos de Transporte de la carrera Ingeniería Ambiental de la UNSAM. Para ello se redefinieron los objetivos del aprendizaje y se incorporaron las técnicas de clase invertida, aprendizaje basado en problemas, pensar/discutir/compartir, informe de un minuto y test en clase. Se midió el desempeño de los alumnos del curso 2017 primer cuatrimestre y se lo comparó con el de cinco cohortes anteriores. Se observó que la tasa de abandono se redujo drásticamente del 20% al 4%, por primera vez no hubo recursantes, la tasa de aprobados subió hasta el 96%, siendo el valor máximo alcanzado anteriormente de 74%, y la nota promedio de los alumnos que aprobaron la cursada fue 7,76, valor máximo de la serie. Las encuestas mostraron que los alumnos consideran a las nuevas técnicas implementadas muy útiles y atractivas, expresando un alto grado de satisfacción.

Palabras clave: aprendizaje flexible, aprendizaje activo, clase invertida

Abstract

Flexible learning involves student-centered teaching-learning approaches that make use of the appropriate technologies to increase the efficacy and efficiency of the learning process. Its application in university engineering education would improve the academic performance and motivation of Argentine students. This paper evaluates the impact of the implementation of flexible learning on the Transport Phenomena course in the Environmental Engineering program at UNSAM. To this purpose, learning objectives were redefined and the techniques: flipped-classroom, collaborative problem-based learning, think-pair-share, one-minute paper and class test were incorporated. The performance of the students of the 2017 first-semester cohort was measured and compared with that of five previous cohorts. It was observed that the course abandonment rate was drastically reduced from 20% to 4%, for the first time all attending students approved, the approval rate rose up to 96%, being the maximum value previously reached of 74%, and the average grade of the students who passed the course was 7.76, the maximum value of the series. Surveys showed that the students consider that the implemented techniques are very useful and attractive, expressing a high degree of satisfaction.

Keywords: flexible learning, active learning, flipped-classroom

1. Introducción

Las universidades argentinas han mantenido la tradición histórica de la enseñanza presencial, en la cual el profesor da una clase magistral explicando los conceptos teóricos del tema tratado, para que luego los estudiantes trabajen los aspectos prácticos en sus casas o en otras clases presenciales con ayudantes de cátedra. Si bien la tecnología fue incorporada en las aulas, haciendo que el pizarrón y la tiza sean reemplazados por la pizarra blanca metálico-cerámica y el marcador, y el retroproyector por un cañón proyector, la esencia de la didáctica ha sido la misma: poner el peso en el proceso de enseñanza (Morell, 2010).

En este sentido los profesores hemos experimentado y desarrollado distintas técnicas didácticas para mejorar la enseñanza, palabra que, esencialmente, significa “mostrar”. Se ha puesto mucho empeño en mejorar la forma de “mostrar” los contenidos de la enseñanza, quedando el otro lado del proceso, el aprendizaje, en segundo lugar. El proceso de aprender está fuertemente ligado al de “aprehender”, es decir, asir el conocimiento y hacerlo propio. Conocer cuánto de lo que “mostramos” se “aprehende” ha sido y es uno de los desafíos del proceso de enseñanza-aprendizaje y motivo de estudio por parte de expertos en educación, quienes en las últimas décadas han dirigido cada vez más la mirada a la instancia de aprendizaje. Puede haber aprendizaje sin enseñanza, pero la enseñanza sin aprendizaje carece de sentido.

En esta dirección, Felder y Silverman (1988) trabajaron el concepto de estilos de aprendizaje. Estos autores establecieron una taxonomía sobre la forma de aprendizaje de las personas basada en 4 dimensiones. Desde el punto de vista de la Percepción una persona puede ser, en los casos extremos, Sensorial o Intuitivo; desde el Entendimiento esos extremos son Secuencial o Global; para el Procesamiento de la información identificamos individuos Activos o Reflexivos; por último, si miramos cómo se adquiere la información, pensamos en individuos Verbales o Visuales. De acuerdo con Felder y Silverman (1988), el proceso de enseñanza debería contemplar el estilo de aprendizaje del alumno. Estas ideas han hecho eco en muchos educadores y expertos en educación, y de la investigación y el ejercicio de la docencia surgieron conceptos tales como, entre otros, “aprendizaje activo” (Laws, Sokoloff y Thornton, 1999) y “aprendizaje basado en problemas” (Duch, Groh y Allen, 2001).

Otra de las fuerzas actuantes en el desarrollo de modelos educativos han sido las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs). El gran

desarrollo de las TICs abrió un abanico de alternativas educativas, entre las cuales se destaca la educación a distancia, que ha tenido la pretensión de borrar las limitaciones de tiempo y espacio (simultaneidad espacio-temporal) en las actividades formativas (Cukierman y Bursztyn, 2010). Este proceso se condice con los procesos de globalización que promueven la diseminación del conocimiento. En este sentido, Berlinerblau (2015) expresó que el cambio fundamental en educación universitaria es la migración de una era en la que valorábamos el conocimiento acumulado a otra en la cual le damos el mismo valor a su transmisión.

Las TICs ofrecen grandes posibilidades de desarrollo educativo; sólo basta mencionar la realidad virtual, la realidad aumentada y la virtualización de laboratorios. En el 2016 el centro de análisis e investigación de EDUCAUSE (www.educause.edu/ecar) trabajó con 183 instituciones educativas para recolectar información sobre la experiencia con tecnología de más de 71.000 estudiantes. Los resultados indican que el 46% de los estudiantes se encuentran más activamente involucrados en los cursos que usan tecnología y que el 78% afirma que la tecnología contribuyó a la terminación exitosa de sus cursos.

Luego de una avalancha de cursos y programas de educación a distancia, los entornos modernos de aprendizaje utilizan combinación de técnicas presenciales y a distancia (Morell y De Boer, 2010). El objetivo último es disponer de un modelo educativo que sea eficaz y eficiente. Esta flexibilidad dio lugar al término “aprendizaje flexible” que ha permeado en el ámbito académico en la última década. Según Latona (1996) las universidades deben orientarse a la formación flexible, si desean sumarse a la tendencia de acceder al aprendizaje fuera del puesto de trabajo, atender las necesidades de los estudiantes de tiempo parcial y promover activamente la educación continua.

El aprendizaje flexible puede ser considerado como el conjunto de técnicas de enseñanza-aprendizaje centradas en el alumno, con grados de libertad en tiempo, lugar y métodos de enseñanza-aprendizaje, que utilizan las tecnologías apropiadas en un entorno de red (Moran y Myringer, 2000). Surge entonces la pregunta: ¿es dable esperar una mejora en el desempeño académico de los alumnos universitarios argentinos de carreras de ingeniería, expresado en términos de conocimiento, habilidades y actitudes, y en el incremento de la motivación por sus futuras profesiones, si se aplicara aprendizaje flexible en el proceso de enseñanza?

El objetivo de este trabajo es evaluar el impacto, en términos de eficacia y eficiencia en el aprendizaje, de la implementación de estrategias de aprendizaje flexible en un curso de Tecnología Básica de la carrera de Ingeniería Ambiental de la UNSAM, evaluar el desempeño académico de los estudiantes a través de los objetivos de aprendizaje establecidos en la asignatura, evaluar la participación activa de los estudiantes y su grado de satisfacción con el proceso de aprendizaje y comparar los resultados obtenidos con la experiencia histórica acumulada y los resultados de la aplicación de métodos educativos tradicionales.

Se espera que la adopción de metodologías de educación flexible mejore sus competencias de egresado, tanto específicas como genéricas establecidas por el CONsejo FEderal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2007), incremente la eficacia y la eficiencia de su proceso de aprendizaje, contribuya al entusiasmo por ampliar la frontera de sus conocimientos y desarrolle motivación profesional. Asimismo, se espera que con las metodologías de educación flexible los estudiantes desarrollen actitudes más participativas y manifiesten un mayor grado de satisfacción con el proceso de aprendizaje.

2. Materiales y métodos

Se implementaron métodos de enseñanza y aprendizaje flexibles en el curso 2017 1er-Cuatrimestre de la asignatura AMB04 Fenómenos de Transporte de la carrera Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín, asignatura del sexto cuatrimestre del plan de carrera. En primer lugar se procedió a redefinir el programa de la asignatura para identificar adecuadamente los objetivos del aprendizaje, las competencias genéricas y específicas a desarrollar, las actividades formativas, los métodos de evaluación y el criterio de aprobación, información que fue puesta a disposición de los alumnos del curso.

La Tabla 1 muestra los objetivos del aprendizaje de la asignatura AMB04. La Tabla 2 presenta las Competencias Genéricas (CONFEDI) y Específicas asociadas a estos objetivos.

Tabla 1. Objetivos del aprendizaje de AMB04.

Objetivo	Descripción
Obj.1	Comprender los fenómenos de transporte que ocurren, en forma independiente y acoplados, en procesos mecánicos, físicos y químicos.
Obj. 2	Establecer las ecuaciones que gobiernan los fenómenos de transferencia en diferentes sistemas.
Obj. 3	Plantear balances macroscópicos y microscópicos y analizar las condiciones iniciales y de contorno en casos que representen sistemas usados en la industria y que habitualmente se encuentran en la vida profesional.

Obj. 4	Adquirir un conveniente entendimiento de los fenómenos de transferencia mediante la resolución analítica de casos simples y analizar críticamente los resultados obtenidos.
Obj. 5	Comunicar en forma eficiente los aspectos fundamentales de la teoría y cómo aplicarlos a resolver problemas.

Tabla 2. Competencias Genéricas (CONFEDI) y Específicas del curso AMB04.

Competencia	Descripción
CG.1	Identificar, establecer y resolver problemas de ingeniería.
CG.7	Comunicarse efectivamente.
CG.9	Reconocer la necesidad de y ser capaz de enrolarse en el aprendizaje autónomo y continuo.
CE.1	Comprender el fenómeno de transferencia que aparece en procesos mecánicos, físicos o químicos independientes o acoplados, regidos por las leyes de Newton y teoremas asociados (mecánica), la ley de Fourier (calor), la ecuación de Navier-Stokes (fluidos) y los principios primero y segundo de la Termodinámica.
CE.2	Establecer las ecuaciones integrales y derivativas que rigen los fenómenos mecánicos, físicos y químicos en diferentes sistemas, con análisis dimensional y de unidades.
CE.3	Realizar los balances macroscópicos y microscópicos de momento, energía y masa, y analizar las condiciones iniciales y de contorno de temperatura, tensión de corte, presión y flujo en sistemas variados.
CE.4	Resolver las ecuaciones integrales o diferenciales obtenidas para los casos simples, evaluar el impacto de los parámetros en el comportamiento del sistema y estimar los valores de parámetros para un comportamiento propuesto para el sistema bajo estudio.
CE.5	Presentar en forma oral y escrita la solución de problemas de ingeniería.

Durante el desarrollo del curso se utilizaron las siguientes técnicas de aprendizaje activo/flexible:

Aprendizaje Basado en Problemas con Trabajo Colaborativo: Los alumnos organizados en grupos de trabajo de no más de cinco (5) personas encarar la resolución de un problema real a resolver trabajando en red. Se realizan reuniones en las que los docentes del curso monitorean la contribución de cada alumno y registran el progreso realizado en el avance de la solución. Esta técnica permite enfrentar y resolver situaciones reales a través de la co-construcción.

Clase Invertida (Flipped-Classroom): Los alumnos estudian la teoría de un tema en sus casas con la ayuda de un video explicativo generado por la cátedra o con lecturas recomendadas. En clase se discuten problemas que requieren los conceptos estudiados. Esta técnica estimula el aprendizaje activo.

Pensar, Discutir y Compartir (Think-Pair-Share): En la evolución de la clase, regularmente se plantea un desafío de definición o pregunta específica, para que cada alumno piense una respuesta (1 minuto), consensue con su grupo de trabajo una respuesta común (2 minutos) y compartan con el resto de los estudiantes su propuesta (2 minutos). El profesor actúa como moderador para darle participación a los distintos grupos de alumnos para realizar una construcción común de una respuesta adecuada a la consigna.

Informe de Un Minuto (One Minute Paper): A los alumnos se les presenta el desafío de escribir una lista de los principales conceptos que discutieron en una hora de clase. El docente luego hace leer cada respuesta y las recolecta. Esta técnica es útil para ayudar a fijar conceptos y conocer el entendimiento general sobre un tema.

Test en Clase (Quiz): En el transcurso de la clase a los alumnos se les presenta un test de conocimientos a través de una plataforma colaborativa para que respondan desde sus teléfonos celulares o, eventualmente, en forma escrita. Esta técnica es útil para conocer el entendimiento grupal sobre varios temas. Para formular estas preguntas y recolectar los resultados se utilizó la plataforma Socrative (www.socrative.com).

La carga horaria de las actividades formativas y de evaluación se indican en la Tabla 3. En dicha tabla también se reporta el método de calificación que permite calcular la nota de cursada de la asignatura.

La Tabla 4 presenta una correlación entre las técnicas de enseñanza y aprendizaje utilizadas para el desarrollo de las competencias específicas del curso.

Tabla 3. Actividades formativas y de evaluación de AMB04.

Tipo	Descripción
Clase Presencial	<ul style="list-style-type: none"> Teórica: 45 hs. [estándar + aprendizaje activo] Problemas: 39 hs. [estándar + aprendizaje activo] Presentaciones de trabajos: 6 hs. [estándar, PBL: Problem-Based Learning]
Trabajo Personal	<ul style="list-style-type: none"> En equipo: 24 hs. [PBL] Búsqueda de información, trabajo individual: 80 hs [estándar, FL: Flipped-Learning]
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Exámenes: 6 hs. [escrito] Otras evaluaciones: <ul style="list-style-type: none"> - TPS: Think – Pair – Share - OMP: One Minute Paper - QUIZ: Preguntas y respuestas - Presentaciones
Calificación	La calificación del curso será realizada a través de evaluaciones continuas y periódicas basadas en:

<ul style="list-style-type: none"> Preguntas en Clase (quiz) [5%] Trabajos en Equipo [20%] Dos exámenes parciales escritos (mitad y fin de curso) [70%] Participación activa durante encuentros presenciales y trabajos en equipo [5%]
--

Tabla 4. Evaluación de Resultados de Aprendizaje para las Competencias Específicas del curso AMB04.

Competencia	Descripción
CE.1	Exámenes escritos, Quiz, TPS, OMP
CE.2	Trabajos Prácticos, PBL
CE.3	Trabajos Prácticos, PBL
CE.4	Exámenes escritos, trabajos prácticos, PBL
CE.5	Presentaciones de Trabajos Prácticos (evaluación con rúbricas)

El curso estuvo formado por 26 alumnos, pero uno de estos abandonó tempranamente el curso, quedando 25. En la primera clase los estudiantes contestaron voluntariamente el cuestionario de Felder-Soloman para identificar su estilo de aprendizaje (<https://www.webtools.ncsu.edu/learningstyles/>).

Para la evaluación del impacto en el aprendizaje se implementaron dos encuestas, que fueron contestadas por los alumnos a mitad del curso y a fin de curso. La Tabla 5 presenta las preguntas formuladas y el campo clasificatorio utilizado.

Tabla 5. Encuesta de mitad de curso.

A. Respetto de los métodos de aprendizaje	M	B	P	N	NS/NC
1. La resolución de problemas en forma conjunta a través de Internet resultó atractiva.					
2. La resolución de problemas en forma conjunta a través de Internet ayuda a aprender mejor.					
3. La resolución de problemas en forma conjunta por los alumnos a través de Internet es más útil que la resolución de problemas en clase por el profesor.					
4. La técnica de "Pensar, Discutir con el Compañero y Compartir los resultados" (Think-Pair-Share) resultó atractiva.					
5. La técnica de "Pensar, Discutir, con el Compañero y Compartir los resultados" (Think-Pair-Share) ayuda a aprender mejor.					
6. La exposición de problemas por parte de los alumnos resultó atractiva.					
7. La exposición de problemas por parte de los alumnos ayuda a aprender mejor.					

B. Respetto de los métodos de evaluación	M	B	P	N	NS/NC
8. La técnica OMP (One-Minute-Paper) resultó atractiva.					

9.	La técnica OMP (One-Minute-Paper) contribuyó a conocer mejor los temas.					
10.	El clima fue propicio para el aprendizaje y el intercambio de ideas.					

C.	Respecto de la actividad general de la asignatura el la primera mitad de curso	M	B	P	N	NS/NC
11.	El desarrollo de las clases fue organizado y se aprovechó el tiempo.					
12.	Se propusieron actividades (trabajos prácticos, ejercicios, etc.) que exigían elaboración e integración de conocimientos.					
13.	En esta mitad del curso Ud. obtuvo una buena comprensión de los conceptos centrales de la materia.					
14.	Usted se encuentra satisfecho con lo realizado en esta mitad del curso.					

(M: Mucho; B: Bastante; P: Poco; N: Nada; NS/NC: No Sabe / No Contesta)

La Tabla 6 presenta las preguntas formuladas al final del curso.

Tabla 6. Encuesta de fin de curso.

D.	Respecto de la actividad general de la asignatura en el curso	M	B	P	N	NS/NC
15.	El desarrollo de las clases fue organizado y se aprovechó el tiempo.					
16.	Se propusieron actividades (trabajos prácticos, ejercicios, etc.) que exigían elaboración e integración de conocimientos.					
17.	Al comienzo del curso se explicaron con claridad los objetivos y las características del curso y de las evaluaciones					
18.	Teoría y práctica estuvieron claramente relacionadas.					
19.	La bibliografía y el material en el campus fue adecuado para el estudio					
20.	Las evaluaciones fueron adecuadas a los objetivos y desarrollo del curso.					
21.	Obtuvo una buena comprensión de los conceptos centrales de la materia.					
22.	Usted se encuentra satisfecho con la materia.					

E.	¿Le resultaron formativos los Trabajos Prácticos?	M	B	P	N	NS/NC
23.	TP-1: Hidrostática					
24.	TP-2: Balance Macroscópico de Masa					
25.	TP-3: Balance de Energía					
26.	TP-4: Planta Piloto					

A los efectos de evaluar la performance de los alumnos del curso 2017-C1 se registró la cantidad de alumnos que abandonaron el curso, los que tuvieron que recurrir por no aprobarlo y los que aprobaron el curso, como así también la distribución de calificaciones de cursada de las últimas 6 cohortes.

3. Resultados y Discusión

La Tabla 7 muestra los resultados del test de Felder-Soloman para las cuatro categorías de estilos de aprendizaje.

Tabla 7. Resultados del Test Felder-Soloman.

	Activo						Reflexivo					
Valor	1	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11
Nro. de Alumnos	1	0	6	4	3	3	2	2	1	1	0	0
	Sensitivo						Intuitivo					
Valor	1	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11
Nro. de Alumnos	0	2	1	4	5	2	2	5	2	0	0	0
	Visual						Verbal					
Valor	1	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11
Nro. de Alumnos	0	1	2	6	4	3	1	3	1	2	0	0
	Secuencial						Global					
Valor	1	9	7	5	3	1	1	3	5	7	9	11
Nro. de Alumnos	1	1	0	6	5	3	1	0	3	2	1	0

Los resultados mostrados en la Tabla 7 indican que desde el punto de vista del procesamiento de la información, hay 10 estudiantes reflexivos-activos, 10 estudiantes fuertemente activos, 1 estudiante decididamente activo y 2 estudiantes fuertemente reflexivos. Por lo tanto, las técnicas de enseñanza que promueven participación activa de los estudiantes tendrán un mejor impacto en este grupo de estudiantes.

Desde el punto de vista de la Percepción, podría decirse que la mayoría de los estudiantes presentan un comportamiento balanceado entre Sensibilidad e Intuición, con una tendencia a lo sensorial.

Si se mira cómo se adquiere la información, 11 alumnos se sienten cómodos con las representaciones verbales o visuales, 9 alumnos son decididamente visuales y 3 alumnos se sienten cómodos frente a enfoques discursivos. Por lo tanto, para este curso, técnicas educativas que hagan uso intensivo de representaciones visuales tendrán un impacto formativo mayor.

Asimismo, en lo concerniente a la dimensión del entendimiento, se puede decir que 9 alumnos tienen un comportamiento balanceado entre secuencial y global, pero hay 8 alumnos con una marcada aproximación secuencial a la resolución de

problemas y 6 alumnos con una aproximación global. Esto lleva a considerar realizar ejercicios en el aula que trabajen tanto sobre procesos de resolución secuencial como de tratamiento integral.

Para el diseño de las clases teóricas y los ejercicios se tuvieron en cuenta los resultados reportados en la Tabla 7, que se resumen en las siguientes acciones: uso intensivo de imágenes, movilización permanente de los alumnos con preguntas y ejercicios y discusiones con miradas globales (enfoque holístico) y aproximaciones secuenciales (típicas de la ingeniería). Las técnicas reportadas en la Sección 2 fueron muy útiles para desarrollar estas actividades.

Al momento de realizar la encuesta de mitad de curso se encontraban presentes 19 de los 25 alumnos que cursaron la asignatura. Los resultados de la encuesta realizada a mitad de curso a estos 19 alumnos se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Resultados de la encuesta de mitad de curso.

A. Respetto de los métodos de aprendizaje	M	B	P	N	NS/NC	M+B	P+N+NS+NC
1. La resolución de problemas en forma conjunta a través de Internet resultó atractiva.	11	5	3			84%	16%
2. La resolución de problemas en forma conjunta a través de Internet ayuda a aprender mejor.	9	8	2			89%	11%
3. La resolución de problemas en forma conjunta por los alumnos a través de Internet es más útil que la resolución de problemas en clase por el profesor.	6	1	5	4	3	37%	63%
4. La técnica de "Pensar, Discutir con el Compañero y Compartir los resultados" (Think-Pair-Share) resultó atractiva.	7	10	2			89%	11%
5. La técnica de "Pensar, Discutir, con el Compañero y Compartir los resultados" (Think-Pair-Share) ayuda a aprender mejor.	8	7	2		2	79%	21%
6. La exposición de problemas por parte de los alumnos resultó atractiva.	4	10	3	2		74%	26%
7. La exposición de problemas por parte de los alumnos ayuda a aprender mejor.	7	7	2	2	1	74%	26%

B. Respetto de los métodos de evaluación	M	B	P	N	NS/NC	M+B	P+N+NS+NC
--	---	---	---	---	-------	-----	-----------

8. La técnica OMP (One-Minute-Paper) resultó atractiva.	6	7	2	1	3	69%	31%
9. La técnica OMP (One-Minute-Paper) contribuyó a conocer mejor los temas.	6	7	2	1	3	69%	31%
10. El clima fue propicio para el aprendizaje y el intercambio de ideas.	15	3			1	95%	5%

C. Respetto de la actividad general de la asignatura en la primera mitad de curso	M	B	P	N	NS/NC	M+B	P+N+NS+NC
11. El desarrollo de las clases fue organizado y se aprovechó el tiempo.	16	3				100%	
12. Se propusieron actividades (trabajos prácticos, ejercicios, etc.) que exigían elaboración e integración de conocimientos.	16	3				100%	
13. En esta mitad del curso Ud. obtuvo una buena comprensión de los conceptos centrales de la materia.	12	6	1			95%	5%
14. Usted se encuentra satisfecho con lo realizado en esta mitad del curso.	15	4				100%	

Los resultados obtenidos en la encuesta de mitad de curso indican que para la gran mayoría de los alumnos encuestados la resolución conjunta de problemas a través de Internet resultó muy atractiva y los ayudó a aprender mejor (Tabla 8-A). No obstante, los alumnos también expresaron que esta actividad no es más útil que la resolución de problemas en clase por el profesor, lo que reafirma el rol del educador en las clases presenciales, algo que está en sintonía con la tendencia actual de trabajar en aprendizaje híbrido (presencial + en línea) y no exclusivamente en línea. La técnica TPS (desconocida para los alumnos) resultó muy atractiva y útil para aprender mejor. La explicación de problemas por parte de los alumnos también resultó atractiva y útil.

El método de evaluación de aprendizaje OMP (desconocido por los alumnos) tuvo una acogida positiva tanto desde la óptica del interés como de su eficacia (Tabla 8-B). La encuesta incluyó varias preguntas (Tabla 8-C) de satisfacción general con el proceso de enseñanza-aprendizaje asociadas al clima de aprendizaje, organización de clases e integración de conocimientos, con resultados muy positivos.

Al final del curso se realizó una encuesta integral involucrando preguntas sobre aplicación de las nuevas técnicas (explicación, organización, evaluaciones), las actividades prácticas, el

tratamiento teórico de los temas y el grado de satisfacción alcanzado, recogiéndose opiniones muy positivas. Se encuestó al mismo grupo muestral de 19 (diecinueve) alumnos que realizaron la encuesta de medio término. Los resultados de esta encuesta se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Resultados de la encuesta de fin de curso.

D. Respecto de la actividad general de la asignatura en el curso	M	B	P	N	NS/NC	M+B	P+N+NS+NC
15. El desarrollo de las clases fue organizado y se aprovechó el tiempo.	14	4	1			95%	5%
16. Se propusieron actividades (trabajos prácticos, ejercicios, etc.) que exigían elaboración e integración de conocimientos.	18	1				100%	
17. Al comienzo del curso se explicaron con claridad los objetivos y las características del curso y de las evaluaciones	15	3			1	95%	5%
18. Teoría y práctica estuvieron claramente relacionadas.	16	3				100%	
19. La bibliografía y el material en el campus fue adecuado para el estudio	9	8				100%	
20. Las evaluaciones fueron adecuadas a los objetivos y desarrollo del curso.	16	3				100%	
21. Obtuvo una buena comprensión de los conceptos centrales de la materia.	12	7				100%	
22. Usted se encuentra satisfecho con la materia.	15	4				100%	

E. ¿Le resultaron formativos los Trabajos Prácticos?	M	B	P	N	NS/NC	M+B	P+N+NS+NC
23. TP-1: Hidrostática	11	5	2		1	89%	11%
24. TP-2: Balance Macroscópico de Masa	12	6			1	95%	5%
25. TP-3: Balance de Energía	9	8			1	95%	5%
26. TP-4: Planta Piloto	8	9			1	95%	5%

A los efectos de evaluar el desempeño académico de los alumnos con los que se utilizó técnicas de aprendizaje flexible, se realizó una comparación con datos históricos. Los exámenes parciales, que tienen un peso del 70% en la nota final de cursada, fueron del mismo tipo que los tomados en instancias anteriores. La Tabla 10 muestra datos estadísticos de la performance de los alumnos del curso 2017-C1 en los que se aplicó técnicas de educación flexible con alumnos de cursos precedentes en los que se aplicaron técnicas convencionales de enseñanza.

Tabla 10. Estadística comparativa de la performance del curso 2017-C1 con cursos precedentes.

Curso	2014	2015	2015	2016	2016	2017
Cuatrimestre	C2	C2	C2	C1	C2	C1
Inscriptos (I)	30	15	19	19	24	26
Abandonos (A)	7	3	4	4	5	1
Recursantes (R)	4	1	1	2	6	0
Aprobados (Ap)	19	11	14	13	13	25
Nota: 10	1	0	0	0	2	4
Nota: 9	2	1	1	1	2	4
Nota: 8	2	5	3	4	0	3
Nota: 7	7	2	1	7	3	10
Nota: 6	7	3	3	1	3	4
Nota: 5	0	0	5	0	1	0
Nota: 4	0	0	1	0	2	0
A / I: Tasa de Abandonos	23%	20%	21%	21%	21%	4%
Ap / I: Tasa de Aprobados	63%	73%	74%	68%	54%	96%
Promedio Nota Aprobados	7,11	7,36	6,21	7,38	6,92	7,76

Se puede observar una gran disminución en la tasa de abandonos (de un promedio histórico de 20% a 4%) y un considerable incremento en la tasa de aprobados (Ver Figura 1).

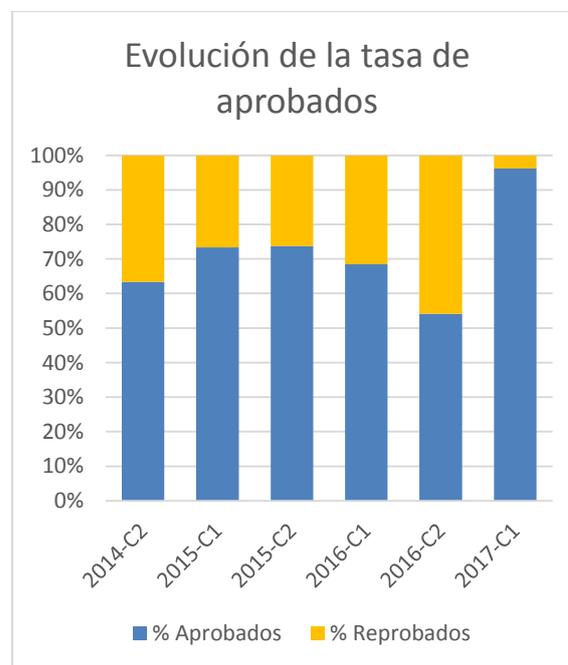


Figura 1. Evolución de la Tasa de Aprobados

Por primera vez en últimas 6 cohortes no hubo alumnos recursantes. La nota promedio de los alumnos que aprobaron la cursada en el curso 2017-

C1 es también la más alta (7,76) de la serie. La Figura 2 ilustra este resultado.



Figura 2. Evolución de la Nota Promedio de Alumnos Aprobados en las últimas 6 cohortes

4. Conclusiones

La aplicación de técnicas de educación flexible en la asignatura AMB04 Fenómenos de Transporte desarrollada en el primer cuatrimestre de 2017 mejoró el desempeño de los alumnos cuando se lo compara con el de 5 cohortes anteriores. La tasa de abandono se redujo de un valor histórico del 20% al 4%, por primera vez no hubo recursantes y la tasa de aprobados subió hasta el 96% cuando el valor máximo alcanzado anteriormente fue de 74%. Cuando se analiza la nota promedio de los alumnos que aprobaron la cursada, el valor es el máximo (7,76) de la serie.

Adicionalmente, los estudiantes han expresado que las nuevas técnicas implementadas de trabajo colaborativo en red y pensar-discutir-compartir son muy útiles y atractivas, a la vez que la evaluación regular del conocimiento alcanzado mediante el procedimiento “one-minute-paper” es también útil y atractivo. Asimismo, también expresaron que la resolución de problemas por parte de los alumnos, si bien resulta relevante, no sustituye a las clases de problemas conducidas por el profesor, algo naturalmente esperable.

La encuesta de fin de curso reveló un muy alto grado de satisfacción con las actividades realizadas,

su organización y los métodos de evaluación del progreso del curso. La cátedra observó que la participación activa de los estudiantes obró como un gran motivador y que la evaluación inicial del estilo de aprendizaje de los alumnos del curso ayudó a ajustar las técnicas de enseñanza para contemplar el sesgo activo y visual de la cohorte.

Los hallazgos sugieren que las técnicas de educación flexible, aplicada en forma extendida en todas las asignaturas de las carreras de ingeniería contribuirían fuertemente a aumentar la eficacia y eficiencia del proceso de enseñanza-aprendizaje.

5. Referencias

Berlinerblau, J. (2015). *Teach or perish*, Chronicle of Higher Education. January 19, 2015. <http://www.chronicle.com/article/Teach-or-Perish/151187/>

CONFEDI (2007), *Competencias Genéricas. Desarrollo de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina (Primer Acuerdo)*, CONFEDI, 2007.

Cukierman U., Bursztyn A., (2010). *Integración de recursos tecnológicos de avanzada en cursos de Ingeniería en Sistemas de Información*. V Congreso Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, El Calafate, Santa Cruz, Argentina – ISBN 978-987-1242-42-9.

Duch, B.J.; Groh, S.E.; Allen D.E. (2001). *Why problem-based learning? A case study of institutional change in undergraduate education*. In B. Duch, S. Groh, & D. Allen (Eds.). *The power of problem-based learning* (pp.3-11). Sterling, VA:Stylus.

Felder, R. M.; Silverman, L. K. (1988). *Learning and teaching styles in engineering education*. *Engineering education*, 1988, vol. 78, no 7, p. 674-681.

Latona, Kris (1996). *Case studies in flexible learning*, Sidney. University of Technology. Institute for Interactive Multimedia, Faculty of Education, 1996.

Laws, P.; Sokoloff D.; Thornton, R. (1999) *Promoting active learning using the results of physics education research*, UniServe Science News.

Moran, L.; Myringer, B. (1999). *Flexible learning and university change*. Harry Keith, Higher Education Through Open and Distance Learning. London, Routledge, 1999, pp. 57-72.

Morell, L. (2010). *Engineering Education in the 21st Century: Roles, Opportunities and Challenges*, 4th NEA ICETE Conference Proceedings, Taichung, Taiwan, October 2010.

Morell, L.; De Boer, J. (2010). *The Engineering Professor of 2020: the Forgotten Variable*, 2010 ASEE National Conference Proceedings, Louisville, Kentucky June 2010.

11TCE. Aplicaciones tecnológicas inspiradas en el dispositivo de Venturi: Un pretexto para visitar la ecuación de Bernoulli.

Technological applications inspired in the Venturi's: A pretext to visit the Bernoulli equation.

Fabián Videla^{1,2}, Patricia Torroba¹, Eugenio Devece^{1,3}, Luisina Aquilano⁴

1. IMApEC, Departamento Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería UNLP Avenida 1 y 47, La Plata, Argentina. 2 Centro de Investigaciones Ópticas (CIC CONICET UNLP) Cno. Centenario y 506La Plata Argentina. 3. IEC, EMIPASIVA, UTN FRLP Avenida 60 y 124, La Plata Argentina.. 4 Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería UNLP. Avenida 1 y 47, La Plata, Argentina. Correo electrónico de contacto. eugdvc@gmail.com

Resumen

Muchos dispositivos industriales aplican el dispositivo de Venturi, así, su comprensión desde el punto de vista físico resulta indispensable como saber básico en las carreras de ingeniería. En este trabajo se han recopilado algunas de las dificultades habituales experimentadas por los alumnos a la hora de resolver situaciones que pueden modelarse aplicando la ecuación de Bernoulli. Para fundamentar este abordaje, se presenta el marco teórico indispensable para precisar las variables puestas en juego y su relación. Las predicciones efectuadas en este marco sobre el comportamiento del dispositivo se reinterpretarán en la clase incorporando mostraciones basadas en equipos de desarrollo local y un software de simulación libre. Para motivar a los alumnos se ejemplificaron variados usos de los dispositivos de Venturi mostrando la atractiva oferta de soluciones aplicadas en el ámbito industrial.

La evaluación de un problema convencional permitió analizar su desempeño apreciándose mejoras respecto de aquellos alumnos que no recibieron este tratamiento del tema. No obstante, surgen dudas sobre si las soluciones planteadas son acertadas fruto de su comprensión sobre la física involucrada o de un manejo mecánico de las ecuaciones. Para superar esta incertidumbre se propone una evaluación con situaciones que ponen en juego conocimientos más conceptuales.

Palabras Clave: Dispositivo de Venturi, Ecuación de Bernoulli, Simulación PHET, Generador de flujo, Evaluación Conceptual

Abstract

Many industrial devices apply the Venturi device, thus, its understanding from the physical point of view is indispensable as basic knowledge in engineering tasks. In this paper we have compiled some of the habitual difficulties experienced by students when solving situations that can be modeled by applying the Bernoulli equation. In order to support this approach, the indispensable theoretical framework is presented to specify the variables put into play and their relationship. The predictions made in this framework on the behavior of the device will be reinterpreted in the class incorporating demonstrations based on local development equipment and free simulation software. To motivate the students, various uses of Venturi devices were exemplified by showing the attractive offer of solutions applied in the industrial field. The evaluation of a conventional problem allowed to analyze its performance, appreciating improvements with respect to those students who did not receive this treatment of the topic. Even so, doubts arise as to whether the proposed solutions are correct due to their understanding of the physics involved or of the mechanical handling of the equations. To overcome this uncertainty, an evaluation is proposed with situations that put into play more conceptual knowledge.

Keywords: Venturi Device, Bernoulli Equation, PHET Simulation, Stream Generator, Conceptual Evaluation.

1. Introducción

Dentro de la cátedra de Física I del Departamento de Ciencias Básicas, de las carreras de Ingeniería se realizan actividades de diseño y desarrollo tanto de dispositivos didácticos como propuestas didácticas para la enseñanza de Física (Torroba, Devece, Trípoli, Aquilano 2016; Devece, Torroba, Videla 2015; Costa, Torroba, Devece 2013, Jornadas de Ingeniería 2017). Con el objetivo de favorecer el entendimiento de los modelos que describen fluidos ideales en movimiento, se diseñó un dispositivo denominado *generador de flujo variable*. La construcción de este material didáctico estuvo motivada en mostrar a los alumnos una aplicación concreta de las ecuaciones de Bernoulli y de continuidad (Tipler 2001; Serway 1999; Sears, Zemansky, Young 1999). El dispositivo consiste de una turbina, un tubo de Venturi y un manómetro. En este proceso de revisión y renovación en la manera de abordar los contenidos de la asignatura Física I, se presenta una propuesta didáctica sobre los modelos que describen fluidos ideales en movimiento. En este trabajo se implementará mediante el uso de generador de flujo variable y una simulación PHET (universidad de Colorado), herramientas motivadoras que ayudan a clarificar la exposición de los conceptos. Posteriormente se evaluará mediante el análisis de situaciones la comprensión conceptual del tema y no solo verificar la aplicación mecánica de las expresiones involucradas. Por otra parte, el dispositivo de Venturi presenta una variada gama de aplicaciones en la industria. Dentro de ellas se puede mencionar a la neumática con funciones de cómputo y control, a la agronomía y farmacéutica (aspersores), mecánica automotriz (carburadores), instrumentación (caudalímetros), petroquímica (torre de enfriamiento), pico aireador oxigenador para vino etc. Encontrar una explicación de cómo funcionan estos dispositivos, algunos encontrados en la vida cotidiana, usando las expresiones de los fluidos ideales en movimiento resulta estimulante para abordar su estudio

2 Objetivos.

Antes de introducir los objetivos creemos conveniente, enmarcar la motivación de los mismos en función de los inconvenientes habituales hallados en la resolución de problemas y los conceptos físicos a los que remite

2.1 Inconvenientes habituales en la resolución de problemas

Un análisis crítico de los resultados de evaluaciones de estudiantes de cursos introductorios de Física I (mecánica clásica), mostró la dificultad que

encuentra el alumnado en la adquisición de conceptos asociados al estudio de fluidos ideales en movimiento. En particular, se han detectado inconvenientes en:

- El trazado de una línea de corriente.
- Comprensión de la conservación de la masa a través de la ecuación de continuidad.
- La conservación de la energía a través de la ecuación de Bernoulli.
- La incorporación del uso de un Venturi como un instrumento de medida.
- Comprender el uso de la ecuación en casos límites, presión
- La elección del nivel de energía potencial.
- Las condiciones fluido ideal.
- En el cálculo de las áreas.

Se propone abordar los temas complementando, la clase tradicional con la incorporación de simulaciones, dispositivos para demostraciones y lecturas breves sobre la aplicaciones que involucren el fenómeno físico estudiado.

En base a los inconvenientes observados y los conceptos a los que remite, se propone como objetivo evaluar la eficacia de este nuevo abordaje por medio de evaluaciones típicas, y en función de esos resultados realizar una propuesta de mejora en la formulación de la acreditación de los contenidos.

3. Metodología

3.1 Marco teórico

El tubo de Venturi (figura 1) es un dispositivo inicialmente diseñado para medir la velocidad de un fluido, aprovechando el comportamiento de éste dentro del tubo, conocido como *Efecto Venturi*. Este efecto viene dado por la geometría particular del tubo, tiene su base teórica en la conservación de masa y energía, y consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión cuando aumenta la velocidad al pasar por una zona de menor sección.

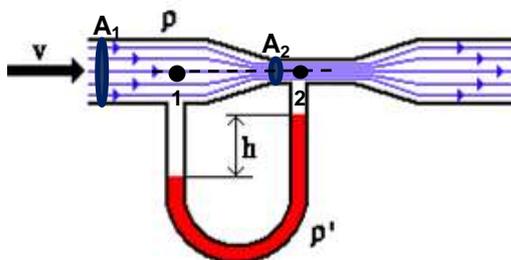


Figura 1. Esquema de un tubo de Venturi.

Por lo tanto, a través de esta experiencia el alumno puede familiarizarse con una de las aplicaciones de la *Ecuación de Continuidad* y la *Ecuación de Bernoulli*. Ecuación de Bernoulli:

- Ecuación de Continuidad:

$$\rho_1 \cdot v_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot v_2 \cdot A_2 \quad (1)$$

Como el fluido se considera incompresible, $\rho_1 = \rho_2$ por lo que la ecuación anterior puede simplificarse, y reordenando se obtiene

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 \quad (2)$$

- Ecuación de Bernoulli:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_1 v_1^2 + \rho_1 g z_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_2 v_2^2 + \rho_2 g z_2 \quad (3)$$

Para el caso particular del Tubo de Venturi, donde el dispositivo se encuentra orientado horizontalmente, vale $z_1 = z_2$ y en consecuencia

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2) \quad (4)$$

La primera define el principio de conservación de masa, el cual indica que el caudal es constante, por lo tanto si el área del tubo disminuye, la velocidad del fluido aumentará al atravesar esta sección. La segunda ecuación está relacionada con la conservación de energía, demostrando que en un tubo horizontal al aumentar la velocidad en una sección de menor tamaño la energía cinética aumenta, por lo que la energía determinada por el valor de la presión disminuye necesariamente. Entonces, se puede verificar que conociendo los diámetros del tubo y midiendo la diferencia de presiones, se puede hallar fácilmente el caudal que entrega el generador de flujo.

Las condiciones necesarias para realizar las simplificaciones correspondientes y lograr que las ecuaciones anteriores sean válidas son:

- Fluido incompresible
- Flujo irrotacional
- Flujo en estado estacionario
- Fluido no viscoso
- Flujo laminar

Para determinar el término correspondiente a la diferencia de presiones se aplicará hidrostática obteniéndose así,

$$P_1 - P_2 = gh (\rho' - \rho) \quad (5)$$

ρ : Densidad del fluido que circula por el tubo de Venturi

ρ' : Densidad del fluido manométrico

Nota: la demostración de obtención de esta ecuación no se desarrolla en este informe pero se puede consultar en la teoría dada por la cátedra.

Si se reemplaza la diferencia de presión ($P_1 - P_2$) de la ecuación (2) en término de la obtenida en (3), se logra calcular el valor de la velocidad del fluido en la sección mayor:

$$v_1 = \frac{\sqrt{2gh(\rho' - \rho)}}{\sqrt{\rho \left[\left(\frac{A_1}{A_2} \right)^2 - 1 \right]}} \quad (6)$$

Por otro lado, se utiliza un método directo para obtener el caudal con el fin de verificar la exactitud del procedimiento anterior, y conceptualizar el dispositivo como un instrumento de medida (caudalímetro).

3.2 Dispositivos empleados en la demostración.

El dispositivo empleado que se muestra en la figura 2, es un generador de flujo variable, esencialmente una turbina que produce una corriente de aire a diferente velocidad. Un tubo de Venturi adosado a un manómetro (un tubo de vidrio en U) permite registrar los cambios de presión que suceden en las dos secciones del tubo. En la sección anterior se demostró que la medida del flujo era proporcional a esa diferencia de alturas. Con este dispositivo es posible repetir la experiencia para varios valores de flujo con sensibilidad suficiente.

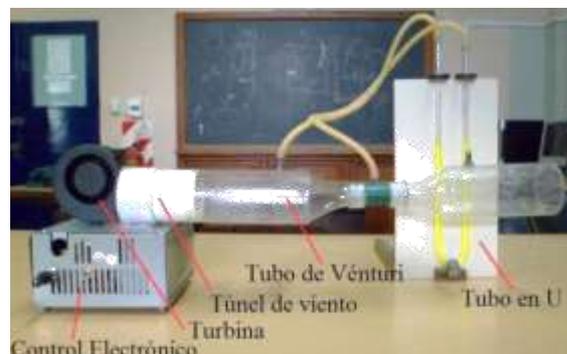


Figura 2. Generador de flujo variable.

3.3 Simulaciones

La simulación empleada fue desarrollada por la Universidad de Colorado PHET "Underpressure" y está disponible en la red¹. Este tipo de simulaciones, como la que se muestra en la figura 3, complementa el tratamiento del tema, ya que con él es posible visualizar alguno de los aspectos del fenómeno que no son tan claros al observar el dispositivo. Además, es posible variar detalles constructivos con mayor facilidad (diámetros, densidad de fluido, caudal). Esta simulación en particular permite observar las líneas de flujo, velocidades, presiones además de variar diámetros e incorporar la viscosidad, lo que permite trabajar con perfiles de velocidades que corresponden a fluidos ideales y reales.

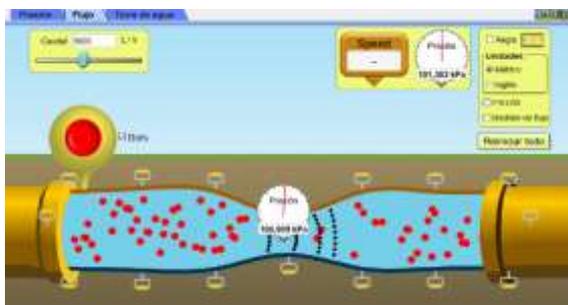


Figura 3. Captura de la simulación PHET.

3.4 Empleos habituales del dispositivo en la industria y cotidianamente

El dispositivo de Venturi tiene diversas aplicaciones tecnológicas. Dentro de ellas podemos mencionar usos en varias industrias donde el dispositivo tiene dimensiones que van desde milímetros a decenas de metros no siendo estos cambios de escala un impedimento para su empleo. Podemos mencionar aplicaciones que van desde la neumática con funciones de cómputo y control, pasando por la agronomía y farmacéutica (aspersores) mecánica automotriz (carburadores), instrumentación (caudalímetro), industria alimenticia, etc. Es así que podemos observar su comportamiento en la vida cotidiana y explicar su funcionamiento en forma relativamente sencilla aplicando la ecuación de Bernoulli. El estudio de alguna de estas variantes esperamos que faciliten la comprensión de la aplicación y motiven la resolución de otras variantes.

Cada dispositivo se presentará a los alumnos y los docentes analizarán con ellos su funcionamiento. Luego se evaluará la comprensión del tema por

¹<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow>

parte de los alumnos por medio de cuestionarios orientados hacia los diferentes efectos observados. Cada grupo verá una aplicación en particular ignorando las otras, por lo que también servirán como grupo de control.

Atomizador

Un pulverizador o atomizador (figura 4) es un utensilio que se emplea para producir una fina pulverización de un líquido, mediante una bomba manual (de pera de goma o de émbolo), basándose en la aspiración debida al efecto Venturi.

Cuando se inyecta aire a presión a través de un tubo que disminuye su sección, la velocidad aumenta, lo que reduce la presión en el punto más estrecho (debido al principio de Bernoulli).

La sección con presión reducida absorbe, a través de un tubo estrecho, el líquido del recipiente inferior (de hecho puede estar en cualquier posición mientras llegue el líquido al orificio), debido a la diferencia de presión existente entre los dos puntos, y lo proyecta hacia delante en forma de una fina lluvia de pequeñas gotas.

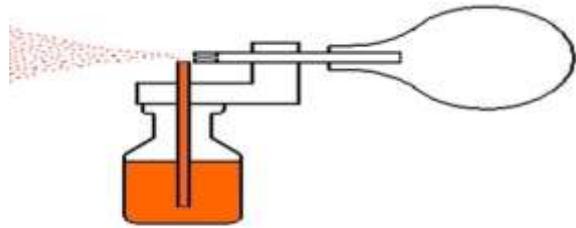


Figura 4. Esquema de un pulverizador.

Aireador de vino.

Aplicación en la industria alimenticia. Se basa en el principio físico de Bernoulli.



Figura 5. A la izquierda, el aireador de vino y a la derecha, un esquema de su funcionamiento.

El aireador de vino (figura 5) tiene su fundamento en que cuando un líquido atraviesa por una sección de diámetro inferior se produce un aumento de la velocidad y consiguientemente una disminución de presión. Si en ese punto se incorporan dos tubos

laterales, el oxígeno entrará de manera masiva con el fin de compensar la diferencia de presión. Esta entrada moderada de oxígeno, al contacto con el vino, produce la deseada aireación de manera inmediata lo que permite disfrutar del vino en toda su plenitud desde el primer instante.

Carburador

El objetivo del carburador (figura 6) es conseguir la mezcla de aire-gasolina en la proporción adecuada. El funcionamiento del carburador se basa en el efecto Venturi que provoca que toda corriente de aire que pasa por un estrechamiento, genere en este lugar una disminución de la presión (succión). La depresión creada en el carburador dependerá de la velocidad de entrada del aire que será mayor cuanto menor sea la sección de paso de las canalizaciones.

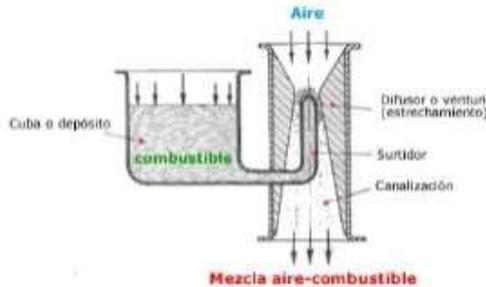


Figura 6. Esquema de principio de funcionamiento del carburador.

Dispensador de fertilizante

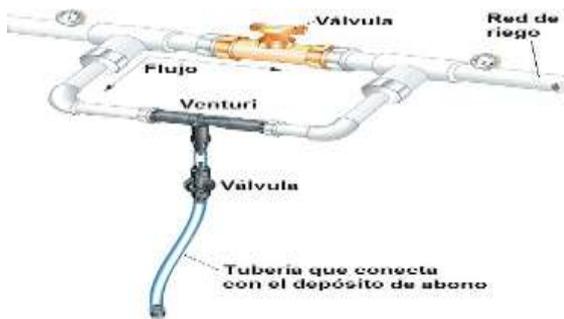


Figura 7. Ubicación del dispensador de fertilizante en la cañería.

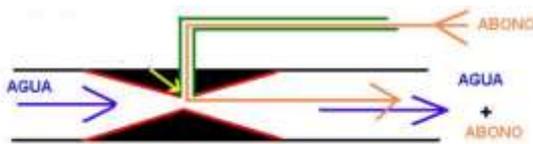


Figura 8. Corte del dispensador de fertilizante.

En la figura 7 se muestra la conexión del dispensador de fertilizante en la cañería de distribución del agua para riego. Puede observarse en la figura 8 un corte del dispensador donde puede apreciarse la presencia de un estrechamiento en el recorrido de agua. La disminución de la presión que

allí se produce, genera un efecto de succión en el fertilizante que luego se mezcla con el agua.

4. Resultados.

La simulación mencionada junto con el generador de flujo variable fueron usados en clase como herramientas motivadoras para facilitar el entendimiento del tema. Con el objetivo de evaluar el desempeño de estos instrumentos se les pidió a los estudiantes (grupo control), luego de abordar el tema, que resolvieran la siguiente situación:

En el dispositivo de la figura 10 circula un fluido de densidad 1000kg/m^3 . El mismo puede ser considerado como un fluido ideal. La sección mayor es de 18cm^2 , circulando el fluido en esta sección con un módulo de velocidad de $1,5\text{m/seg}$, mientras que la de menor sección es de 6cm^2 .

- Determinar la velocidad en el estrechamiento.
- ¿Cuál será la diferencia de alturas en las ramas de los piezómetros?

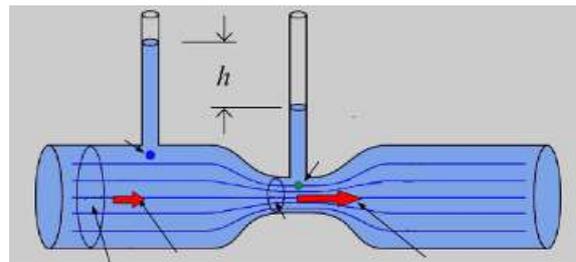


Figura 10. Esquema de un tubo de Venturi con dos piezómetros.

La misma situación se tomó a un grupo testigo, los resultados de estas evaluaciones se encuentran en la sección de análisis de los resultados.

4.1 Análisis

Después de evaluar la situación propuesta a los dos grupos, se obtuvieron los siguientes resultados:

Grupo Control	CONTINUIDAD	%
Aplicó Correctamente	25	96%
Aplicó Incorrectamente	1	4%
Total general	26	100,00%

Grupo Control	BERNOULLI	%
Aplicó Correctamente	16	62%
Aplicó Incorrectamente	10	38%
Total general	26	100,00%

Grupo Testigo	CONTINUIDAD	%
Aplicó Correctamente	39	80%
Aplicó Incorrectamente	6	12%
En blanco	4	8%
Total general	49	100%

Grupo Testigo	BERNOULLI	%
Aplicó Correctamente	19	39%
Aplicó Incorrectamente	23	47%
En blanco	7	14%
Total general	49	100,00%

Figura 11. Resumen de resultados obtenidos en las evaluaciones.

De los mismos se puede obtener estos diagramas:

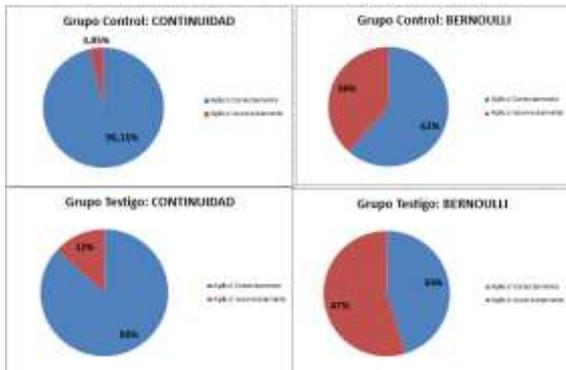


Figura 12. Estadísticas comparativas correspondientes a la figura 11.

Los contenidos relevados fueron satisfactorios en los dos ítems tratados para el grupo en donde se ha realizado la experiencia. Sin embargo, se propone para una etapa posterior la investigación del origen de las dificultades en la incorporación de contenidos. La misma es presentada en el punto 4.2.

4.2 Evaluación conceptual propuesta

La evaluación propuesta tiene por objeto indagar la comprensión conceptual del tema, ya que las evaluaciones estándar suelen involucrar cálculos que a veces se realizan mecánicamente y enmascaran el grado de comprensión de los alumnos. Se han seleccionado 5 situaciones que contienen desafíos sobre las principales dificultades conceptuales.

Situación 1:

Objetivo: identificar la comprensión de los conceptos de continuidad (conservación de la masa) y la ecuación de Bernoulli (conservación de la energía).

¿Qué esquema a), b) o c) representa correctamente la diferencia de alturas de líquido en los tubos verticales? Justificar en cada caso

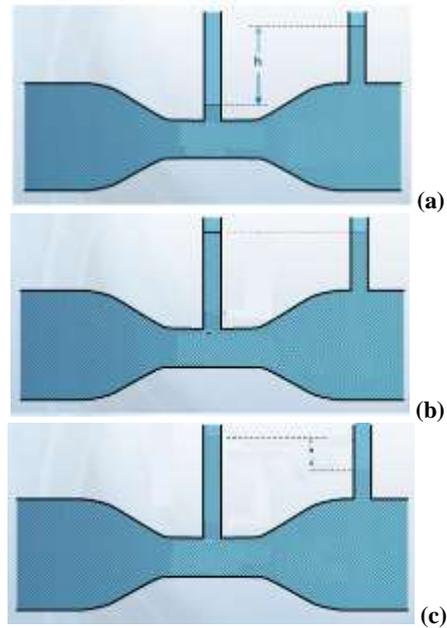


Figura 13. Esquemas propuesto para investigar la conceptualización de la conservación de la energía la conservación de la masa.

Situación 2:

Objetivo: identificar dificultades en el trazado de las líneas de corriente.

La figura representa un caudalímetro Venturi con un líquido manométrico diferente al que circula por el tubo con un estrechamiento.

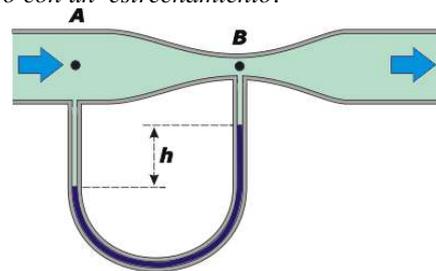
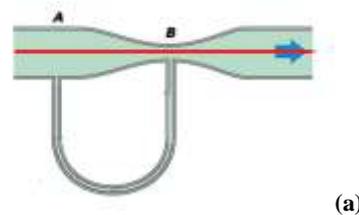
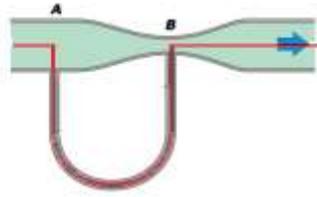


Figura 14.

Considerando la descripción anterior ¿Cuál esquema a) o b) representa correctamente la línea de flujo?



(a)

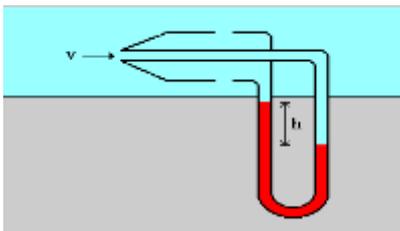


(b)

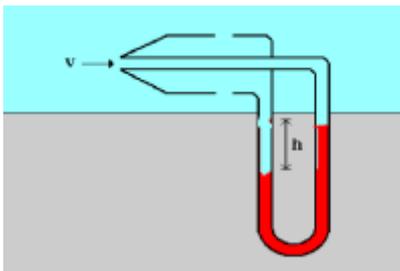
Figura 14. Esquema para evaluar la comprensión en el trazado de la línea de flujo para el caso de coexistencia de fluido en reposo y en movimiento

Situación 3:

Objetivos identificar el punto de remanso y su efecto en la altura del líquido manométrico.
(Este caso no involucra la ecuación de continuidad)



(a)



(b)

Figura 15. Esquema para investigar el punto de remanso.

¿Cuál de las dos a) o b) es incorrecta?

Situación 4:

Objetivos identificar la comprensión del dispositivo de Venturi como un instrumento de medida (caudalímetro)

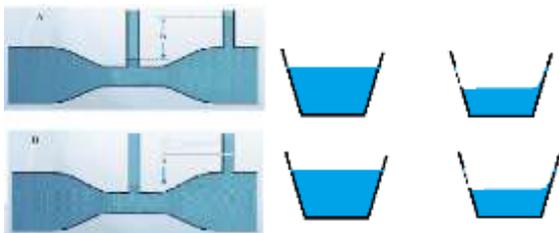


Figura 16.

Objetivos: interpretar el sentido de la relación entre caudal y diferencia de altura en los piezómetros (suponiendo una carga simultánea, que baldes corresponden a la situación correcta)

Situación 4:

Objetivos: verificación cuantitativa de la conservación de la energía.

¿Cuál de las dos figuras tiene los datos correctos?

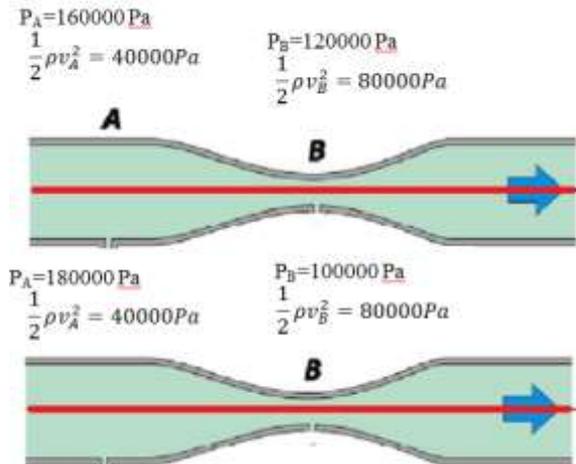


Figura 17. Esquema para investigar cuantitativamente la conservación de la energía.

6. Conclusiones

Se han detectado resultados positivos referidos a una evaluación “típica” indicando que la introducción de simulaciones y demostraciones resulta beneficiosa para los estudiantes. Las simulaciones contribuyen a la identificación de las líneas de flujo, eliminar preconceptos que vinculan de manera errónea velocidad y presión así como también reforzar las ideas cuantitativas de reducción de velocidad y aumento de presiones. La demostración contribuye a comprender detalles de diseño útiles para el aprendizaje del estudiante de ingeniería y los apartamientos respecto del modelo teórico que los dispositivos poseen.

Sin embargo, parte del análisis de los resultados de las evaluaciones típicas revela dificultades para interpretar el grado de comprensión conceptual de las situaciones.

A efectos de paliar esa dificultad se propone una evaluación extra que se espera cuestione a los alumnos y en consecuencia, mejoren sus resultados de aprendizaje.

7. Referencias

Devece Eugenio, Torroba Patricia, Mendoza Zélis Pedro, Czerwien Juan Carlos, Aquilano Luisina. Diseño de un dispositivo para la enseñanza de modelos que describen fluidos en movimiento. Actas de las Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión. Secretaría de la Facultad de Ingeniería 2017s

Devece, E., Torroba, P., Videla, F. (2015). El empleo de las TIC para validar los modelos teóricos

en el estudio del movimiento de rototraslación.
Revista de la Enseñanza de la Física, vol 27, p.p.
411-417.

Pesa, M., Bravo, S. y Pérez, S. (2012). La importancia de las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros. *Memorias del Decimoprimer Simposio de Investigación en Educación en Física*. Sief XI Esquel, Argentina.

Resnick, R., Halliday, D. y Krane, K. 2008. *Física, Volumen 1*, Quinta edición. (C.E.C.S.A., México)

Sears, Zemansky, Young. *Física universitaria, Volumen I*. 9ª.ed. 1999;

Serway, R. A.: *Física, Vol. I*, tercera o cuarta edición. (Mc Graw-Hill, México) (1999)

Tipler, P. A. *Física*, primera y cuarta edición. (Editorial REVERTÉ, Barcelona) (2001)

Torroba, P., Devece, E., Trípoli, M., Aquilano, L. (2016). Cinemática y el análisis de una función: una propuesta didáctica para su articulación en el contexto de una Facultad de Ingeniería. *Revista de la Enseñanza de la Física*, vol 28, p.p. 91-99.

12TCE. La Argumentación de los procesos de enseñanza en Ciencias Experimentales. Una propuesta de Innovación Didáctica.

Dra. Lic. Prof. Verónica Cecilia Musale² ; Dra. Lic. Prof. Lidia Cecilia Catalán³

E- mail: ceciliamusale@yahoo.com.ar

Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. Bernardo de Irigoyen N° 375. San Rafael. Mendoza. Argentina.

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió el uso de la argumentación en las prácticas de enseñanza en Ciencias Experimentales y su relación con las habilidades de pensamiento, los tipos de razonamiento, los procesos reflexivos que se involucran en la construcción del saber pedagógico como innovación didáctica.

La investigación fue de tipo exploratoria ya que permitió una aproximación al estudio de las argumentaciones construidas por futuros docentes en Química correspondiente a una Universidad Nacional de gestión Estatal.

El universo con el cual se trabajó estuvo conformado por un grupo de estudiantes avanzados que participó previamente en instancias formativas sobre procedimientos argumentativos y otro grupo que no participó de las mismas, a fin de ser analizados a modo de estudio de casos.

Prevalció la metodología cualitativa en relación a quién y qué se estudia, se trabajó con observaciones, entrevistas y análisis de contenido de las propuestas de enseñanza.

A partir del análisis de datos, se evaluó la argumentación y la reflexión de la enseñanza en ciencias cuyos resultados son un aporte al campo de la Didáctica y sus especificidades.

PALABRAS CLAVES: ENSEÑANZA, ARGUMENTACIÓN, CIENCIAS, INNOVACIÓN.

SUMMARY

In this work, argumentation use in teaching practices in Experimental Sciences, was studied and its relationship with thinking skills, types of reasoning, reflective processes that are involved in the construction of pedagogical knowledge as didactic innovation .

The investigation was of exploratory type since it allowed an approximation to the study of the arguments constructed by future teachers in Chemistry corresponding to a National University of State management.

The universe with which we worked was made up of a group of advanced students who previously participated in training instances on argumentative procedures and another group that did not participate in them, in order to be analyzed as a case study.

The qualitative methodology prevailed in relation to who and what is studied, we worked with observations, interviews and content analysis of the teaching proposals.

From the analysis of data, the argumentation and reflection of science teaching whose results are a contribution to the field of Didactics and its specificities was evaluated.

KEYWORDS: TEACHING, ARGUMENTATION, SCIENCE, INNOVATION

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se estudia la argumentación en las prácticas de enseñanza en Ciencias Experimentales: Química, con el fin de conocer el uso y el lugar que le otorgan los futuros docentes como así también analizar la presencia o ausencia de los componentes del esquema argumental, las habilidades de pensamiento, los tipos de razonamiento y los procesos reflexivos que se involucran.

El uso de la argumentación se analiza a partir de las propuestas de enseñanza de los futuros docentes y a la luz de la teoría de Toulmin (2007), que reconoce como elementos principales del modelo argumental los datos, la tesis o conclusión, las garantías, los calificadores modales, las fuentes o respaldos y los refutadores.

Se considera a la argumentación una forma de pensar las prácticas docentes a partir de la reflexión, justificación, fundamentación, explicación de las ideas, conocimientos y lógicas estructurales que lo configuran. El modelo argumental propuesto, presenta una estructura lógica que permite vincular los datos, las garantías y conclusiones e interpretar la práctica de enseñanza a partir de los componentes argumentativos como innovación didáctica.

La argumentación implica flexibilidad intelectual y hace posible el análisis de los fundamentos políticos, sociológicos, epistemológicos, pedagógicos, psicológicos y didácticos que atraviesan las teorías de la enseñanza y del aprendizaje como propias de la tarea docente. De esta manera se identifican y analizan conocimientos existentes, la relación con los tipos de razonamiento y pensamiento reflexivo, la organización de las ideas, su estructuración y coherencia.

Las propuestas de enseñanza se categorizan según el tipo de argumentos en argumentativas y no argumentativas, según la presencia o ausencia de los componentes del esquema argumental. Estas variables se vinculan con los tipos de razonamientos que se clasifican en descriptivos, interpretativos y críticos. A su vez estas categorías se triangulan con los tipos de razonamientos simples o complejos, entendidos los mismos como formas de pensar y mirar las prácticas de enseñanza.

Los procesos argumentativos y reflexivos son procesos espiralados, cada elemento de la estructura argumentativa se identifica a partir de

la reflexión. Reflexionar es pensar y argumentar la enseñanza, concebida como una práctica social construida a través de la participación de los actores que la configuran. Por tal motivo es que se comprende y valora la relación entre los tipos de razonamientos, pensamiento reflexivo y argumentación como innovación didáctica en la enseñanza de las ciencias experimentales.

Se considera que argumentar implica reflexionar, razonar, criticar, justificar ideas, explicaciones; y que en concordancia, la enseñanza tiene que promover estrategias y actividades que posibiliten la apropiación de nuevos conocimientos y formas de comprender y resignificar la realidad. Dichos procesos deben estar presentes en las prácticas docentes a fin de producir, expresar, organizar, y fundamentar el saber docente desde los diferentes campos científicos.

La indagación acerca de los procesos argumentativos y de la ausencia y presencia de los componentes que los involucran se realiza desde un marco de investigación cualitativa, con base en el análisis de contenido realizado a textos escritos, en este caso las propuestas de enseñanza.

El análisis de las propuestas de enseñanza, se concreta a partir del modelo de argumentación, valorado como estrategia didáctica que promueve la reflexión de la propia práctica docente a partir de la flexibilidad de pensamiento y el juicio crítico. Además es considerado como una estrategia de innovación didáctica al crear la posibilidad de generar propuestas de mejora en el ámbito áulico e institucional.

El interés por investigar acerca de los procesos de reflexión y argumentación de las propuestas de enseñanza, surgió al considerar relevante en el desempeño profesional, una educación que contribuya a tomar decisiones fundamentadas sobre situaciones o problemáticas acerca de la enseñanza, e involucrarse en los discursos y debates actuales arribando a conclusiones basadas en razonamientos que incluyan la reflexión y la argumentación de la propia práctica.

A lo largo del trabajo se considera a la práctica docente como un proceso integral que tiende a la construcción y apropiación crítica de las herramientas conceptuales y metodológicas para el desempeño profesional en los diferentes niveles y modalidades del Sistema Educativo (Terigi, 2004).

El propósito fundante de estudiar los procesos de argumentación en las prácticas docentes de química, fue analizar la elaboración de

argumentos en los que se basan las decisiones tomadas en la cotidianeidad de las mismas.

De esta manera se entiende a la enseñanza como una práctica social y política, interferida por múltiples condicionantes de orden macro y micro social, que expresan conflictos y contradicciones en los procesos de transmisión y apropiación de conocimientos, es decir, caracterizada por la problematicidad y complejidad de cada contexto educativo. (Basabe, y Cols,2007, p.135).

Tener en cuenta el desarrollo de la capacidad de argumentación significa reconocer la importancia de los procesos discursivos en la construcción del saber pedagógico. De esta manera se amplía la forma de entender el aprendizaje de las ciencias que constituyen la formación de formadores y que comprende no sólo la exploración, sino también la justificación de las explicaciones teóricas en relación con las prácticas docentes, es decir el análisis de supuestos y la elaboración de conclusiones en conexión con las propias prácticas.

Por otro lado, el desarrollo de la capacidad de argumentar implica la participación de los futuros docentes en la apropiación del discurso de las ciencias que conforman las propuestas curriculares de los profesorado. En este sentido, el desafío para la formación inicial, es incluir niveles significativos de información especializada, como así también promover la comprensión, problematización y análisis crítico de las prácticas docentes en diferentes contextos y desde el aporte de distintas teorías del campo educativo. Dicha comprensión le permite al futuro docente tomar decisiones epistemológicas congruentes con los propósitos educativos que se plantea.

De esta manera la argumentación como proceso, promueve la construcción de conocimientos a partir de la flexibilidad intelectual y la apertura a la reflexión y al juicio crítico, como se expresara.

La argumentación, en este sentido, es un proceso que promueve la externalización del saber y el razonamiento a través de la explicación, por ello es fundamental su desarrollo a través de los procesos de enseñanza.

A partir de lo expuesto, el objetivo de la investigación radica en analizar los procesos de reflexión y argumentación en las propuestas de enseñanza de química como innovación didáctica a la luz de la teoría de Stephen Toulmin.

Las hipótesis de trabajo surgen a partir de los siguientes interrogantes iniciales que guiarán la construcción del objeto de estudio:

- ¿Cómo argumentan las decisiones pedagógicas los futuros profesores en química?
- ¿Qué tipos de razonamientos utilizan los futuros docentes para argumentar y reflexionar sobre las prácticas de enseñanza?
- ¿Cómo generar estrategias de argumentación pedagógica, que permitan construir y reconstruir los procesos de enseñanza como innovación didáctica?

A partir de los interrogantes expuestos con anterioridad se plantearon las siguientes hipótesis orientadoras:

- La argumentación como proceso inherente a la construcción y justificación del conocimiento pedagógico, presenta vacíos en las prácticas docentes de los futuros profesores en química.
- Las prácticas son argumentadas desde el sentido común, evidenciando una ausencia de garantías, fuentes y respaldos teóricos que fundamentan la toma de decisiones y explicitan los conocimientos en acto vinculados a los diferentes campos de la formación docente.
- La relación entre argumentación y reflexión en las prácticas pedagógicas de los futuros profesores en química son procesos construidos desde la simplicidad.
- La argumentación de las prácticas docentes es el resultado de procesos de razonamientos inductivos y superficiales.
- La descripción es la habilidad cognitiva que prevalece en la escritura de los diarios profesionales docentes.
- El desarrollo de los procesos de argumentación está vinculado a instancias y estrategias formativas de la formación docente.
- La argumentación promueve la construcción de saber pedagógico como resultado de la reflexión y la argumentación de las prácticas docentes..

Objetivos

- Identificar los procesos de razonamiento, reflexión y argumentación en las prácticas de enseñanza en química como innovación didáctica.

- Conocer cómo argumentan las prácticas de enseñanza los futuros profesores en Química.
- Comparar las argumentaciones que construyen sobre la enseñanza, los futuros docentes con formación-específica en el uso de la argumentación respecto de las de aquellos que no tienen dichas instancias.
- Analizar el lugar de la argumentación como proceso de construcción del saber pedagógico en la formación.

1. METODOLOGÍA

La metodología de trabajo se organizó según el objeto de estudio: la argumentación de las prácticas de enseñanza de los futuros profesores Universitario en Química de una Universidad de Gestión Estatal.

La misma se desarrolla desde un enfoque de investigación que privilegia los principios de la metodología cualitativa a modo de “estudio de caso”. En relación al estudio de casos, se presentan las características de la muestra y los criterios de selección de la misma.

De esta manera se decidió trabajar con una muestra de 10 estudiantes. El análisis de las argumentaciones se llevó a cabo a partir de la escritura de propuestas de enseñanza construidas por los estudiantes en el período de prácticas profesional docente, del Profesorado Universitario en Química.

Se seleccionó aleatoriamente una propuesta de enseñanza elaborada por cada uno de los estudiantes, en el espacio de Práctica Profesional Docente.

Siguiendo con este orden de razonamiento, se conforma el universo documental y el análisis de los datos se estructuran a partir de la técnica “análisis de contenido”. Por otro lado se desarrollan las categorías conceptuales que orientan dicho análisis.

Las argumentaciones en las propuestas de enseñanza se analizaron según categorías que explican el carácter descriptivo y exploratorio del estudio realizado.

En relación a la argumentación, los procesos cognitivos constituyen otra de las categorías de análisis trabajadas.

Por otro lado, se realizaron observaciones y entrevistas a los estudiantes participantes y posteriormente se analizó el contenido de dichos registros.

Se diseñaron tablas en las que se especificaron las categorías e indicadores que sirvieron de guía para orientar el análisis interpretativo de las mismas.

En la construcción de conclusiones se triangularon los datos analizados a la luz de los objetivos e hipótesis que orientaron el trabajo.

2. RESULTADOS

Los resultados se presentan a partir del análisis de los elementos o componentes de la estructura argumentativa, los tipos de argumentos y sus características, los tipos de razonamientos presentes en las propuestas de enseñanza y los procesos cognitivos involucrados.

La presentación de los resultados del análisis sigue un orden narrativo, fundamentalmente descriptivo, concluyendo con una interpretación de los resultados a la luz de las categorías de análisis definidas, construidas y reconstruidas a lo largo del proceso investigativo.

Los resultados se organizaron en diferentes tablas. A continuación se sintetizan las categorías de análisis construidas de acuerdo con los interrogantes y objetivos que orientan esta investigación:

Tabla 1. Categorías e Indicadores de Análisis

Presencia de los componentes del modelo de Toulmin en la argumentación de las prácticas pedagógicas	Datos Tesis o Conclusión Garantía- Justificación principal Fuentes o respaldos - Fundamentación Refutadores
Tipos de razonamiento presente en las argumentaciones	Deductivo Inductivo Casual Otros
Procesos cognitivos presentes en la argumentación de las prácticas docentes	Definición Comparación Relación Descripción Narración
Característica de los Argumentos	Completos Incompletos No argumenta

Tipos de Argumentos	Mediante Ejemplos Por analogías Por autoridad Por causas y consecuencias
Relación: Reflexión-Argumentación	Simple Compleja: Vinculada a procesos interpretativos Vinculada a procesos críticos
Posibles Conocimientos o teoremas en Acto	Relacionados con la enseñanza Relacionados con el aprendizaje Relacionado con el conocimiento Relacionados con la metodología de enseñanza Otros.

En relación a la tabla anterior se observó que:

- La escritura de las propuestas de enseñanza de los futuros docentes, fueron producciones individuales organizadas a partir de los componentes orientadores de las planificaciones didácticas.
- Los estudiantes que participaron en instancias formativas sobre argumentación construyeron argumentos completos, mientras que los que no participaron de dichas instancias construyeron argumentos incompletos o no argumentaron las prácticas de enseñanza.
- Los estudiantes que argumentaron las prácticas identificaron problemáticas, supuestos y afirmaciones e incluyeron en la escritura de sus propuestas datos, garantías, respaldos que posibilitaron fundamentar y justificar las conclusiones en el marco de la propuesta didáctica.
- Los estudiantes que no argumentaron las prácticas no reconocieron problemáticas, supuestos y afirmaciones, como oportunidades para argumentar las propuestas de enseñanza.
- En las propuestas que no fueron argumentadas los elementos ausentes fueron: datos que sostienen la tesis, garantías que justifiquen la conexión entre los datos y las conclusiones, respaldos teóricos y refutadores.
- La mayoría de los argumentos que se caracterizan como completos son de tipo causal, es decir que explican los hechos y procesos acontecidos en la clase a partir de la relación causa y efecto. Solo un estudiante de los que

argumentó las prácticas docentes recurrió a ejemplos y otro a fuentes de autoridad.

- Los argumentos completos de tipo causal se vinculan a razonamientos inductivos que defienden la tesis a partir de planteos que parten de hechos o vivencias particulares, producto de habilidades básicas y superiores de pensamiento (observación, descripción, identificación, comprensión, análisis, hipotetización, transferencia, fundamentación, otras.)
- Los argumentos incompletos son de tipo causal, producto de razonamientos inductivos y de habilidades básicas de pensamiento.
- Los diarios que no argumentaron las prácticas, se observó la presencia de habilidades básicas de pensamiento (observación, descripción).
- La argumentación fue una estrategia de reflexión que permitió indagar y defender diferentes aspectos que hacen a la tesis o supuestos identificados en relación a la tarea docente.
- La relación reflexión-argumentación promovió la innovación y construcción de nuevos saberes pedagógicos de manera continua, paulatina, dinámica y temporal.
- Los estudiantes que no argumentaron las prácticas utilizaron estrategias reflexivas de carácter asociativo y no evidenciaron relaciones entre los componentes del modelo argumentativo.
- Los estudiantes que argumentaron las prácticas utilizaron estrategias reflexivas de carácter organizacional que les permitieron reconocer y relacionar los componentes del modelo argumentativo.
- La reflexión sistemática de las prácticas posibilitó la identificación de debilidades y fortalezas en la construcción de los argumentos.
- Los testimonios de los estudiantes destacaron la necesidad de fortalecer el lugar que tiene la argumentación en la formación docentes.

3. CONCLUSIONES

Los interrogantes que guiaron la construcción del objeto de estudio en la presente investigación, constituyeron una posibilidad de innovación didáctica. Así se puede decir que la indagación y el análisis de las argumentaciones de las prácticas de enseñanza pueden ser el origen de diferentes estrategias de innovación didáctica.

La metodología cualitativa que guió la investigación a partir de la interpretación y análisis de las argumentaciones de las propuestas de enseñanza, contribuyó a pensar la importancia de crear espacios formativos en los que se propicie el desarrollo de la argumentación como estrategia para la planificación de propuestas de enseñanza y aprendizaje en los diferentes espacios curriculares de la formación docente.

En este sentido, las argumentaciones construidas en las propuestas de enseñanza por los estudiantes que accedieron a instancias formativas evidencian una posibilidad de innovación didáctica ya que propician el análisis y reflexión de la propia práctica en el campo de la formación docente.

La argumentación de las prácticas exigen describir los acontecimientos cotidianos en el escenario de trabajo docente, para tratar de identificar el significado de las acciones. De esta manera se puede decir a partir del análisis realizado que el pensamiento inductivo y deductivo está en constante diálogo en el proceso reflexión-argumentación.

Considerar como innovación la argumentación de las prácticas de enseñanza, permitió reconocer a los estudiantes como sujetos productores y defensores de las propuestas de enseñanza en relación a la química como disciplina.

Así la argumentación como propuesta de innovación, desde los procesos de enseñanza, promovió la reflexión acerca de los saberes a enseñar privilegiando la relación teoría –práctica desde el discurso pedagógico donde se evidenció el desarrollo de la reflexión, la observación, la descripción, el análisis, como habilidades involucradas en la argumentación de las mismas, en aquellos estudiantes que participaron de instancias formativas en el modelo argumental.

De esta manera se puede decir que la argumentación de las propuestas de enseñanza como innovación son el resultado de transformaciones personales, metodológicas y conceptuales.

En el presente trabajo se promovió la autorreflexión, la autoevaluación y la transformación de formas de pensar las prácticas de enseñanza, a partir de la argumentación.

En este sentido la propuesta de innovación basada en la argumentación de las prácticas de enseñanza consolida las concepciones vinculadas al trabajo investigativo, entendiendo a la enseñanza como una práctica social compleja, una actividad interactiva, cuestionadora y orientadora del aprendizaje personal, autónomo y socializado.

En relación a este proceso la argumentación como innovación implica entender la relación teoría -

práctica como una relación dialéctica continua, que permite el progreso y mejora de la enseñanza.

En este planteo dialéctico, se consideró parte inherente de la tarea docente la reflexión, indagación, comprensión, interpretación y toma de decisiones argumentadas. Por ello la argumentación de la enseñanza se centra en la mejora de las experiencias prácticas, a través de la profundización de saberes y la construcción de herramientas que generen nuevos procesos de innovación educativa en el campo de las ciencias experimentales.

De esta manera la argumentación como innovación es el resultado de un proceso de investigación didáctica, es una **forma de indagación** introspectiva, emprendida por los estudiantes y los docentes en situaciones sociales, con el objeto de mejorar la racionalidad de sus prácticas educativas y las situaciones en las que éstas tienen lugar.

En la presente investigación se trabajó la vinculación entre “acción” y “argumentación” como procesos que promueven la mejora y la reflexión de las prácticas docentes. La relación reflexión - argumentación proporciona un medio para trabajar la vinculación entre la teoría y la práctica.

De este modo, desde la presente propuesta se comprendió a la argumentación como innovación y resultado de la investigación-acción.

En este sentido se logró generar espacios de argumentación de las propuestas de enseñanza a partir del modelo de Toulmin (2007) como innovación y producto de la investigación que colaboró como instrumento cognitivo en la relación dialéctica entre teoría y práctica.

En la presente investigación la argumentación como innovación de las prácticas de enseñanza incluyó:

Rasgos de identidad personal de los futuros docentes: en este sentido se hallaron configurados los saberes que determinan la individualidad de cada sujeto (estudiantes de la Práctica Profesional docente del Profesorado Universitario en Química de una Universidad de Gestión Estatal). En las argumentaciones se construyeron y reconstruyen los saberes según las experiencias personales de los futuros docentes y su relación con el conocimiento. Este elemento constituyó lo que el educando, “tiene”, es decir su formación como futuro docente; las expectativas, deseos, metas, a y las historias, anécdotas, experiencias relevantes en cada práctica áulica.

Aspectos contextuales y formativos: en este ámbito se observó que la creación de espacios de reflexión y argumentación promueven la mejora de las prácticas de enseñanza ya que son oportunidades para registrar, escribir y socializar las experiencias

pedagógicas que desarrollan en las aulas y repercuten en la planificación de la enseñanza.

Los hábitos institucionales muchas veces hacen que los docentes escriban a través de las formas que no permiten recuperar el dinamismo de lo que sucedió y les sucedió a los protagonistas de la acción. Los estudiantes en la formación inicial de los profesorado y docentes, por lo general, cuando escriben lo hacen siguiendo pautas externas o guiones prefigurados, copiando planificaciones didácticas, llenando planillas administrativas, completando informes solicitados por superiores jerárquicos del aparato escolar. Estas formas de registro de los acontecimientos escolares no promueven la argumentación ni mejora de la enseñanza.

Los datos, informes y documentos muchas veces no ofrecen materiales sensibles para la deliberación, la reflexión y el pensamiento pedagógicos, la argumentación, la toma de decisiones pedagógicas, ni para diseñar y desarrollar trayectos formativos de docentes que los interpelen y posicionen como profesionales de la enseñanza.

La creación de espacios formativos en argumentación de la enseñanza contempló la toma de decisiones, la planificación, la elaboración, puesta en marcha y evaluación de propuestas educativas como la formación en procesos argumentativos que hacen a la formación de formadores y a la formación en servicio.

Las argumentaciones en estas instancias mostraron el saber pedagógico construido a partir de la experiencia de los actores, fueron materiales significativos que incitaron a la reflexión, la interpretación, el intercambio y la discusión horizontal entre futuros docentes del profesorado en Química.

La propuesta de la argumentación como innovación didáctica surgió como resultado de la investigación realizada, con el fin de incluir en el desarrollo de los espacios curriculares que forman parte de la formación docente del Profesorado en Química, estrategias que promuevan la argumentación de las prácticas docentes a partir de la recuperación de saberes, de la historicidad de las ideas y experiencias, pensando que las mismas se relacionan con las acciones pedagógicas que se realizan y se planifican.

Es decir que argumentar las prácticas permite pensar las decisiones deliberadamente y defender las acciones realizadas en un contexto social dado de estudiantes que forman parte del Profesorado Universitario en Química.

La reflexión sobre la función del Sistema Educativo y la Política Educativa apunta a la comprensión de

las relaciones entre educación, estado, sociedad y práctica docente. Este análisis además permite concebir al Sistema Educativo como resultado y como generador de procesos en los que intervienen diversos actores institucionales, sectoriales e individuales argumentando las prácticas desde la complejidad.

También se propone que los futuros docentes puedan identificar las cuestiones éticas, axiológicas y antropológicas vinculadas con las demandas que se plantean al Sistema Educativo y a la escuela desde la sociedad, en los ámbitos de la cultura, la economía, la ciencia y la tecnología, del mundo del trabajo, la empresa y la producción, entre otros.

Por último se considera que la socialización de las argumentaciones construidas en torno a la enseñanza y su planificación, el diálogo y los interrogatorios de las mismas, permite la producción, interpretación, análisis y mediación del conocimiento científico.

La argumentación de la enseñanza como innovación no pretende transformar totalmente “lo que se hace” o “como se lo hace” si no transformar la manera de ser en relación a las prácticas áulicas.

4. REFERENCIAS

- Basabe, L. y Cols, E. (2007). La Enseñanza. En Camilloni, A. El Saber Didáctico (pp.125-141). Buenos Aires: Paidós.
- Bolívar, A. (2002). Epistemología de la investigación biográfico-narrativa en educación. Revista Electrónica de Investigación Educativa. Vol. 4 N°1 (pp.1-26). Universidad Autónoma de Baja California.
- Campaner, G., y De Longhi, A., (2007). La argumentación en Educación Ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. Enseñanza de las Ciencias, 6(2), 442-456. Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N2.pdf
- De Longhi, A. (2005). Estrategias Didácticas Innovadoras para la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela. Córdoba: Universitat.
- Duschl, R. (1998). La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. Enseñanza de las Ciencias, 16(1), 3-20. Recuperado de:

<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/83199/108182>

Vasilachi de Gialdino, I. (2006). Estrategias de Investigación Cualitativa. Barcelona: Gedisa.

Henaó, B. y Stipcich, S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*1(7) 2008. Recuperado de:

http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART3_Vol7_N1.pdf

Kemmis y McTaggart (1992). *Cómo planificar la investigación –acción*. Barcelona: Laertes.

Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

Marafioti, R. (2003). *Los patrones de la argumentación. La Argumentación en los clásicos y en el siglo XX*. Buenos Aires: Biblos.

Pérez Rifo, M. y Vega Alvarado O. (2002). *Técnicas Argumentativas*. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Sardá, A y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422. Recuperado de:

http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen18/ART3_Vol18_N3.pdf

Toulmin, S. (1993.) *Les usages de l'argumentation*. Paris: PUF. 1ª. Ed. (1958) *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

Toulmin, S. (1999). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

Toulmin, S. (2003). *Regreso a la Razón*. Barcelona: Península.

Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Barcelona. España: Península.

13TCE. La cultura emprendedora para desarrollar el intraemprendedorismo Entrepreneurial culture to develop intrapreneurship

Mario Fernando Mello¹, Luciano de Los Santos Nunes², Daian Augusto Pílan Nunes³.

1. Universidade Federal de Santa Maria -UFSM; Universidade Luterana do Brasil. Santa Maria, RS - Brasil. mariofernandomello@yahoo.com.br
2. Universidade Luterana do Brasil, Santa Maria, RS - Brasil. onaiculnunes@hotmail.com
3. Universidade Luterana do Brasil, Santa Maria, RS - Brasil. daianpn@bol.com.br

Resumen

Los conceptos y la práctica de la cultura emprendedora son fundamentales para el desarrollo de las capacidades y habilidades necesarias para el intraemprendedor, ya que representan la esencia del emprendimiento. Es el escenario para la promoción de la innovación, búsqueda, selección e identificación de oportunidades, trabajo creativo y trabajo integrado. Estar un paso por delante de sus competidores es de gran valor estratégico para las organizaciones en la conjetura actual del mercado, ya que actuando de esta manera desarrollan el motor del crecimiento, es decir, la innovación. La cultura empresarial se basa en la concentración de diversas formas de emprendimiento, necesarias para la determinación de esta cultura, incluido lo intraemprendedorismo. La cultura emprendedora enfatiza el surgimiento de nuevas oportunidades, los medios para capitalizarlas y la creación del marco adecuado para aprovecharlas. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo contribuir a la identificación, a través de un análisis gratuito, de los factores que son relevantes para la promoción de la cultura emprendedora y el desarrollo de las características y habilidades del intraemprendedor.

Palabras clave: intraemprendedor, cultura emprendedora, liderazgo, desarrollo de la organización.

Abstract

The concepts and practice of the entrepreneurial culture are fundamental for the development of the capacities and skills necessary for the intrapreneur, since they represent the essence of entrepreneurship. It is the scenario for the promotion of innovation, search, selection and identification of opportunities, creative work and integrated work. Staying one step ahead of your competitors is of great strategic value to organizations in the current conjecture of the market, because by acting in this way they develop the engine of growth, that is, innovation. Entrepreneurial culture is based on the concentration of various forms of entrepreneurship, necessary for the determination of this culture, including intra-entrepreneurship. Entrepreneurial culture emphasizes the emergence of new opportunities, the means to capitalize them, and the creation of the right framework to take advantage of them. Thus, this study aims to contribute to the identification, through a free analysis, of factors that are relevant for the promotion of the entrepreneurial culture and the development of the characteristics and abilities of the intrapreneur.

Keywords: entrepreneurship, entrepreneurial culture, leadership, organization development.

1. Introducción

Las empresas están constantemente en busca de la innovación y de un diferencial para ampliar su ventaja competitiva. Identificar las ventajas y acciones que faciliten la diseminación de la cultura emprendedora así como la importancia del intraemprendedorismo en las organizaciones ante un nuevo modelo económico son factores preponderantes para el éxito de las mismas. Para Drucker (2017) el comportamiento emprendedor está vinculado a lo cultural, al psicológico, así como al tecnológico.

El estímulo al intraemprendedorismo tiene influencia directa en la satisfacción del colaborador, ayudando aún en la retención de talentos, optimización de recursos y mantenimiento del capital intelectual. Es posible afirmar que esta modalidad de emprendedor puede estar condicionada a tres aspectos: el perfil de los colaboradores, el ambiente y la cultura organizacional y, finalmente, el papel del liderazgo.

La cultura emprendedora es la responsable de desarrollar el nuevo dentro de las organizaciones, es la puerta abierta a la innovación, lo que a su vez las lleva a conquistar ventajas competitivas en relación a sus competidores.

Greatti e Previdelli (2003) sugieren que, aunque las características emprendedoras puedan ser desarrolladas o adquiridas, el principal elemento que influye en la formación del perfil emprendedor es el ambiente cultural en el que está inserto.

En el entendimiento de Dreher (2004), existen varias iniciativas o formas de emprendedorismo, como el perfil emprendedor, la gestión emprendedora, el intraemprendedorismo, el emprendimiento colectivo.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo principal hacer un libre análisis de autores consagrados en el tema, para demostrar la importancia de la cultura emprendedora dentro de las organizaciones y el estímulo al desarrollo de las capacidades y habilidades del intraemprendedor.

Como objetivos específicos:

A. Hacer una investigación bibliográfica referenciando algunos autores sobre los temas del intra del sector de la juventud y de la cultura emprendedora;

B. Hacer un libre análisis sobre los temas investigados;

C. Sugerir formas de cómo fomentar la cultura intraemprendedora

2. Materiales y métodos

2.1 Materiales

2.1.1 Referencial teórico

2.1.1.1 Intraemprendedorismo

Consiste en incentivar la proactividad e innovación, es decir, anticipar los cambios de escenario y las necesidades y expectativas no sólo dentro de la propia organización, sino también de todos los involucrados, implementando nuevas ideas que sean de un diferencial competitivo. En resumen, intraemprendedor es todo aquel que asume responsabilidad por la creación de innovaciones de cualquier especie dentro de la organización.

Para Pinchot (1987), el intraemprendedorismo es un sistema revolucionario que acelera las innovaciones dentro de grandes empresas, a través de un uso mejor de sus talentos emprendedores.

En la visión de Antoncic (2007), el intraemprendedorismo puede estimular el desarrollo o perfeccionamiento de viejos o nuevos productos y / o servicios, mercados, técnicas administrativas y tecnologías para el desempeño de las funciones organizacionales, así como cambios en la estrategia y organización.

Se debe invertir en el potencial intra-emprendedor, ya que un colaborador que introduce innovaciones en una organización provoca el surgimiento de valores adicionales, se convierte en una ventaja competitiva (CHÉR, 2008).

Para Dalmoro *et al.* (2008), el emprendedor interno o el intraemprendedor es una especie de empleado que innova dentro de la organización, realizando actividades que van más allá de sus rutinas de trabajo.

Sun e Pan (2009) concluyen que los empleados (intraemprendedores) están moldeados para un posicionamiento organizacional orientado a las demandas externas, cultivando un ambiente orientado al mercado por medio de comportamiento proactivo y propenso a la toma de riesgos para enfrentar las oportunidades y amenazas del ambiente

En un esfuerzo por esclarecer las diferentes modalidades de intraemprendedorismo existentes, Sharma e Chrisman

(1999) definen sus principales conceptos acerca del tema conforme cuadro que sigue:

Tabla 1: Formas de intraemprendorismo

Término	Definición
Emprendedorismo	"Implica acciones de creación de la organización, renovación o innovación que ocurren dentro o fuera de una organización existente" (p. 17).
Empreendedor/ Intraempreendedor	"Individuos o grupos de individuos, actuando de forma independiente o como parte de un sistema corporativo, que crean nuevas organizaciones o instigan la renovación o innovación en organización existentes " (p. 17)
Emprendedorismo corporativo / Intra empresariales	"Proceso por el cual un individuo o un grupo de individuos, en asociación con una organización existente, crean una nueva organización o instigan la renovación o innovación dentro de esa organización" (p. 18).
Corporate Venturing	"Esfuerzos empresariales que llevan a la creación de nuevos negocios dentro de la organización. Pueden llevar a las innovaciones que explotan nuevos mercados y / o oferta de nuevos productos. Estos esfuerzos pueden o no llevar a la formación de nuevas unidades organizativas que son distintas de las actuales unidades de una estructura" (p. 20).
Renovación estratégica	"Esfuerzos de las empresas emprendedoras que resulten en cambios significativos para los negocios de una organización o una estrategia de nivel corporativo o estructura. Estos cambios alteran las relaciones preexistentes dentro de la organización o entre la organización y su ambiente externo y en la mayoría de los casos involucra algún tipo de innovación" (p. 19)

Fuente: Adaptado de Sharma e Chrisman (1999)

2.1.1.2 Liderazgo

De acuerdo con Montana e Charnov (2000), "liderazgo es el proceso por el cual un individuo influye en otros a realizar los objetivos deseados", se puede afirmar que el liderazgo es la práctica del poder, es la habilidad de ejercerlo.

En una empresa intraemprendedora, según Pinchot e Pellman (2004), todos los empleados deben ser entrenados para ser líderes. Todos deben estar permanentemente aptos para asumir las funciones de

sus superiores inmediatos si éstos tienen que ausentarse por cualquier motivo.10 principales características de un buen líder:

- Inspiran a otras personas
- Ética (carácter / integridad)
- Capacidad de tomar decisiones
- Capacidad de identificar y desarrollar talentos
- Capacidad de influenciar a los demás
- Tener visión macro
- Comunicación
- Capacidad de planificación / anticipación
- Saber escuchar
- Dinamismo

Segun Kawasaki (2016), si crees que el liderazgo consiste en decidir lo que quieres y luego decir a los demás que lo hagan, lo siento por ti. El lider establece una cultura de ejecución e los siguientes consejos ayudarán a establecer esta cultura:

- Establece objetivos y comunicalos
- Evalúa los progresos
- Establece un único responsable
- Forma parte de la solución
- Recompensa a los que cumplen
- Ocuúpate de los problemas hasta su solución o hasta que dejen de ser importantes

2.1.1.3 Cultura emprendedora

Las personas emprendedoras son un activo valioso para cualquier organización. Atraer y mantener a esas personas es algo de suma importancia, pero sólo empresas con una cultura de valorización del intraemprendedorismo, en otras palabras empresas innovadoras, consiguen contar con tan importante recurso.

Conforme a Zhao (2005), la cultura emprendedora tiene una influencia profunda en el nivel de emprendimiento de las organizaciones, ya que ésta es un factor determinante de emprendimiento e innovación. Ritchie e Brindley (2005), sostienen que la cultura emprendedora es influenciada por cuatro factores determinantes:

- El contexto macro emprendedor, que depende de las políticas, procedimientos e infraestructuras, que pueden facilitar o inhibir el emprendimiento, como las políticas de gobierno y mecanismos de apoyo a pequeños negocios locales.
- El contexto del individuo emprendedor, que está ligado a factores que influenciarán directamente a cada individuo en su desarrollo.

- El tercer elemento que influye en el individuo en el desarrollo de una carrera emprendedora son sus características personales, que pueden incluir: actitudes para el auto empleo, actitud de correr riesgos, edad, autoconfianza, nivel educativo y género.

- Los procesos y prácticas empresariales que sugieren que puede haber diferencias en la manera en que la actividad empresarial es iniciada, desarrollada y sostenida.

2.1.1.4 Cultura intraemprendedora

La cultura intraemprendedora es definida por Pinchot e Pellman (2004) como la existencia de un clima favorable para la innovación dentro de una organización.

Según Dornelas (2008), el intraemprendedorismo se resume en el emprendedorismo aplicado dentro de la organización, con gerentes actuando como si fueran dueños del negocio, reajuste de la cadena de valores, reubicación de los actuales recursos y competencias en nuevas y distintas maneras, y, en especial en la creación de una cultura y un clima innovadores.

McCrimmon (1995) defiende la idea de que una empresa que desea promover el intraemprendedorismo debe enfocarse en el desarrollo de una cultura organizacional que apoye las acciones intraemprendedoras, en vez de intentar detectar candidatos intraemprendedores para formar algún proyecto emprendedor.

En su visión, si el ambiente organizacional incentiva y apoya adecuadamente las acciones emprendedoras, colaboradores intraemprendedores surgirán naturalmente, así, aquellos que conquisten mayor éxito, serán líderes (responsables) de intraemprendimientos, independientemente de su nivel jerárquico.

2.1.1.5 Cultura de la organización

De acuerdo con Dornelas (2008), el emprendedorismo corporativo sólo será efectivo en una organización si el ambiente corporativo es favorable.

Según Hashimoto (2006), cualquier organización puede implementar acciones que promuevan un clima estimulante para las actividades emprendedoras.

Schein (2009), explica que la cultura organizacional puede ser explicada como un modelo de suposiciones básicas que los grupos crean,

descubren o desarrollan con la experiencia, para afrontar sus desafíos y / o problemas de adaptación externa e integración interna, y que desempeñan suficiente para ser validados y pasados (enseñados) a nuevos individuos, como la manera correcta de percibir, pensar y sentir con relación a esos desafíos y / o problemas.

Alpkan et al. (2010), afirma que un ambiente organizacional adecuado para las actividades intraempresas exige un conjunto de políticas organizativas, procesos y características en que organizaciones intentan realizar sus prácticas de gestión adecuadas y necesarias a patrones de comportamiento para el desarrollo de ideas innovadoras en sus productos, procesos gerenciales y operativos, estructuras y mercados.

2.2 Métodos

En cuanto a los objetivos de este estudio, se trata de una investigación exploratoria y tiene carácter de investigación bibliográfica, pues fue desarrollado con material ya elaborado por autores consagrados en la temática.

Se puede también considerar como una investigación documental, ya que según Gil (2008), los documentos consultados pueden tener un tratamiento analítico visando un mayor entendimiento del tema propuesto.

Según Lima e Mito (2007), la investigación bibliográfica implica en un conjunto ordenado de procedimientos de búsqueda por soluciones, atento al objeto de estudio.

La investigación de las soluciones también puede implicar la construcción de un instrumento que permita pinzar de las obras escogidas los temas, los conceptos, las consideraciones relevantes para la comprensión del objeto del estudio.

Como producto de la investigación, utilizando los conceptos y consideraciones de los autores citados en este trabajo, se generó una lista con doce puntos necesarios para fomentar la cultura emprendedora desarrollando así las capacidades y habilidades para el intraemprendedor.

3. Resultados y Discusión

En este capítulo se presentarán los resultados del libre análisis realizado para fomentar la cultura emprendedora y desarrollar el intraempleo.

El intraemprendedorismo es un sistema revolucionario para acelerar las innovaciones dentro

de las empresas y organizaciones, a través del uso mejor de sus talentos emprendedores.

El emprender dentro de las organizaciones es presentar ideas, soluciones, proyectos, poner esas ideas en acciones, generar resultados y obtener nuevos éxitos.

El intraemprendedorismo básicamente consiste en incentivar la proactividad e innovación, es decir, anticipar los cambios de escenarios y las necesidades y expectativas no sólo dentro de la propia organización sino también de todos los involucrados, implementando ideas que sean de un diferencial competitivo

3.1 Requisitos para desarrollar el desempleo en una organización:

- **Espíritu emprendedor:**

Significa desarrollar cultura de dueño y perseguir el resultado. Una empresa privada debe tener como propósito fundamental ser rentable y rentable - evidentemente no a cualquier precio. Una empresa pública, a su vez, debe postular la excelencia en la atención a la población y la buena gestión de los recursos.

- **Visión sistémica:**

Combatir la feudalización en el ambiente profesional. Los diversos departamentos o sectores de una compañía no son mundos aislados y disociados. Por eso, se debe estimular el trabajo en equipo con visión holística. La frase "Eso no es de mi área" representa la herejía máxima a ser superada.

- **Valores alineados:**

Los principios que guían el proceso decisorio y balizan el comportamiento representan el carácter, la esencia y el destino de una organización. Así, valores personales y corporativos deben estar en sintonía, definiendo el perfil de quien puede y debe vestir la camisa de la empresa.

- **Metas y planificación:**

Los objetivos deben ser explícitos y compartidos y la planificación debe ser táctica, operacional y estratégicamente definida horizontalmente, y no "de arriba abajo".

- **Excelencia:**

Dar un basta en la mediocridad. Lo posible no es admisible cuando se espera lo mejor. El intraemprendedor no tiene su agenda dictada por el reloj o por el calendario, no se esquiva o transfiere responsabilidades, no realiza o delega tareas sólo para verse libre.

- **Compromiso:**

Remuneración adecuada y vinculada a resultados, programa de beneficios, plan de carrera, entrenamiento y desarrollo son sólo requisitos previos básicos que se ofrecen a los empleados. La deseada retención de talentos demanda aspectos intangibles como reconocimiento, valorización, clima organizacional estimulante, espacio para la realización de sueños personales y celebración de conquistas.

- **Comunicación:**

Establecer parámetros para una comunicación abierta, completa y objetiva, exenta de ambigüedades, donde opiniones se escuchan activamente, debatidas sin censura y acogidas por consenso.

- **Marketing:**

Difundir la comprensión básica de que el marketing no es atribución de algunos, sino responsabilidad de todos y la construcción de una marca es un proceso paulatino para generar vínculo cognitivo y emocional con el consumidor.

- **Innovación:**

En un mundo globalizado, donde productos, servicios y personas son tan similares, la perennidad exige adaptación continua, innovación constante y diferenciación permanente.

- **Calidad de vida:**

El desequilibrio entre vida personal y profesional es la mayor fuente de ansiedad y angustia de los trabajadores de la actualidad. Proporcionar medios para que puedan conciliar sus "Siete Vidas" (física, afectiva, profesional, cultural, social, material y espiritual) es el mejor instrumento para su fidelización.

3.2 Procedimiento intraemprendedor



Figura 1: Procedimiento intraemprendedor

Según Dornelas (2008), cuando se habla de comportamiento emprendedor, pronto sale a la luz el papel de los líderes en las organizaciones, pues poseen un sentido de liderazgo inusual, comandan equipos, usan su carisma y poder de persuasión para implementar sus proyectos empresariales.

Chiavenato (2008) dice que esas características deben ser equilibradas, aplicadas con sentido común y distribuidas entre los colaboradores, para así constituir un todo armonioso.

El esquema abajo describe cómo actúa el intraemprendedor:

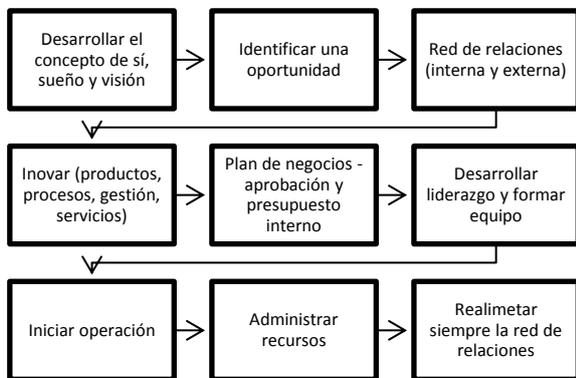


Figura 2: Cómo actúa el intraemprendedor

4 Cómo fomentar la cultura emprendedora

A continuación enumeramos prácticas que estimulan el intraemprendorismo:

- A través de una investigación de clima, preguntar a los colaboradores cuánto se sienten verdaderamente comprometidos con los propósitos de la organización. Buscar sugerencias de cómo podrían tener más autonomía.

- Encontrar a personas con perfil clave de liderazgo y emprendimiento para que éstos diseminen la cultura emprendedora.

- Promover debates para posibilitar un mayor intercambio de informaciones y surgimiento de nuevas ideas y soluciones.

- Utilizar herramientas que posibiliten la comunicación y la interacción entre el equipo de forma que todos queden actualizados acerca de los asuntos y atribuciones deseados por la organización.

- Aplicar técnicas como *Brainstorming*; realizar retroalimentación para demostrar el progreso de las ideas que tuvieron una continuidad y evaluar en conjunto el grado de efectividad de las mismas

- Implementar herramientas como PDCA (programa de mejora continua) en el control del proceso, buscando la corrección de problemas; y OKRs (Objectives and Keys Results) para que los colaboradores se sienten estimulados a innovar.

- Comprobar periódicamente el papel del gestor como líder, saber influenciar y dirigir de manera a inspirar a los colaboradores a tomar iniciativas que vengan a colaborar para el desarrollo e innovación dentro de la organización.

- Introducir y administrar una caja de sugerencias, recompensando las ideas que se han aceptado y aplicado con éxito

- Estimular el perfeccionamiento de los equipos a través de entrenamientos, conferencias y seminarios contribuyendo a la discusión de las diferentes prácticas adoptadas por otros profesionales y empresas (benchmarking).

- Implantar modelos de remuneración e incentivos que estimulen el comportamiento emprendedor.

- Estipular metas de crecimiento tangibles, tener colaboradores dotados de *empowerment* y responsabilidad por sus actividades.

- Sustituir la jerarquía por equipos multifunción.

- Asumir postura visionaria en relación a las formas de estímulo a la innovación con el fin de valorar la experiencia de los colaboradores, propiciando de ese modo una mejor cultura organizacional

- Fin del castigo por el error. El error debe ser utilizado como herramienta de aprendizaje práctico y definitivo. El castigo por errores puede causar

inhibición de los demás colaboradores e incluso amedrentamiento.

4.1 Aspectos comparativos entre gerentes e intraemprendedores

Tabla 2 : Gerente X Intraemprendedor

Características	Gerente	Intraemprendedor
Motivación	Poder	Libertad de acción y recompensa organizacional
Actividades	Delega su autoridad	Delega pero colabora
Competencias	Administración política	Emprendedor con habilidad política
Intereses	Acontecimientos internos de la empresa	Dentro y fuera de la empresa, mercado
Errores	Evita errores	Se evitan errores, pero se aprende con ellos
Decisiones	Interacción para poder delegar	Fundamentación
Sistema	Burocracia	Se acomoda o innova y rompe paradigmas
Relaciones	Jerarquía	Colaboración

Fuente: Los autores

5. Conclusiones

La cultura emprendedora es la responsable de desarrollar el nuevo dentro de las organizaciones, es la puerta abierta a la innovación, lo que a su vez la lleva a conquistar ventajas competitivas en relación a sus competidores.

El desafío es enorme; requiere un enfoque, una determinación y un liderazgo. Este nuevo escenario exige de los líderes y colaboradores, nuevas posturas en el ambiente empresarial. La formación académica y las competencias técnicas, exigidas principalmente en el auge de la era industrial, ya no son suficientes.

Es necesario que el colaborador tenga actitudes emprendedoras, es decir, debe ser innovador, creativo, persuasivo y osado. El ambiente emprendedor en las organizaciones busca incentivar a los colaboradores a actuar con creatividad proporcionando el descubrimiento de nuevas formas de realizar tareas y elaborar productos, colaborando para la competitividad de la empresa.

Cabe a los líderes que posean características emprendedoras diseminar esta cultura y adoptar posturas que vengán a proporcionar un ambiente favorable al emprendedorismo corporativo.

Es importante que las organizaciones sigan estos cambios; para ello deben adaptarse cuanto antes y dar condiciones para que sus colaboradores contribuyan de manera a traer mayor competitividad a la misma.

Referencias

Alpkan, L.; Bulut, C.; Gunday, G.; Ulusoy, G.; Kilic, K. Organizational support for intrapreneurship and its interaction with human capital to enhance innovative performance. *Management Decision*, 48(5), 732, 2010.

Antoncic, B. Intrapreneurship: a comparative structural equation modeling study, *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 107 Issue: 3, pp.309-325, (2007) <https://doi.org/10.1108/02635570710734244>

Chér, R. Empreendedorismo na veia: um aprendizado constante. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

Chiavenato, I. Recursos Humanos. O capital Humano das Organizações. 8ª ed. São Paulo, Atlas, 2008.

Dalmoro, M.; Dutra, V. R.; Visentini, M. S. (2008). Intra-empreendedorismo social: uma análise auto-avaliativa dos funcionários de uma mantenedora religiosa. In: Encontro da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração. Anais : ANPAD, CD-ROM

Dornelas, J.C. Empreendedorismo: transformando ideias em negócios. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 232 p.

Dreher, M. T. Empreendedorismo e responsabilidade ambiental: uma abordagem de empreendimentos turísticos. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Drucker, P. F. Inovação e espírito empreendedor: práticas e princípios. Edição revisada, São Paulo: Cengage Learning, 2017.

Gil, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

Greatti, L.; Previdelli, J.J. Ambiente cultural como elemento fundamental na formação do perfil empreendedor. In: Encontro De Estudos Sobre Empreendedorismo E Gestão De Pequenas Empresas, 3. 2003, Brasília. Anais... 2003, CD.

Hashimoto, M. Espírito empreendedor nas organizações: aumentando a competitividade através do intra-empreendedorismo. São Paulo: Saraiva, 2006.

Kawasaki, G. El arte de empezar 2.0: la guía definitiva para empezar cualquier negocio del

mundo 2.0 / Kawasaki Guy - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Paidós, 2016.

Lima, T.C.S.; Mito, R.C.T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: pesquisa bibliográfica. Revista Katálysis, Florianópolis, n. esp., p.37-45, 2007.

Mccrimmon, M. Unleash The Entrepreneur Within: How to make everyone an entrepreneur and stay efficient. 1.ed. Londres: Pitman publishing, 1995, 261.p.

Montana, P. J., Charnov, B. H. Administração. São Paulo: Saraiva, 2000.

Pinchot, G.; Pellman, R. Intra-emprededorismo na prática: um guia de inovação nos negócios. Rio de Janeiro, Elsevier, 2004.

Pinchot, G. Intrapreneuring: por que você não precisa deixar a empresa para tornar-se um empreendedor. São Paulo: Harbra, 1987.

Ritchie, B.; Brindley, C. Cultural determinants of competitiveness within SMEs. Journal of Small Business and Enterprise Development, Emerald Group Publishing, v. 12, n. 1, p. 104-119, 2005.

Scharma, P.; Chrisman, J. Toward a reconciliation of the definitional issues in the field of corporate entrepreneurship. Entrepreneurship Theory and Practice (Spring), 1999.

Schein, E. H. Cultura Organizacional e Liderança. São Paulo: Editora Atlas, 2009. 441p. ISBN 9788522454976

Sun, L. Y.; Pan, W. Market Orientation, Intrapreneurship Behavior, and Organizational Performance: Test of a Structural Contingency Model. Journal of Leadership & Organizational Studies, 20 (10), p. 1-12, 2009.

Zhao, F. Exploring the synergy between entrepreneurship and innovation. International Journal of Entrepreneurial Behaviour & Research. Emerald Group Publishing Limited. Austrália, 2005, vol. 11, n. 1, p. 25-41.

14TCE. Nuevos paradigmas en la formación de ingenieros: invención, innovación y sustentabilidad

Darío Rodolfo Echazarreta¹, Norma Yolanda Haudemand¹, Jorge Eduardo Gianera¹

1. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Concepción del Uruguay, Ing Pereira667, echazad@frcu.utn.edu.ar, haudemann@frcu.utn.edu.ar, jorgegianera@gmail.com

Resumen

La problemática de la formación de los ingenieros y sus capacidades teniendo en cuenta los nuevos paradigmas ha despertado el interés de investigadores en las principales universidades.

Las líneas de investigación institucional han dado origen a esta exploración que está en concordancia con el Plan Estratégico de la Facultad Regional Concepción del Uruguay (FRCU) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), siendo su principal interés conocer los factores que influyen en la formación de ingenieros: invención, innovación y sustentabilidad, a los efectos de poder delinear estrategias que contribuyan a la mejora de estas características.

El enfoque metodológico se inscribe en una lógica cualitativa. El universo de análisis son los alumnos que han cursado asignaturas de cuarto y quinto año de las carreras de ingeniería, especialmente Ingeniería Electromecánica.

El estudio realizado es descriptivo, correlacional y explicativo. Fuente: el rendimiento académico, trabajos finales y prácticas supervisadas; se analizan las características de los futuros egresados en relación a la invención, innovación y sustentabilidad en el área tecnologías aplicadas. Se vincula la invención con innovación, y se enuncian los fundamentos de las características estudiadas. Las conclusiones parciales muestran la existencia de factores internos y externos que intervienen en el desarrollo de las competencias planteadas.

Palabras clave: invención, innovación, sustentabilidad, carreras de ingeniería

Abstract

The problematic of the formation of the engineers and their capacities taking into account the new paradigms has aroused the interest of researchers in the main universities.

The lines of institutional research have given rise to this exploration that is in accordance with the Strategic Plan of the Concepción Regional Faculty of Uruguay (FRCU) of the National Technological University (UTN), being its main interest to know the factors that influence training of engineers: invention, innovation and sustainability, to the effects of being able to delineate strategies that contribute to the improvement of these characteristics.

The methodological approach is part of a qualitative logic. The universe of analysis is the students who have studied fourth and fifth year subjects of engineering careers, especially Electromechanical Engineering.

The study carried out is descriptive, correlational and explanatory. Source: academic performance, final works and supervised practices; the characteristics of future graduates are analyzed in relation to invention, innovation and sustainability in the area of applied technologies. The invention is linked to innovation, and the foundations of the studied characteristics are stated. The partial conclusions show the existence of internal and external factors that intervene in the development of the competences raised.

Keywords: invention, innovation, sustainability, engineering careers

1. Introducción

La formación de ingenieros, al igual que el resto de las carreras universitarias, está sometida a requerimientos del ámbito interno del país y a incidencias provenientes del entorno internacional.

Entre los requerimientos internos pueden citarse las aspiraciones sociales de quienes emprenden estudios universitarios, en procura de la obtención de una formación superior con calidad reconocida, que cumpla condiciones para la empleabilidad y contribuya a la prosperidad y el desarrollo del país.

Las incidencias de origen internacional derivan de los retos que imponen el nuevo orden social y económico mundial, su fundamentación en conocimientos, el proceso de cambio indetenible y la capacidad de transferencia impulsada por las tecnologías de información y comunicación (TIC).

La problemática de los nuevos paradigmas en la formación de ingenieros, ha convocado, en los últimos años, el interés de investigadores en las principales Universidades, tanto en el ámbito nacional como internacional. Esto se debe, entre otros factores, a las características que ha adoptado la *cultura planetaria*, en tanto *sociedad del conocimiento*, lo cual ha generado un aumento considerable de la demanda de educación en el nivel superior, trayendo aparejado un nuevo desafío para las universidades: formar ingenieros inventores e innovadores, para una sociedad de desarrollo sustentable considerando aspectos económicos, sociales y ambientales.

El presente trabajo se enmarca dentro de estas líneas políticas y de investigación y está en concordancia con el Plan Estratégico –período 2018/2020- de la FRCU de la UTN y su principal interés es conocer y comprender los paradigmas que influyen en la formación de ingenieros.

El vocablo *paradigma* tiene su origen en la palabra *paradigma* que en griego antiguo significa "modelo" o "ejemplo". Para Platón, los paradigmas son los "modelos divinos" a partir de los cuales se han hecho los objetos terrestres. El historiador de la ciencia y filósofo, Thomas S. Kuhn (2004, p.33,34) dio a paradigma su significado contemporáneo cuando sostiene:

'ciencia normal' significa investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas, realizaciones que alguna comunidad científica particular reconoce, durante cierto tiempo, como fundamento para su práctica posterior. En la actualidad, esas realizaciones son relatadas, aunque raramente en su forma original, por los libros de texto científicos, ... La Física de Aristóteles, el Almagesto de Tolomeo, los Principios y la óptica de Newton, la Electricidad de Franklin, ... sirvieron implícitamente, durante

cierto tiempo, para definir los problemas y métodos legítimos de un campo de la investigación para generaciones sucesivas de científicos. Estaban en condiciones de hacerlo así, debido a que compartían dos características esenciales. Su logro carecía suficientemente de precedentes como para haber podido atraer a un grupo duradero de partidarios, alejándolos de los aspectos de competencia de la actividad científica. Simultáneamente, eran lo bastante incompletas para dejar muchos problemas para ser resueltos por el redelimitado grupo de científicos. Voy a llamar, de ahora en adelante, a las realizaciones que comparten esas dos características, 'paradigmas', término que se relaciona estrechamente con 'ciencia normal'. Al elegirlo, deseo sugerir que algunos ejemplos aceptados de la práctica científica real —ejemplos que incluyen, al mismo tiempo, ley, teoría, aplicación e instrumentación— proporcionan modelos de los que surgen tradiciones particularmente coherentes de investigación científica.

Cuando los científicos ya no pueden sostener las incongruencias que defiende la tradición es el momento en que surge la revolución científica y un nuevo paradigma se impone.

Más detenidamente: sin duda "las revoluciones científicas que llevaron a los cambios de paradigmas, se han dado regularmente a lo largo de la historia siguiendo ciertos patrones de comportamiento fácilmente analizables: "ciencia normal, investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas que alguna comunidad científica aún reconoce como válida" (Kuhn, p.155), crisis "cuando un problema normal que debería resolverse por medio de reglas y procedimientos conocidos, opone resistencia a los esfuerzos reiterados de los miembros más capaces del grupo dentro de cuya competencia entra" (Giqueaux, 2017)

En estos momentos estamos frente un cambio, las TIC y con estas nuevas herramientas se incorporan técnicas pedagógicas que requieren de metodologías activas tales como Aprendizaje basado en problemas (ABP), Aprendizaje colaborativo, Aprendizaje cooperativo, la clase invertida o Flipped Classroom, entre otros; que buscan tener en cuenta la pluralidad en el aula y el desarrollo de habilidades, destrezas, competencias profesionales.

Planteo del problema y construcción del objeto de estudio. Objetivos

En torno a la educación, desde el Informe Delors a la UNESCO, (Delors 1996), en la literatura –a él nos referimos naturalmente- se encuentran consideraciones que plantean la responsabilidad de la

Universidad en la preparación del ser humano para desempeñarse en un nuevo orden social y económico cambiante. Se expresa que tal responsabilidad requiere un planteamiento educativo identificado con las siguientes exigencias:

- Enfoque en aquéllos a quienes sirve (atención a los estudiantes).
- Mayor asequibilidad a la educación superior, mediante la provisión de oportunidades según los recursos y posibilidades de los ciudadanos.
- Educación durante toda la vida, es decir educación permanente (un continuo conformado por educación de pregrado, de postgrado, desarrollo profesional, entrenamiento en el trabajo y formación continua), integrada por actividades de educación formal y no formal.
- Educación presencial, a distancia y mixta, apoyadas en tecnologías de información y comunicación, adaptadas a la manera de aprender contemporánea.
- Educación superior como sistema conformado por diversidad de alternativas y de flexibilidad, con posibilidades de transferencia de estudiantes (movilidad) entre ellas.

La educación superior es un bien público y un derecho humano (Declaración de la Conferencia Regional de la Educación Superior en América Latina y el Caribe, CRES 2008; Declaración del Núcleo de Vicerrectores Académicos del CNU: Principios y Conceptos sobre Calidad e Innovación en Educación Superior. VIII Reunión Nacional de Currículo y III Congreso Internacional de Calidad e Innovación en la Educación Superior, 2010) que se cumple en la medida en que quienes tengan la actitud para proseguir estudios superiores, dispongan de una oportunidad, en función de sus aptitudes y conocimientos, que satisfaga sus aspiraciones.

Tal derecho impone a la Universidad la búsqueda de soluciones educativas para corregir los problemas de la educación media durante el proceso formativo universitario, y asegurar que quienes se incorporen al mercado de trabajo, cumplan con los requisitos que la sociedad espera.

Pero implica, a la vez, una visión de la educación superior, fundada en nuevos paradigmas que derivan de su contextualización en el concepto de “educación permanente” y en la conformación de la educación superior como sistema.

En esencia, plantea la búsqueda de soluciones basándolas en la flexibilidad de las ofertas, en la movilidad de los estudiantes y en el recorrido formativo, en vez de la fijación de condiciones de calidad de los aspirantes al acceso a la educación superior, o la accesibilidad abierta sin modificación del modelo tradicional.

La educación permanente proporciona una perspectiva distinta sobre cómo atender las grandes demandas para lograr educación. Lidera una visión más moderna de la educación y constituye una

respuesta a la existencia del nuevo orden social y económico mundial. Plantea que la educación se prolonga durante toda la vida útil de una persona y asume al individuo como el principio fundamental de atención, a diferencia de la educación como se conoce, la tradicional, caracterizada por su preocupación por lo que se enseña (conocimientos transmitidos), quién lo enseña (docente dotado de conocimientos) y cómo se enseña (proceso de enseñanza por igual a todos los integrantes de un grupo en un mismo espacio y en un mismo momento). La educación permanente plantea que el ser humano aprenda a aprender y de este modo estar preparado para formarse durante toda la vida.

En la Conferencia Mundial sobre Educación Superior que se inauguró en París en el año 2009, y a la que asistieron más de 1.000 especialistas procedentes de 148 países, el director general de la Unesco, Koichiro Matsuura resaltó el aumento del 53% que se dio en la matrícula entre el año 2000 y 2009. En el año 2009 existieron 153 millones de estudiantes inscritos en la enseñanza superior, es decir, 51 millones más que en el 2000 y cinco veces más que hace 50 años.

Además del aumento en la cobertura, el director de la Unesco destacó el impacto que ha tenido el sector privado en este crecimiento, al atender a más del 30% de los estudiantes, así como el rol de las tecnologías de la información y la comunicación.

En cuanto a la elección de disciplinas, las ciencias sociales, economía y derecho siguen siendo las favoritas de los alumnos. Le siguen las ciencias de la educación, la ingeniería, ciencias (biología, física, matemáticas y estadística). En quinto lugar, figuran las carreras de salud y bienestar social y en último reglón la agricultura.

Desde la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días, el escenario de la educación superior en América Latina experimentó cambios considerables, tanto en la expansión significativa de la matrícula como en la diversificación de la oferta de carreras universitarias, pasamos “...de tener 75 universidades en 1950 a más de 1500 en la actualidad. El número de estudiantes pasó de 267.000 en 1950 a 12 millones en el año 2000: se multiplicó por 45 en 50 años”⁴.

Nuestro país no fue ajeno a este fenómeno, en los últimos 30 años del siglo XX “... la población estudiantil creció de 275.000 a 1.290.000 estudiantes, de los cuales el 58 % de los alumnos de las carreras de grado son mujeres y 50.000 son estudiantes de posgrado. A ellos se suman unas 450.000 personas que cursan en instituciones de

⁴UNESCO, Sede Regional del Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación - Buenos Aires, *Nuevos desafíos de la educación en el mundo global*, informes periódicos para su publicación – n° 29, Buenos Aires, Septiembre de 2005. Pag. 4.

educación superior no universitaria. El especialista Víctor Sigal advierte que ello representa una tasa bruta de educación superior del 58 % para la franja de 20 a 24 años, un índice comparable al de muchos países europeos y muy superior a la de Brasil, que llega al 18 %”.

Asimismo, en la Argentina no solo se produjeron modificaciones en el aumento de la matrícula y en la diversificación institucional, sino que también hubo importantes cambios en el marco legal que rige el sistema educativo. Esto ocurrió con la promulgación de la ley Federal de Educación en el año 1993, que luego fuera reemplazada por la Ley de Educación Nacional N° 26.606, sancionada el 14 de diciembre de 2006, y la Ley de Educación Superior N° 24.521 en el año 1995.

Este nuevo marco legal sentó las bases para una importante reforma del sistema educativo y estableció ciertos parámetros. Así, por ejemplo, La Ley de Educación Nacional establece en su artículo 3° que *“La educación es una prioridad nacional...”* y la Ley 24.521 dice en su artículo 4° inciso d que son objetivos de la Educación Superior –entre otros– *“Garantizar crecientes niveles de calidad y excelencia en todas las opciones institucionales del sistema”.*

Ante este panorama, por un lado, crecientes demandas de educación en el nivel superior y por otro los compromisos del estado de darle prioridad y calidad a la educación, surgieron desafíos, que se fueron materializando en cada universidad y sus respectivas facultades, de brindar educación de excelencia y lograr que sus alumnos culminen sus estudios dentro de los márgenes temporales previstos y con las competencias correspondientes a sus incumbencias profesionales.

Cumplir con estos desafíos implica, entre otros aspectos, rediseñar los planes de estudio teniendo en cuenta los nuevos paradigmas de la educación superior, lo cual impactaría favorablemente tanto en las propias personas como en la universidad, el sistema educativo y la sociedad en general.

En este trabajo entendemos que el nuevo paradigma en la enseñanza de la ingeniería implica... *“invención, innovación y sustentabilidad”*

La Real Academia española lo nombra inventor al que descubre algo nuevo o no conocido, es la persona que idea, crea, concibe, construye o desarrolla algo que no existía antes. La Universidad Tecnológica Nacional, en particular el diseño curricular, sostiene la necesidad de resolver situaciones problemáticas de la sociedad, las que dan origen a las profesiones que se imparten en esta alta casa de estudios, demanda entonces de profesionales inventores.

Un innovador es una persona que modifica, transforma, moderniza, renueva. Por tanto, la definición más inmediata de este término, se centra en la naturaleza de la contribución que hace la persona, una contribución que es nueva, novedosa,

interesante, con posibilidades. Un innovador es alguien capaz de generar una idea, tener un pensamiento que aporta, como indica el adjetivo, algo nuevo, una manera novedosa de hacer o plantear las cosas.

Las características de sustentabilidad en las soluciones propuestas a problemas de ingeniería están referidas al concepto que involucra una serie **de medidas encaminadas a la administración eficiente y responsable de los recursos naturales** por parte del ser humano para la preservación del **equilibrio ecológico**.

Como tal, el concepto **de desarrollo sustentable** más citado es aquel elaborado en el *Informe Brundtland* (1987) por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo para la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Allí se explica que el **desarrollo sustentable** implica *“satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”.*

Así es que la ingeniería como profesión debe tener en cuenta los aspectos antes citados (invención, innovación y sustentabilidad) plasmando en sus planes de estudio en general y en particular, los requerimientos que la sociedad solicita para el presente y futuro de las generaciones.

En síntesis, el objetivo de este trabajo es difundir los resultados obtenidos por el grupo de investigación sobre los factores relacionados con la invención, innovación y sustentabilidad, de los alumnos que cursan las carreras de ingeniería los últimos años en esta FRCU.

Además, describir algunas características de los alumnos referidas a la estructuración de los próximos ingenieros de determinadas competencias y capacidades profesionales que son sustantivas e imprescindibles en su futuro desarrollo profesional. Como así también la formación de competencias que se generan en una instancia práctica, que implica la articulación y apropiación de conceptos y procedimientos incorporados en el tránsito de la formación y derivados de las Ciencias Básicas, la Tecnologías Básicas y la Tecnologías Aplicadas específicas y que se corresponden con cada una de las especialidades ingenieriles.

2. Metodología

La muestra se seleccionó tomando como parámetro, en primer lugar, la condición de alumnos promocionados, aprobados por examen final y regularizados, luego en la muestra se tomó como criterio un arbitrario racional, en función del promedio ponderado y promedio general con y sin aplazos de dichos alumnos en el área tecnologías aplicadas.

Para la recolección de los datos se recurrió a los registros que la Facultad posee por medio del Sistema SIU “Guaraní” y a las entrevistas

individuales en profundidad, puesto que es considerada una técnica adecuada a lo objetivos de esta indagación.

Para el análisis de los datos se trabajará tomando como referencia la Teoría Fundada (anidada o entrañada), a la que se describe como una metodología general para desarrollar teoría a partir de datos que son sistemáticamente recogidos y analizados (Sandoval, C. 1997).

3. Resultados y Discusión

Unidades y Categorías de análisis

Con la intención de obtener la información necesaria para conocer sobre los diferentes aspectos de la investigación, consideramos de fundamental importancia las unidades “alumno promocionado” y “alumno aprobado”. Además estas unidades de análisis se subdividen en sub unidades tales como: rendimiento académico, trabajos finales y práctica profesional supervisada

Cada una de las Unidades y subunidades de análisis son medidas en dos niveles; estos niveles son de medición nominal y de medición ordinal. Estos niveles de medición tienen dos o más categorías de variables las que se presentan con la siguiente escala: Sobresaliente (10 – 100%), Distinguido (9 – 90 %), Muy Bueno (8 - 80% y 7 – 70%); Bueno (6-60%); Regular o insuficiente (5 - 50%) y finalmente Malo o muy insuficiente (4-40% o menos) (Hernández Sampieri, 2010).

Instrumentos para el análisis

Los instrumentos utilizados para recoger los datos y realizar el análisis de las propuestas consisten en entrevistas y cuestionarios, tanto a docentes como alumnos de la carrera ingeniería electromecánica.

Con respecto a los datos obtenidos de los alumnos que cursan los últimos dos años de la carrera ingeniería electromecánica de la FRCU podemos expresar que:

Aspectos Académicos

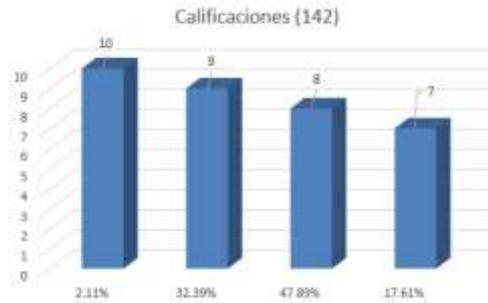


Figura 1 – Rendimiento Académico

De acuerdo a los datos obtenidos podemos decir que las calificaciones obtenidas por los alumnos (sobre un total de 142) en los últimos años de la carrera en la FRCU la misma se compone de acuerdo a los valores mostrados en la figura 1.

Considerando para ello que: 10 (sobresaliente), 9 (distinguido), 8 y 7 (muy bueno) y finalmente 6 (bueno). Es de notar que el mayor porcentaje de las calificaciones obtenidas por los futuros egresados corresponde a las calificaciones más altas, es decir aquellas en las que los alumnos cumplen con los requisitos o estándares fijados por el diseño curricular y que son objeto de evaluación del cuerpo docente.

Area Electricidad

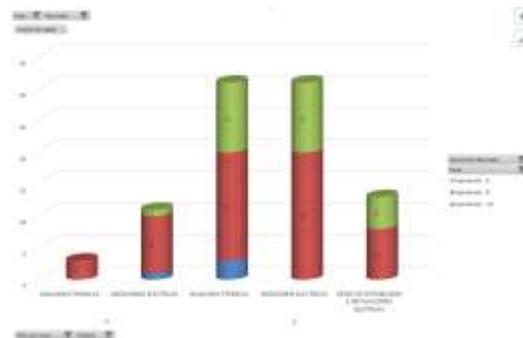


Figura 2 – Area Electricidad

La figura 2 nos muestra el desempeño académico de los alumnos en el área de Tecnologías aplicadas, correspondiente a las asignaturas de la sub área electricidad; las calificaciones obtenidas son de la categoría entre 10 (sobresaliente) y 9 (distinguido). Esta área involucra conocimientos sobre temas de redes de distribución eléctrica, mediciones eléctricas y máquinas eléctricas.

Area Materias Integradoras

En el área materias integradoras, los resultados obtenidos son de la categoría distinguido y muy bueno (Fig 3).

Entendemos por *área de materias integradoras*, según el diseño curricular vigente, a la línea curricular que se desarrolla a lo largo de toda la carrera a través de asignaturas integradoras. En las mismas se plantean *instancias sintetizadoras* con la finalidad de incluir el trabajo ingenieril partiendo de problemas básicos en la profesión teniendo en cuenta los nuevos paradigmas de enseñanza de la ingeniería.

Area Calor y Fluidos

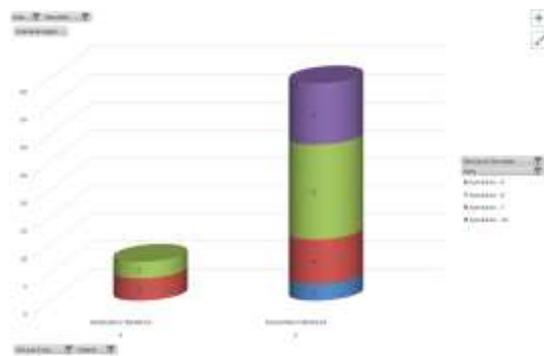


Figura 4 – Area Calor y Fluidos

Respecto al área calor y fluidos los resultados obtenidos son los siguientes: la mayoría entre distinguido y muy bueno (Fig 4). El área está desarrollada por la asignatura Máquinas térmicas, donde el principal objetivo es conocer el funcionamiento y optimización de distintos generadores de energía, y las posibles fuentes de las mismas (renovables y no renovables)

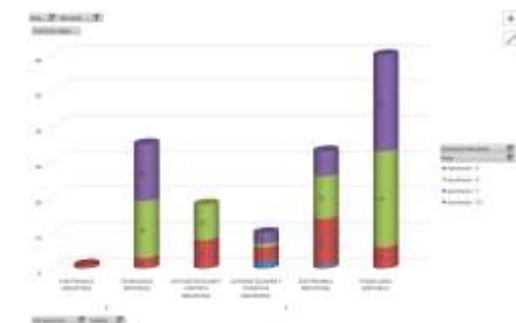


Figura 5 – Area Electrónica

Area Electrónica

De la misma manera en el área electrónica (Fig 5) el desempeño académico de los alumnos que cursan los

últimos años de la carrera, es entre distinguido y muy bueno. Esta área se conforma por asignaturas tales como Automatización y control industrial y Electrónica industrial, que tienen como principal

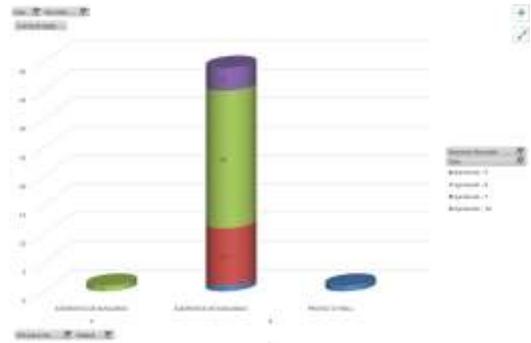


Figura 3 – Area Materias Integradoras

objetivo el estudio y desarrollo de sistemas de control para optimizar el uso racional de la energía a través de nuevas tecnologías (analógicas y digitales).

4. Conclusiones parciales

El estudio y seguimiento del diseño curricular por parte de este equipo de trabajo posibilita el abordaje de distintas estrategias en la recopilación de datos, para dar cuenta apropiada de las destrezas y habilidades que adquieren los estudiantes en el ámbito personal, pero también en la dinámica del aula y en la estructura curricular.

Las consideraciones sobre el desempeño académico en relación con la problemática planteada en el presente trabajo nos permiten concluir parcialmente que:

Rendimiento Académico

- Las calificaciones obtenidas por los alumnos nos indican un alto desarrollo académico, teniendo en cuenta las distintas áreas exploradas como electricidad, materias integradoras, calor y fluidos y finalmente electrónica.

Trabajos Finales

- Los trabajos observados otorgan significación a los aprendizajes de los alumnos, ya que en esta instancia exige la aplicación de contenidos diversos para su resolución.
- Desarrollan conocimientos relacionados con la práctica ingenieril, es decir las situaciones planteadas en estos trabajos se abordan al modo de actuar del ingeniero.
- Al mismo tiempo crean necesidades de adquisición de conocimientos que conduzcan a construir aprendizajes. Las situaciones

problemáticas generan necesidad de mayor profundización e investigación.

Práctica Profesional Supervisada

- Las Prácticas Profesionales se basan en la ejecución de un trabajo planificado y programado que permita progresivamente el logro de determinadas capacidades profesionales, estos trabajos se encuentran actualmente en estudio para determinar contenidos académicos y profesionales como la investigación, la indagación crítica, la creatividad, la producción de textos, la expresión oral y escrita, la capacidad de síntesis y finalmente el trabajo en equipo.

Las cuestiones expuestas con anterioridad vaticinan un incipiente trabajo en la búsqueda de factores que incidan en aspectos tales como invención, innovación y sustentabilidad. Estos conceptos ponen en evidencia las demandas de un mundo que desvela al hombre con sus exigencias sin que hasta el momento hayan sido enteramente satisfechas. Las universidades con el trabajo de sus profesores tanto en docencia como en investigación deben tratar de disminuir la brecha para que el hombre pueda satisfacer en mayor medida sus necesidades. El aula y el laboratorio son las prioridades para la enseñanza.

5. Referencias

- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Francia: Santillana Ediciones UNESCO.
- Kuhn, T. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. (trabajo original publicado en 1971, traducción de Agustín Contin) (pp. 33-34). México: Fondo de cultura económica.
- Giqueaux, J. (2017) *Conversaciones II Una introducción a la filosofía*. Concepción del Uruguay: UCU.
- Kisilevsky, M. y Veleda C. (2002), *Dos estudios sobre el acceso a la educación superior en Argentina*. UNESCO. Buenos Aires.
- Sandoval, C. (1997). *Investigación cualitativa*. Santa Fe de Bogotá: Corcas
- Hernández Sampieri, R. et al. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill
- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (1998). *Estatuto de la Universidad Tecnológica Nacional*. Argentina. Universidad Tecnológica Nacional.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (1999). Ordenanza 908: *Reglamento de estudios*. Argentina. Universidad Tecnológica Nacional.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL (2000). *Propuesta de autoevaluación de la Universidad Tecnológica Nacional*. Argentina. Universidad Tecnológica Nacional.

15TCE. Evaluando Capacidades Específicas y Genéricas que aportan a las competencias del Ingeniero no químico en el curso de Química

Evaluating Specific and Generic Capacities that contribute to the competences of the non-chemical Engineer in the course of Chemistry

Cristina S. Rodríguez¹, Mabel I. Santoro¹, Verónica M. Relling¹, Juliana Huergo¹, María E. Disetti^{1,2}

1. Grupo de Investigación en Educación Química, Área Química, Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) Universidad Nacional de Rosario (UNR). Av. C. Pellegrini 250. 2000 Rosario Santa Fe. Argentina. msantoro@fceia.unr.edu.ar
2. Área Química General, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas Universidad Nacional de Rosario. Suipacha 531. 2000 Rosario Santa Fe. Argentina.

Resumen

Presentamos los resultados de los dos primeros años del proyecto de investigación desarrollado en la cátedra de Química, asignatura de las carreras de ingeniería de la UNR para la enseñanza y aprendizaje de la disciplina. Con una metodología cualitativa exploramos, describimos e interpretamos cuánto saben y qué saben hacer los estudiantes con lo que aprendieron en la instrucción previa y qué capacidades desarrollaron en el curso que nosotros les ofrecemos. Con este objetivo, preparamos instrumentos que se aplicaron al comienzo del curso y al finalizarlo. Los resultados mostraron que sólo un tercio de los estudiantes adquirió las capacidades propuestas, y logró el resultado correcto a una situación problemática expresando las justificaciones y las argumentaciones en forma completa, coherente, rigurosa y convincente. Gran parte de los estudiantes evidenció falta de conocimiento significativo y de habilidades para comunicar un resultado y/ o justificar sus procedimientos, y no pudo acreditar la asignatura. De esta manera, el conocimiento construido se constituyó en señal observable de las virtudes y defectos que tiene nuestro diseño en el cual proponemos que los estudiantes adquieran competencias específicas así como habilidades que trascienden la asignatura, como son las competencias cognitivo- lingüísticas.

Palabras clave: Química, Didáctica, Competencias, Ingenierías no Químicas

Abstract

We present the results of the first two years of the research project developed in the Chair of Chemistry, subject of the engineering careers of the UNR for the teaching and learning of the discipline. With a qualitative methodology we explore, describe and interpret how much students know and what they know how to do with what they learned in the previous instruction and what capacities they developed in the course we offer them. With this objective, we prepare instruments that were applied at the beginning of the course and at the end of it. The results showed that only one third of the students acquired the proposed capacities, and achieved the correct result to a problematic situation expressing the justifications and the arguments in a complete, coherent, rigorous and convincing way. Many of the students showed a lack of significant knowledge and skills to communicate a result and / or justify their procedures, and could not prove the subject. In this way the knowledge acquired was an observable sign of the virtues and defects that our design has in which we propose that students acquire specific competences as well as skills that transcend the subject, such as cognitive-linguistic competences.

Keywords: Chemistry, Didactics, Competencies, Non-Chemical Engineering

1. Introducción

Consideramos que la contribución de la asignatura Química al plan de estudios de las ingenierías de la FCEIA de la UNR va más allá de lo disciplinar. Es por ello que, como docentes e investigadores, trabajamos para lograr que nuestros estudiantes asimilen, internalicen y amplíen capacidades, habilidades y destrezas, que les permitirán finalmente desarrollar competencias propias del ingeniero, que excedan el campo de la Química.

El concepto de “competencia”, si bien es diverso y puede abordarse desde diferentes puntos de vista, es ampliamente aceptado como “saber hacer en un contexto”. Para “saber hacer” no basta con construir conocimientos, es necesario desarrollar habilidades, destrezas y actitudes que, en conjunto con las características personales, nos permiten “hacer” en un contexto CONFEDI (2014), Cerato y Gallino (2013). Según CONFEDI (2014), “competencia es la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales”. “Asimismo, cada competencia puede desagregarse en dos niveles simples e integradores de capacidades, entendiendo “las competencias como capacidades integradas y complejas, por lo cual es pertinente un abordaje sintético desde la complejidad, que luego se desagregue en niveles componentes adecuados para una implementación curricular”. El organismo clasifica las competencias en: “de EGRESO”, Genéricas, comunes a todos los ingenieros y Específicas, comunes a los ingenieros de una misma terminalidad; y “de ACCESO”, básicas, transversales y específicas a la carrera. La figura 1 muestra la desagregación de las competencias enunciadas.



Figura 1. Clasificación de competencias según CONFEDI

Asimismo, recomienda que las asignaturas básicas, como Química, privilegien el razonamiento lógico, la argumentación, la experimentación, el uso y la organización de la información y la apropiación del lenguaje común de la ciencia y la tecnología. Dentro de las competencias, interesa en nuestra didáctica vincular *Resolver Problemas* (una de las competencias Tecnológicas) con *Comunicarse con Efectividad* (una de las competencias Sociales, Políticas y Actitudinales). Como competencias genéricas, atraviesan todo el diseño curricular de las carreras de ingenierías, constituidas por ciertas capacidades básicas que deberán ser fortalecidas y desarrolladas a través de la educación, pues la “adquisición de destrezas en habilidades genéricas debe permitir al estudiante, además, afrontar las competencias específicas de su área de conocimiento, con mayor garantía de éxito” (Pinto *et al.*, 2010).

Según los investigadores en didáctica de las ciencias experimentales, la resolución de problemas es una de las estrategias más utilizadas por los profesores de ciencias en la instrucción y en la evaluación; desempeña un papel crucial en el currículo de ciencias y, como competencia básica, es uno de los objetivos más importantes de la educación en ciencias (Solaz Portolés, y Sanjosé López, 2007, 2008; Solaz Portolés *et al.*, 2010; Solaz Portolés *et al.*, 2011). Tanto en modelos de enseñanza y aprendizaje tradicionales como en los más innovadores, la resolución de problemas es una actividad obligada y específica, cuya relevancia queda legitimada y potenciada al incluirse en todas las instancias de evaluación (Martínez Losada *et al.*, 1999). Además de las dificultades conceptuales, los estudiantes muestran debilidades en el uso de estrategias de razonamiento y la resolución de problemas propios del trabajo científico (Pozo y Gómez Crespo, 2006). Tienden a abordar los problemas centrando sus esfuerzos en alcanzar un resultado correcto, poniendo el énfasis en la búsqueda de la fórmula adecuada y llegando, incluso, en ocasiones, a la solución correcta sin haber comprendido lo que han hecho. Poseen escasa capacidad para abordar problemas diferentes a los resueltos en clase (Martínez Losada *et al.*, 1999) y escasa verbalización, lo cual puede ser un serio impedimento en la valoración de sus procesos (Vázquez Bernal y Jiménez Pérez, 1999). En cuanto a la comunicación, el cambio de contexto que significa el ingreso a la Universidad implica nuevos tipos de discurso, un nuevo uso del lenguaje, con particularidades propias de este ámbito social, por lo cual es necesario operar sobre el desarrollo de la escritura y la oralidad (Carlino, 2005).

Consideramos que los estudiantes no sólo deben interpretar aquello que leen y se les solicita, sino demostrar que pueden escribir textos científicos argumentativos y justificativos coherentes con sus conclusiones como parte del aprendizaje de comunicar en ciencias. Como lo afirman los autores Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003); Jiménez-Aleixandre y Erduran (2008); Sardà Jorge y Sanmartí Puig (2000), estas capacidades contribuyen a “hacer públicos los procesos cognitivos y a la apropiación de la cultura y las prácticas científicas, así como a desarrollar el razonamiento y criterios razonados”.

El plan de estudios presenta un único curso de Química cuatrimestral cuyo dictado se realiza en 16 semanas de ambos cuatrimestres y no posee cursillo introductorio. La carga horaria es de cinco (5) horas semanales en el segundo año de las carreras de ingeniería (dos horas de teoría y tres horas de formación práctica en resolución de problemas y laboratorio). Para la actividad áulica, los estudiantes se distribuyen en seis (6) comisiones de aproximadamente cincuenta (50) alumnos de las diferentes terminales. Si bien el discurso es único para todas las terminales, consideramos que el desarrollo y adquisición de las capacidades, habilidades y destrezas logradas, se constituyen en insumos valiosos para la comprensión y aprendizaje de asignaturas posteriores que van definiendo la especialidad de las ingenierías. Un 70% de los estudiantes afirma no haber cursado Química en ningún curso previo al universitario. Los que afirman haber tenido Química en la escuela media, admiten haber memorizado muchas definiciones de conceptos sin haberlos aprendido realmente, inclusive en algunos casos, evidencian errores conceptuales. Observamos que los estudiantes presentan dificultades en el procesamiento de la información escrita, dificultad que pudiera indicar escaso desarrollo en competencias básicas que involucran lectura, escritura, comprensión de textos y capacidad argumentativa.

Así en este contexto, los docentes debemos superar desafíos constantes y permanentes, por lo cual consideramos que la pertinencia y la adecuación del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química al proyecto educativo de la FCEIA, han resultado y resultan sumamente complejas. Necesariamente se ha requerido y se requiere esfuerzo de investigación e innovación, educativa y disciplinar permanente, en pos de una didáctica idónea para esta comunidad de estudiantes que, a su egreso, no serán químicos. Qué enseñar y cómo hacerlo debe contemplar tanto la pertinencia de los contenidos, como las estrategias

que permitan evaluar y acreditar la adquisición de capacidades y poner en evidencia el logro de los aprendizajes propuestos. Para suplir la debilidad de no poseer cursos anteriores de Química, la cátedra provee un libro de texto en donde los problemas tipo se encuentran desarrollados en el cuerpo del mismo y en la plataforma digital o web de la Facultad, se hallan resueltos y justificados los problemas integrados para el aprendizaje de estrategias de resolución que permitan alcanzar una solución correcta. Con este material de cátedra, junto a las consultas y talleres de apoyo que brindan los docentes, las actividades de formación práctica en aula apuntan a la resolución de problemas diferentes a los publicados y de complejidad creciente según avanza el desarrollo del curso. Dichos problemas son contextualizados, integrados y lo más cercanos a la realidad del estudiante de ingeniería. Por lo general, son cerrados, cuantitativos y cualitativos, con o sin selección de opciones y cuya resolución debe estar justificada y/o argumentada.

Las capacidades que intentamos desarrollar y fortalecer en el aula son y de acuerdo al CONFEDI:

- Comprensión lectora.* Incluye la lectura exploratoria, donde se relacionan los propios conocimientos con el contenido del texto, y la lectura analítica, en la que se interpreta adecuadamente el sentido de las palabras del texto, el contexto, y se reconoce toda la información explícita e infiere las principales informaciones implícitas.
- Resolver problemas.* Implica inicialmente la comprensión del problema como, identificar la incógnita, reconocer la información faltante necesaria, reflexionar sobre la teoría para comprender mejor los datos y establecer relaciones entre los elementos del problema. Además requiere la formulación de hipótesis, donde se realizan inferencias acerca de los estados inicial y final y de las modalidades de resolución y la planificación de estrategias, donde se propone una o más soluciones. Luego la resolución del problema propiamente dicho, donde se evalúan los resultados intermedios y se obtiene un resultado pertinente con la situación planteada. Finalmente, se verifican los resultados y la coherencia con las predicciones, y se comunican los resultados en un lenguaje comprensible y usando la notación que corresponde y se fundamenta el resultado en forma escrita.
- Resolver problemas aplicados.* Implica reconocer y aplicar distintos tipos de funciones y ecuaciones, interpretación y representación simbólica y esquematizaciones, utilización apropiada de escalas, magnitudes y unidades, justificando los resultados obtenidos y/o argumentándolos con una base teórica.
- Resolver problemas de ingeniería.* Requiere identificar,

2. Metodología

formular y resolver problemas de ingeniería. Es decir, ser capaz de identificar una situación presente o futura como problemática, identificando y organizando los datos pertinentes al problema, pudiendo delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa y teniendo la capacidad para realizar una búsqueda creativa de soluciones y seleccionar criteriosamente la alternativa más adecuada. e) *Comunicación eficiente*. Involucra la capacidad para producir e interpretar textos técnicos. Esto requiere la expresión de manera concisa, clara y precisa; la identificación del tema central y los puntos claves a informar; la producción de textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes; la articulación de manera eficaz distintos lenguajes (formal, gráfico y natural); y finalmente, analizar la validez y la coherencia de la información.

Resulta difícil poder enseñar todas y completamente las capacidades y habilidades antes mencionadas sin embargo, consideramos que enseñar a resolver problemas aplicados con temas pertinentes a la ingeniería conjuntamente con la enseñanza explícita de la capacidad de justificar y argumentar, permite que los estudiantes aprendan a elaborar textos científicos (justificativos y argumentativos), autorregulen su propio aprendizaje, realicen aprendizajes significativos y mejoren la comunicación efectiva en Química en el contexto de la enseñanza en carreras de ingenierías no químicas. A su vez las resoluciones con respuestas justificadas y argumentadas se constituyen en excelentes predictores de la actuación de los estudiantes pues al analizar la palabra escrita de ellos podríamos inferir que han construido o han reforzado las capacidades que nos propusimos desarrollar.

Objetivos

Generales: Conocer las habilidades y capacidades (específicas y genéricas) al ingreso y al egreso del curso de química, en el segundo cuatrimestre de los años 2015 y 2016.

Particulares: a) Analizar las resoluciones de los estudiantes al instrumento aplicado al inicio de la clase de formación práctica de aula en el segundo cuatrimestre de los años 2015 y 2016, para conocer qué capacidades básicas y específicas poseen y b) Analizar las resoluciones de los estudiantes al instrumento aplicado en la evaluación de acreditación en el segundo cuatrimestre de los años 2015 y 2016 para saber qué capacidades genéricas y específicas han fortalecido y / o construyeron.

Nuestro proyecto de investigación, denominado “*La resolución de problemas de Química en la facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la UNR. Competencias Genérica y Específica*”, se encuentra enmarcado en el área de la Educación en Ciencias Experimentales, especialmente en Didáctica de la Química en carreras de ingeniería no químicas. El tipo de investigación es aplicada y descriptiva, utilizando una metodología cualitativa interpretativa. Describimos e interpretamos las palabras escritas y el comportamiento observable de las personas. En esta presentación nos focalizamos en las expresiones escritas de los estudiantes. Para el análisis de tales expresiones se confeccionaron justificaciones de referencia basadas en el Modelo Argumental de S. Toulmin (1958).

2.1 Construcción de los instrumentos

Con el fin de cumplir con los objetivos, diseñamos cuatro instrumentos I-1; I-2; I-3; I-4. Cada uno de ellos constituye un problema vinculado a la ingeniería que involucra gran cantidad de contenidos y pocos datos explicitados. Su resolución exige conocimiento específico y capacidades inherentes a las competencias de acceso y egreso. Los instrumentos fueron validados por un grupo de estudiantes en el año 2014. Luego de la validación, mejoramos los enunciados y los aplicamos en 2015 y 2016.

Para cada instrumento se describieron las capacidades que el instrumento intenta medir.

2.2 Aplicación de Instrumentos.

Utilizamos al primer instrumento (I-1) a modo de diagnóstico para evaluar las capacidades adquiridas por los estudiantes en instancias educativas previas, aquellas que son indispensables para el acceso y la continuidad de los estudios superiores que pueden ser desarrolladas y consolidadas durante la escolaridad previa, en los cursos de ingreso o nivelación y en los cursos de grado. Es decir, las capacidades de acceso.

Empleamos los instrumentos I-2, I-3 e I-4 para evaluar si se han fortalecido y/o construido las capacidades que nos propusimos desarrollar.

2.2.1.- Al inicio del cuatrimestre. Instrumento I-1

El I-1 consistió en la resolución escrita individual de un problema con dos ítems: a) de respuesta única y b) dos respuestas según el análisis de los factores

que influyen en el resultado. Ambas respuestas debían estar explícitamente justificadas. La investigación se centró en los estudiantes que cursaban el segundo año de las carreras de ingeniería de la FCEIA y estaban presentes en la primera clase de una comisión de formación práctica, en un tiempo de 25 min y que manifestaron su voluntad de participar. Fueron 70 estudiantes al inicio del segundo cuatrimestre de 2015 y 90 estudiantes al comienzo del segundo cuatrimestre de 2016.

Instrumento I-1

Lea atentamente el siguiente ejercicio: Se hizo reaccionar un material que contiene cinc al 65,0 % de pureza, con solución de HCl(ac). La reacción representada por:
 $Zn(s)+2HCl(ac)\rightarrow H_2(g)+ZnCl_2(ac)$, cursó con 89 % de rendimiento. Al finalizar la reacción el volumen de gas obtenido fue 40 L en CNPyT. Responda las siguientes preguntas con MAYOR ó MENOR ó IGUAL y justifique dicha respuesta, a) Cómo será el valor del Volumen de gas obtenido si el porcentaje de rendimiento fuera 100 % (manteniendo constantes todos los otros datos), b) Cómo será el valor del volumen de gas obtenido si el porcentaje de pureza del cinc fuera 90 % (manteniendo constantes todos los otros datos).

Capacidades involucradas en la resolución

Comprensión lectora: interpretación de términos específicos de química. Interpretación de los datos y de las incógnitas.

Resolución de ejercicios aplicados: interpretación de fenómenos químicos a partir de la ecuación química. Selección y aplicación de la información faltante adecuada. Escritura un texto completo coherente riguroso y convincente que justifica o argumenta el criterio utilizado para determinar la elección correcta.

Consideramos que el resultado correcto con la justificación cabalmente explicitada son indicadores de que el estudiante posee capacidades básicas específicas y transversales al acceder al curso

2.2.2.- Al finalizar el cuatrimestre. Instrumentos I-2; I-3; I-4

Para comprobar si los estudiantes fortalecieron y/o construyeron las capacidades que nos propusimos enseñar, se analizaron las respuestas escritas por los estudiantes en la evaluación de acreditación de la asignatura, realizada al finalizar los años 2015 y

2016. La evaluación contenía cinco (5) preguntas a resolver, de respuesta única, tipo cualitativo y cuantitativo donde estaban involucrados la casi totalidad de contenidos de la asignatura. Los estudiantes tuvieron 140 min para realizarla, munidos de tabla periódica, tablas de constantes y datos esenciales para la resolución de la misma.

Se describen a continuación los tres instrumentos y algunas de las capacidades que los estudiantes deberían haber adquirido para responder exitosamente.

Instrumento I-2

Se desea neutralizar 160 L de HCl(ac) de pH 0,3, proveniente de un derrame. Para ello se dispone de 5 kg de una arena gruesa (pureza: 80% de dióxido de silicio) y de 5 kg de cal viva (pureza: 80% de óxido de calcio).

a) Justifique si alguno/ambos/ninguno de los materiales indicados podría ser utilizado.

b) Demuestre si se logra o no la neutralización del derrame justificando los procedimientos, con el o ambos materiales.

c) Estime y justifique el pH final de la/s mezcla/s.

Capacidades involucradas

Comprensión lectora: lectura e interpretación del término específico neutralización, y los conceptos tales como la representación simbólica de sustancias y ecuación química, relación estequiométrica, concentración molar, sustancias con comportamiento ácido o base, pH, disolución física y química de sólidos, pureza de los materiales; reconocimiento de información implícita cerca del comportamiento ácido-base de las sustancias.

Resolución de un problema aplicados y específicos de ingeniería: identificación de la situación problemática ambiental de un derrame de una sustancia ácida; reflexión acerca de las cualidades de la sustancia que puede neutralizar el derrame, selección de la misma, cálculo de la cantidad necesaria a partir de las concentraciones, volumen y pureza, relación estequiométrica, etc.

Comunicación eficiente: producción de textos con un lenguaje técnico y claro, justificación de las consignas requeridas, expresión rigurosa de las demostraciones y estimaciones solicitadas y, análisis de la validez y la coherencia de los resultados y la comunicación de éstos.

Instrumento I-3

- a) Calcule, Justificando procedimientos algebraicos, el volumen de una solución de hidróxido de sodio de $\text{pH} = 13,7$, necesario para neutralizar completamente 600 L de $\text{HF}(\text{ac})$ 0,5 M.
b) Estime y justifique el pH de la neutralización.

Capacidades involucradas

Comprensión lectora: lectura exploratoria y analítica, interpretación de toda la información explícita y reconocimiento de los conceptos de química, representación simbólica de sustancias, neutralización, pH , concentración molar; inferencia de las principales informaciones implícitas, como reconocimiento de sustancias con comportamiento ácido o base.

Resolver problemas aplicados y de ingeniería: identificación de la situación problemática ambiental de un derrame de una sustancia ácida. Formulación de la representación simbólica del fenómeno: la ecuación química de neutralización. Utilización de procedimientos específicos. Justificación de los resultados obtenidos con una base teórica.

Comunicación eficiente: producción de textos técnicos justificativos concisos, claros y precisos, en función de los resultados y los conceptos teóricos utilizados. Expresión rigurosa de las respuestas y estimaciones solicitadas, a partir de los cálculos realizados, analizando su validez y la coherencia.

Instrumento I-4

- Un efluente industrial contiene disueltas las siguientes sustancias: tricloruro de aluminio, dicloruro de calcio y monocloruro de potasio. El análisis cuantitativo de una muestra de 0,05 L de efluente arrojó los siguientes resultados: $[\text{Al}^{3+}(\text{ac})] = 2\text{M}$, $[\text{Ca}^{2+}(\text{ac})] = 0,5\text{M}$ y $[\text{K}^+(\text{ac})] = 0,1\text{M}$
a) Calcule la cantidad de anión cloruro presente en la muestra.
b) Calcule el pH del efluente. Justifique la resolución y el resultado.
c) Si electrolizara este efluente en condiciones estándar, indique y justifique qué sustancia obtendría en el cátodo.

Capacidades involucradas

Comprensión lectora: lectura exploratoria y analítica, interpretación y reconocimiento de los conceptos de química, representación simbólica de sustancias, disociación iónica, iones con

comportamiento ácido o base, concentración molar, cantidad de sustancia, pH , electrólisis, potencial de reducción, reducción catódica, e inferir la información implícita acerca del comportamiento ácido-base de las especies presentes y de la capacidad de reducción catódica en función de la tabla de potenciales estándar de reducción.

Resolver problemas aplicados y de ingeniería: identificación de una situación problemática ambiental que involucra un efluente industrial, su caracterización química cuantitativa (composición en función de las especies presentes y su concentración) y un posible tratamiento electrolítico. Aplicación del concepto de cantidad de sustancia y pH para realizar los cálculos requeridos. Utilización de “la herramienta” conocida como Tabla de Potenciales Estándar de Reducción y el concepto de Potencial de Reducción para inferir la sustancia que se descargará en el cátodo durante la electrólisis a partir de sus conocimientos teóricos, justificando sus respuestas.

Comunicación eficiente: producción de textos técnicos de manera concisa, clara, rigurosa y precisa en donde se justifiquen los resultados obtenidos a partir de los conceptos teóricos, expresando claramente las respuestas en función de los resultados obtenidos.

3. Resultados

3.1 Porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente cada uno de los ítems de los instrumentos.

Al comienzo del curso el ítem a del instrumento I-1 fue respondido completa y correctamente por solo un 10 % de los estudiantes y ningún estudiante respondió el ítem b completo.

Al finalizar el cursado, en las evaluaciones de acreditación: Para aprobar la asignatura los problemas debían estar correctamente justificados. Los cálculos o las indicaciones correctas sin justificación carecieron de puntaje. Para nuestro trabajo de investigación consideramos tanto procedimientos y resultados (RESOLUCIÓN) como la expresión de las justificaciones y argumentaciones (COMUNICACIÓN EFICIENTE)

Tabla 1: porcentaje de estudiantes que contestaron exitosamente a los ítems de los instrumentos

	RESOLUCIÓN	COMUNICACIÓN
--	------------	--------------

		EFICIENTE
I-1 N=160	a) 10 b) 5	a) 10 b) 3
I-2 N=13	a) 92 b) 54 c) 38	a) 8 b) 38 c) 15
I-3 N=119	a) 51 b) 34	a) 20 b) 13
I-4 N=38	a) 32 b) 26 c) 18	a) - b) 18 c) 8

3.2 Análisis cualitativo de las capacidades

Si la resolución es correcta, el análisis es correcto y completo y la justificación es coherente, correcta y completa podemos decir que la *comprensión lectora* es EXCELENTE (E), la *resolución* posee MUY ALTO nivel de logro (MA) y la *comunicación eficiente* posee un MUY ALTO nivel de logro (MA). Son los estudiantes que han construido capacidades *específicas* como: Interpretar los términos específicos de química cuyos significados fueron construidos en aula y laboratorio. Partir de los datos explícitos pertinentes y presentar datos que surgen de la interpretación del enunciado no explicitado en él. Utilizar procedimientos matemáticos de validez química. Aplicar correctamente los conceptos químicos involucrados. Lograr representar los fenómenos involucrados. Y capacidades *genéricas* como: Seleccionar y utilizar la información faltante adecuada. Justificar los datos elegidos desde la teoría subyacente para arribar a la conclusión. Justificar la utilización de procedimientos matemáticos. Justificar representaciones, procedimientos y argumentar selección de opciones. Analizar la coherencia del resultado. Comunicar los resultados en un lenguaje comprensible y usa la notación y las unidades que corresponden.

Si la resolución es incorrecta, el análisis es correcto pero incompleto y la justificación es coherente, incorrecta e incompleta podemos decir que la *comprensión lectora* es INSUFICIENTE (I), la *resolución* posee BAJO nivel de logro (B) y la *comunicación eficiente* posee un MUY BAJO nivel de logro (MB)

EJEMPLO: ignorar la presencia de catión hidrógeno en el efluente; NO selecciona NI utiliza la información faltante adecuada.

Si la resolución es correcta, el análisis es correcto y la justificación es coherente e incompleta podemos decir que la *comprensión lectora* es BUENA (B),

la *resolución* posee MUY ALTO nivel de logro (MA) y la *comunicación eficiente* posee un BAJO nivel de logro (B)

EJEMPLO: no justificar la necesidad de determinar el reactivo limitante; no justificar por qué se deben utilizar determinados valores tabulados. NO Justifica los datos elegidos desde la teoría subyacente para arribar a la conclusión. NO Justifica la utilización de procedimientos matemáticos. NO Justifica la utilización de valores tabulados.

Si la resolución es correcta, el análisis es correcto y la justificación está ausente podemos decir que la *comprensión lectora* es INSUFICIENTE (I), la *resolución* posee MUY ALTO nivel de logro (MA) y la *comunicación eficiente* posee NULO nivel de logro (N)

EJEMPLO: Solo resuelve correctamente.

Si la resolución es incorrecta, el análisis es incorrecto y la justificación es coherente, incorrecta podemos decir que la *comprensión lectora* es MALA (M), la *resolución* posee NULO nivel de logro (N) y la *comunicación eficiente* posee un MUY BAJO nivel de logro (MB)

EJEMPLO: mala interpretación del término neutralizar. NO Interpreta los términos específicos de química cuyos significados fueron construidos en aula y laboratorio. NO Selecciona NI utiliza la información faltante adecuada.

4. Conclusiones

De acuerdo a este análisis, y a los porcentajes de estudiantes que responden correctamente, en las instancias de evaluación de 2015 y 2016, la capacidad con mayor nivel de logro es la resolución propiamente dicha de estos problemas aplicados a temas ingenieriles. Los alumnos saben pero no escriben lo que saben; en determinados ítems saben calcular pero no comprenden que es justificar. Es notoria la debilidad en la comprensión lectora y la comunicación, lo cual nos está indicando que debemos focalizarnos más en el desarrollo de capacidades, como por ejemplo crear espacios de análisis, resolución y experimentación con los estudiantes para la resolución de problemas reales durante todo el cursado de la asignatura. Estamos trabajando en ello, ya que nuestro accionar pretende constituirse en un valioso aporte, tanto para reforzar las capacidades de acceso, como para la construcción de las capacidades y habilidades que

contribuyen a aquellas que se desarrollan a través de las prácticas pre-profesionales, las cuales los estudiantes realizan a lo largo del trayecto curricular que componen sus estudios académicos, orientadas a capacitarlos para una efectiva inserción laboral.

5. Referencias

Carlino P. (2005) *Escribir, leer y aprender en la Universidad*. Buenos Aires. Fondo de Cultura Económica.

CONFEDI. (2014). *Competencias en ingeniería. Declaración de Valparaíso* sobre Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano .Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino. Competencias Requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios en Argentina.

Cerato A. I. y Gallino M. (2013) Competencias genéricas en carreras de ingeniería. *Ciencia y Tecnología*, 13, 83-94.

Jimenez-Aleixandre, M. P. (2008). Argumentation in science education: an overview In S. Erduran & MP Jiménez Aleixandre (Eds.) *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*, 3–27.

Jiménez Aleixandre, M. y Díaz de Bustamante, J. (2003) Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 359–370.

Martínez Losada, C., García Barros, S., Mondelo Alonso, M. y Vega Marcote, P. (1999). Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 211-225.

Pinto, G., Ramírez, J., Arranz, M. C. M., Navarrete, D. P., y Urreaga, J. M. (2010, junio). *Evaluación de competencias: Un caso práctico en materias de química de titulaciones de Ingeniería*. In Evaluación de competencias en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (II Jornada), 197-202. Universidad Rey Juan Carlos. Madrid. España.

Pozo Municio, J.I. y Gómez Crespo M.A. (2006), *Aprender y enseñar ciencias*, Ediciones Morata. Madrid. España.

Sardà, A y Sanmartí N. (2000) Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 405-422

Solaz Portolés, J. J., Sanjosé López, V. y Gómez López, Á. (2011) Aprendizaje basado en problemas en la Educación Superior: una metodología necesaria en la formación del profesorado. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 25, 177-186.

Solaz Portolés, J. J.; Rodríguez Miguel, C.; Gómez López, A. y Sanjosé López, V. (2010). Conocimiento metacognitivo de las estrategias y habilidades mentales utilizadas para resolver problemas: un estudio con profesores de ciencias en formación. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 24, 139-152.

Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé-López, V. (2007). Resolución de problemas, modelos mentales e instrucción. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1) 70-89.

Solaz Portolés, J. J. y Sanjosé López, V. (2008). Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 1, 147-162.

Toulmin S.E. (1958). *The uses of argument*. New York. Cambridge University Press.

Vázquez Bernal, B. y Jiménez Pérez, R. (1999). “La importancia de la discusión a través de la evaluación en la resolución de ejercicios de Física y Química integrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje”. In *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*, 477-486. Servicio de Publicaciones 1999.

16TCE. Descubriendo la Física en los Alimentos Discovering the Physics in Food

María Gabriela Tamaño¹, María Cristina Cayetano Arteaga¹, Julieta Bof¹, Mario Pisonero¹, Rodolfo Maffioly¹.

1. Facultad de Ciencias de la alimentación, Universidad Nacional de Entre Ríos. Mons. Tavella 1450, Concordia (E.R.) Argentina. tamanog@fcal.uner.edu.ar

Resumen

Es compartida la preocupación por la baja matrícula en carreras científicas en la Argentina. La problemática que afecta el interés y motivación para aprender Física es muy compleja, las causas pueden interpretarse desde diversas miradas, entre las que destacamos debilidades en la enseñanza de las ciencias básicas en la escuela secundaria. En particular, la Física se desarrolla todavía como una asignatura alejada de la vida cotidiana con escasas participaciones y experiencias de los alumnos. En el presente trabajo se describe la experiencia de la puesta en ejecución del proyecto "El Físico y los Alimentos" aprobado por la Asociación Física Argentina, para el incentivo de las vocaciones científicas. La divulgación de actividades científicas desarrolladas en la Universidad, es un factor a impulsar para acercar la ciencia del laboratorio, del investigador, a las ciencias básicas. Estudiantes de secundaria y de formación docente de Concordia participaron en actividades experimentales desarrolladas en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Alimentación. Los objetivos planteados fueron "los estudiantes reconozcan fenómenos físicos en alimentos, desarrollen destrezas y habilidades en la realización de actividades experimentales, identifiquen variables que afectan un fenómeno físico, interpreten modelos físicos aplicados al comportamiento de los alimentos estudiados".

Palabras clave: física, alimentos, talleres

Abstract

The concern about low enrollment in scientific careers in Argentina is shared. The problem that affects the interest and motivation to learn Physics is very complex, the causes can be interpreted from different perspectives, among which we highlight weaknesses in the teaching of basic sciences in secondary school. In particular, Physics is still developed as a subject far from everyday life with few participations and experiences of students. In the present work the experience of the implementation of the project "The Physicist and the Foods" approved by the Argentine Physical Association is described, for the incentive of the scientific vocations. The dissemination of scientific activities developed in the University, is a factor to promote to bring the science of the laboratory, of the researcher, to the basic sciences. High school and teacher training students from Concordia participated in experimental activities developed in the laboratories of the Faculty of Food Sciences. The objectives were "students recognize physical phenomena in food, develop skills and abilities in the performance of experimental activities, identify variables that affect a physical phenomenon, interpret physical models applied to the behavior of the foods studied."

Keywords: physics, food, workshops

1. Introducción

Es compartida la preocupación por la baja matrícula en carreras científicas en la Argentina y en el mundo (Furman, 2014). Implicadas también en una tendencia global similar, las carreras de ciencias no seducen particularmente a las nuevas generaciones, aunque se demandan profesionales y existen puestos de trabajo en la industria (Zelman, 2011).

La problemática que afecta el interés y motivación para aprender Física es muy compleja, las causas pueden interpretarse desde diversas miradas, entre las que destacamos debilidades en la enseñanza de las ciencias básicas en la escuela secundaria. En particular, la Física se desarrolla todavía como una asignatura alejada de la vida cotidiana con escasas participaciones y experiencias de los alumnos.

¿Cómo se originan las vocaciones científicas? Los chicos que eligen estudiar ciencias ¿tienen habilidades innatas? (Flores Moya, 2008) Tradicionalmente se ha asociado a los que eligen estudiar ciencias, con estereotipos culturalmente transmitidos, que contribuyen a desalentar la elección y estudio de carreras científicas. Por otra parte las metodologías tradicionales de enseñanza aún empleadas en la escuela secundaria, validan una visión empirista de las ciencias, se privilegian los conocimientos teóricos, se considera “difíciles” a las asignaturas de ciencias. En particular, la Física se desarrolla como una asignatura alejada de la vida cotidiana, poco significativa y con escasas participaciones y experiencias de los alumnos. entendemos que la vocación científica es compatible con un modo de pensar crítico, caracterizado por la curiosidad, el deseo por conocer y la búsqueda de respuestas más allá de lo esclarecido, la escuela debiera ser el lugar privilegiado para motivarla. (Zelman, 2011).

La divulgación de actividades científicas desarrolladas en la Universidad, es un factor a impulsar para acercar la ciencia del laboratorio, del investigador, a las ciencias básicas. Es parte de la responsabilidad social de la comunidad científica mantener canales de comunicación con la sociedad, vincular a docentes y jóvenes de escuela media con el quehacer científico en general y con el modo en que se genera el conocimiento científico en particular, para comprenderlo (Zelman, 2011) y así creemos que motivarlos a elegir carreras científicas..

En el marco de la convocatoria INVOFI (Incentivo de las Vocaciones Científicas), realizada por la Asociación Física Argentina, se presentó el proyecto “El Físico y los Alimentos” que resultó seleccionado y en consecuencia se están desarrollando las actividades propuestas. El proyecto

incluye la realización de talleres sobre aplicaciones de Física en la Ciencia y Tecnología de Alimentos, a través de los cuales introducir conceptos necesarios para comprender fenómenos involucrados en el comportamiento de alimentos. Los objetivos generales planteados para el proyecto fueron: Que los estudiantes reconozcan fenómenos físicos en alimentos, desarrollen destrezas y habilidades en la realización de actividades experimentales, identifiquen variables que afectan un fenómeno físico, interpreten modelos físicos aplicados al comportamiento de los alimentos estudiados.

En el presente trabajo se describe la experiencia de la puesta en ejecución de los talleres propuestos en el proyecto.

2. Materiales y métodos

En el marco del Programa INVOFI (Programa para el Incentivo de las Vocaciones en Física) de la Asociación de Física Argentina, realizamos tres talleres denominados “El Físico y los Alimentos” dedicados a estudiantes de secundaria y de formación del profesorado.

Actividades desarrolladas

Taller 1: LOS MIL COLORES DE LA MIEL

El taller comenzó con una presentación de la miel (Figura 1), sustancia dulce producida por las abejas obreras a partir del néctar de las flores o de exudaciones de otras partes vivas de las plantas, que recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias y almacenan y dejan madurar después en los panales de la colmena. Es un alimento tan particular que puede considerarse tanto de origen vegetal como animal, así es que en su composición aparecen sustancias provenientes de ambas fuentes, las que le confieren sus propiedades características al producto.



Figura 1. Taller: Mil colores de la miel

A continuación se comenzó a analizar el tema motivo del taller: el color ¿qué es el color? Y ¿por qué vemos los colores? La apreciación del color es el resultado de la interacción entre tres elementos: una fuente de luz, un objeto y un observador. Se realizó una presentación con simulaciones on line para explicar la formación de imágenes y colores.

En los alimentos, el color es un atributo importante, con frecuencia se juzga la calidad de los alimentos en función de su color. El color que exhiben las frutas y vegetales, se atribuye a la presencia de pigmentos: carotenoides, antocianinas, clorofilas, entre otros, los que confieren las tonalidades amarillas, anaranjadas, rojizas, violetas o verdes características. Los carotenoides son los pigmentos naturales responsables de los colores amarillos, anaranjados y rojos en muchas frutas y vegetales, tales como mango, naranja, tomate y zanahoria, entre otros.

Los colores de las mieles varían ampliamente desde las muy claras a las muy oscuras, desde el blanco casi transparente, pasando por el ámbar en diversas tonalidades, hasta casi negro, dependiendo del origen botánico, composición del suelo, etc.

Entonces se planteó la pregunta, ¿cómo medir el color de los alimentos? Se analizaron alimentos opacos y translúcidos, entre los que se encuentra la miel. En el caso particular de la miel el método utilizado se basa en la transmisión y se realiza mediante colorimetría, con el instrumento conocido como “Colorímetro de Pfund”. Este contiene dos prismas, uno que se utiliza de referencia y tiene un matiz acaramelado y otro que contiene la muestra de miel; los prismas se desplazan de forma manual a lo largo de una escala graduada en forma de regla, hasta que se alcanza la igualdad visual de los colores de la miel y el prisma coloreado. El desplazamiento en la escala se mide en milímetros, para expresar el color de la miel en “mm Pfund”, según una escala internacional, que permite caracterizar y comparar colores de diferentes mieles.

La siguiente parte del taller se realizó en el Laboratorio de Análisis de Miel y Productos de la Colmena en la Planta Piloto de la Facultad de Ciencias de la Alimentación (Figura 2), donde los participantes realizaron mediciones de color de mieles de distinto origen botánico y geográfico.



Figura 2. - Laboratorio de Miel en Planta Piloto

Requirieron tiempo para adaptarse al instrumento y lograr realizar mediciones (Figura 3 y 4). Registraron observaciones y compararon resultados, logrando caracterizar mieles regionales de diferentes características. Se analizaron errores experimentales, se discutió la influencia del entrenamiento del observador en técnicas analíticas como esta.



Figura 3. Aprendiendo a medir el color de la miel



Figura 4. Medición de color de diferentes mieles con colorímetro Pfund

Taller 2: BURBUJAS ¿DE DÓNDE VIENEN? ¿A DÓNDE VAN?

Para comenzar el taller se planteó la pregunta ¿dónde ven burbujas en alimentos? La mayoría se refirió a las bebidas gaseosas, por lo que muchos se sorprendieron al darse cuenta que muchos alimentos están formados por burbujas: los helados, bizcochuelos, merengue, queso, pan, cervezas, espumantes, entre otros.

Observamos un video de la fabricación de una bebida gaseosa, y conversamos sobre el origen del fenómeno que provoca el desprendimiento de burbujas al servir un vaso de gaseosa. Surgieron múltiples interrogantes sobre el proceso de generación y liberación de burbujas. Los estudiantes plantearon hipótesis acerca de los factores que pueden afectar la formación y desprendimiento de burbujas: el efecto de la temperatura en la cinética de liberación de burbujas; efecto de la superficie y presencia de impurezas en la nucleación de trenes de burbujas. Identificamos y revisamos conceptos como: presión, volumen, temperatura, ecuación de los gases ideales, ley de Henry, tensión superficial, capilaridad, fuerza de empuje, fuerzas de arrastre viscoso, principio fundamental de la dinámica.

Se planteó la pregunta: ¿cuánto gas contiene una botella de 600 ml de agua mineral? Cuyas respuestas generaron “apuestas” y propuestas de cómo “averiguarlo” (figura 5). Se realizaron dos experiencias: midiendo diferencia de masa y por desplazamiento de agua, se compararon resultados y la mayoría quedaron sorprendidos ante la evidencia experimental, que el volumen de gas desprendido ¡superaba ampliamente los 600 ml! (figura 6).



Figura 5. ¿Cómo saber cuánto gas contiene?



Figura 6. Armado de dispositivos experimentales

Para analizar el movimiento de las burbujas, utilizando una cámara con objetivo de un microscopio se registraron videos que fueron proyectados para observar trenes de burbujas, donde pudieron extraer conclusiones como: las burbujas son esféricas, aumentan de tamaño durante el ascenso, se mueven en línea recta, su separación aumenta a medida que ascienden.

La temperatura fue reconocida por todos los participantes como un factor muy importante que determina el desprendimiento más o menos brusco de gas, por lo que medimos temperaturas y observamos qué pasaba al servir dos copas con gaseosas a diferentes temperaturas (figura 7).



Figura 7. Temperatura y generación de burbujas

Ante la pregunta ¿dónde se forman las burbujas? Surgieron las mayores incógnitas, se sirvieron copas con gaseosas a la misma temperatura colocando en algunas trozos de tizas y dejando otras sin agregar nada (figura 8)..



Figura 8. Sitios de nucleación

Se compararon las burbujas que se forman inicialmente sobre la superficie interna de las copas, formadas por aire ocluido al momento de servir, no debidas al desprendimiento del dióxido de carbono disuelto en el líquido

En la puesta en común de los resultados (figura 9) realizaron cálculos, discutieron errores experimentales, propusieron cambios en los dispositivos utilizados, para optimizar resultados.



Figura 9. Cálculos e interpretación de resultados

Por último se mostraron otros dos videos “Burbujas en la Estación Espacial” y “Tomando gaseosas en un submarino”...con lo que se les plantearon nuevas inquietudes y preguntas para seguir indagando sobre las burbujas.

Todas las actividades se desarrollaron en el aula-laboratorio de Física, utilizando instrumentos básicos y otros recursos de fácil acceso, mostrando que se puede enseñar Física experimentando en las aulas escolares.

Taller 3: ¿ES FÁCIL UNTAR LA MIEL?

Este taller se orientó a estudiar fluidos a partir de la determinación de viscosidad como parámetro que permite describir el comportamiento al flujo.

Se comenzó con una actividad disparadora, untando (y degustando) diferentes tipos de miel, en diferente estado de fluidez, sobre diferentes superficies: pan, galletitas, tostadas. Cualitativamente se describieron los comportamientos observados y así fueron surgiendo términos e ideas vinculados al concepto de viscosidad (figura 10).

Con una presentación se describieron los comportamientos de diferentes alimentos, definiendo fluidos newtonianos y no newtonianos.



Figura 10. Planteando hipótesis

Se realizaron experiencias sencillas para comparar cualitativamente diferentes tipos de fluidos: tiempo en escurrir sobre una superficie, comparando con otras sustancias (figura 11); carrera de monedas (figura 12).



Figura 11. Comportamiento al flujo de la miel



Figura 12. Carrera de monedas

Luego se determinó la viscosidad de diferentes mieles aplicando ley de Stokes (figura 13), midiendo el tiempo que tardaba en caer una esfera de acero en miel y se analizó el efecto de la temperatura sobre la viscosidad.



Figura 13. Realizando mediciones

Se compararon resultados experimentales de los diferentes grupos, analizaron errores experimentales, arrastre de errores en mediciones indirectas.

Los estudiantes de secundaria mostraron escasos conocimientos previos del tema de fluidos, la definición de viscosidad resultó “novedosa” y requirió mayor dedicación al desarrollo teórico de este concepto.

Finalmente se mostró un video de una “Sorprendente papilla de maíz”, sencillo experimento que muestra la variación en el comportamiento reológico de este alimento, al pasar el tiempo.

3. Resultados y Discusión

Docentes, estudiantes de secundaria y estudiantes del profesorado de Física asistieron al taller. Participaron activamente de la propuesta, muchos manifestando que era la primera vez que tenían acceso a un laboratorio. Sorprendió la cantidad de inscriptos interesados, entre los que destacamos la asistencia de muchos estudiantes de escuelas periféricas a la ciudad, que participaron con entusiasmo y manifestaron su interés en seguir asistiendo. Los talleres se realizaron en horario extra escolar, (de 18 a 20 horas) por lo que los estudiantes que participaron lo hicieron realmente interesados en las propuestas. Se estableció un cupo de 35 participantes en cada taller (para asegurar la participación de todos en las actividades experimentales) y en total participaron 75 estudiantes, ya que muchos solicitaron asistir a los tres talleres.

Tabla 1. Escuelas Participantes.

Escuela/Institución	Número de Alumnos
Esc. Secundaria N°17 “Gral Martín M. de Güemes”	8
Esc. Secundaria N° 11 “Dr. Esteban Zorraquín”	14
Esc. Secundaria “Cabo Sendrós”	25
Esc. Secundaria “Damián P. Garat”	17
Esc. Técnica N° 1 “Brig. Pascual Echagüe”	10
Esc. Secundaria “Grala Juana Azurduy”	22
Instituto Superior de Disciplinas Industriales y Ciencias Agropecuarias	14

Al finalizar cada taller los participantes completaron encuestas de opinión (Figura 14). Para muchos, estas fueron sus primeras experiencias en laboratorio, y varios manifestaron su asombro y agradecimiento por encontrarse en la universidad (Figura 15)



Figura 14. Encuesta aplicada a los participantes en el taller Los mil colores de la miel

El 65% de los encuestados consideró que los contenidos presentados les resultaron muy interesantes e interesantes. Es de destacar que muchos de los estudiantes de secundaria no han desarrollado contenidos de Física sobre la luz, pero de todas maneras pudieron comprender las propuestas.

El 89% indicó que le gustaría aprender más sobre la física en los alimentos. Asociamos este resultado con el interés por relacionar contenidos disciplinares con la vida cotidiana, en contexto, lo que facilita la comprensión y aprendizaje de, en este caso, los contenidos de Física de manera accesible y útil.

Respecto a la participación en las actividades experimentales el 43% de los estudiantes expresó que su participación fue muy activa.



Figura 15. Al final de un taller, con los más curiosos.

Algunas de los comentarios recogidos en las encuestas de los diferentes talleres se transcriben a continuación:

“Me gustó mucho como estuvo armado el taller, con dedicación, lo que me contagió mucho interés” (estudiante de profesorado).

“Me gustó mucho el taller, participé activamente, muchas gracias por todo a los profesores y a la UNER” (estudiante de secundaria).

“La clase de hoy fue muy buena y divertida, estuvo relacionada con la química” (estudiante de secundaria).

“Buena charla, en la explicación y en lo que fue la práctica, muy buena y completa” (estudiante de profesorado).

“Me gustaron mucho los experimentos y conocer y aprender nuevas cosas” (estudiante de secundaria).

“Me pareció un excelente taller, ya que pude sacar algunas dudas y también pude aprender más acerca de las burbujas” (estudiante de secundaria).

“Experiencia muy entretenida y totalmente realizable en el aula. Me sirvió” (docente de secundaria).

“Me pareció muy interesante la clase y me gustó participar en los experimentos” (estudiante secundaria).

“Me pareció muy interesante...pude conocer más sobre las burbujas y como se forman, además conocí distintos métodos de medición” (estudiante secundario).

“Me gustaría venir a otros talleres y aprender mucho más...muchas gracias” (estudiante de secundaria).

“Me pareció muy interesante y divertido para aprender” (estudiante de secundaria).

“Me gustaría que nos pasen la presentación de la charla ya que al experimentar tomé pocos apuntes y notas de los procesos” (estudiante de profesorado).

“Me gustó la explicación de las burbujas en los helados y queso” (estudiante de secundaria).

“Muchas gracias por la invitación, es un tema muy interesante y un gran aporte para nuestros estudiantes” (docente de secundaria).

“Un taller donde aplicamos todo lo aprendido” (estudiante de secundaria).

“Me pareció muy interesante la clase de hoy, aprendí muchas cosas, diferentes cálculos y unidades, sobre la viscosidad” (estudiante de secundaria).

“Estuvo muy interesante aprender de las burbujas, me enteré cosas que no sabía y me gustaron” (estudiante de secundaria).

“Me gustaron los experimentos y tengo ganas de seguir aprendiendo sobre otros fenómenos” (estudiante de secundaria).

“Fue muy explicado las experiencias arrojaron resultados claros y la contextualización con numerosas situaciones de la vida cotidiana fue muy enriquecedora” (estudiante de profesorado).

Estos comentarios, así como los recibidos de manera verbal, y la participación activa de los participantes en cada encuentro, nos alientan a seguir proponiendo la realización de estos talleres y planificar nuevas propuestas que permitan vivenciar la Física en contextos significativos para los estudiantes, como una estrategia para incentivar nuevas vocaciones científicas. Como plantea Furman (2014) “Generar vocaciones científicas requiere, entonces, dejar de poner el acento en transmitir el qué de la ciencia, el conocimiento acabado, y acercar a los jóvenes a su maravilloso cómo, a ese proceso por el cual esas ideas fueron construidas por una comunidad de pensadores que se preguntaron, debatieron y dudaron en el camino de tratar de entender y transformar sus mundos”.

4. Conclusiones

Los talleres “El Físico y los Alimentos” despertaron interés y motivaron a la participación de estudiantes

de escuelas secundarias, docentes y estudiantes del profesorado de Física. Los resultados obtenidos nos alientan a seguir proponiendo actividades como estas, donde se reconozca fenómenos físicos aplicados en alimentos y en situaciones cotidianas, que acerquen la Física a los estudiantes, como estrategia para incentivar las vocaciones para el estudio de la Física.

5. Referencias

Flores Moya, A. (2008). *El papel de la divulgación. Sobre la vocación científica: el científico ¿nace o se hace?*, Circunstancia. Año VI - Nº 15.

Furman, M. (2014). *El desafío de despertar vocaciones científicas*. Recuperado el 10 de

noviembre de 2017 de:
https://www.clarin.com/edicion-impresa/desafio-despertar-vocaciones-cientificas_0_rymr4K9w7g.html.

Convocatoria Proyectos INVOFI 2016. Recuperado el 11 de noviembre de 2017 de:
<http://www.fisica.org.ar/?p=8655>.

Zelman, C. (2011). *La ciencia más cerca de la sociedad. Vocaciones Científicas en los nuevos escenarios*. Encrucijadas, n. 53, diciembre 2011, p. 70-7.

17TCE. La valoración de los estudiantes respecto del método “dinámica de sistema adaptada”, utilizando los modelos matemáticos, para mejorar el aprendizaje de las ciencias.

Ejemplo práctico: La metrología visual, utilizada como instrumento en el campo de la morfología vegetal.

The valuation of the students regarding the "dynamic system adapted" method, using mathematical models, to improve the learning of sciences.

Example: The Visual Metrology used as an instrument in the Plant Morphology

Daniel Héctor Nacif¹.

1. Universidad Nacional de Cuyo – Fac. Ciencias Agrarias – Cat. de Física. Alte Brown 500 Luján de Cuyo. dnacif@fca.uncu.edu.ar

Resumen

La educación técnica secundaria, superior y universitaria, es criticada porque no cubre las expectativas que la sociedad tiene de ellas. A menos que surja un concepto nuevo que mejore la educación, la sociedad no cambiará su opinión.

La sociedad de la información es un conjunto “en cambio”, exige que las organizaciones se adapten, revisen su coherencia y formas de actuación, en relación con las necesidades del entorno.

Se presenta un trabajo exploratorio sobre la Dinámica de Sistemas, como factor de innovación pedagógica aplicada al aprendizaje científico mediante el uso de los Modelos Matemáticos, en el último año del Profesorado de Matemática del Instituto de Educación Superior de Formación Docente y Técnica N° 9-002.

Los resultados miden la percepción de los estudiantes respecto de la aplicación del método, calificándolo de prometedora. Según los encuestados, se destacó la originalidad de los resultados; se alcanzaron buenos resultados en el proceso matemático para la resolución de problemas, con la tecnología disponible. Respecto del método sistémico, descollaron en la interacción de los elementos y en sus efectos, desarrollando una percepción global. No se obtuvieron buenos resultados en la combinación entre el método y el uso deliberado de estrategias.

Palabras clave: Dinámica de Sistemas - Matemática (Modelos Matemáticos) – Didáctica de la Matemática – Metrología Visual.

Abstract

The mass media is in constant evolution find for that requires to change and reused it's coherence and performance in relationship with the environment's needs. The innovation becomes a general necessity and a constant problem at different social levels with different strategies. Good results were not obtained in the combination between the method and the deliberate use of strategies.

A work of exploratory scope on the Dynamics of Systems is presented, as a factor of pedagogical innovation applied to the scientific learning through the use of the Mathematical Models, in the last course of the Mathematics Faculty of the Institute of Higher Education for Teaching and Technical Education N° 9-002.

The results measure the perception of students regarding the application of the method, qualifying it as promising. According to the respondents, the originality of the results was highlighted; good results were achieved in the mathematical process for solving problems, with the available technology.

Regarding the systemic method, they excelled in the interaction of the elements and their effects, developing a global perception. Good results were not obtained in the combination between the method and the deliberate use of strategies.

Keywords: System's Dynamic – Mathematic (Mathematic Models) – Didact of Mathematic – Visual Metrology.

1. Introducción

La innovación es una necesidad que se produce porque la sociedad cambia y las organizaciones mutan. En consecuencia, las personas, sus relaciones, acciones y resultados necesitan actualizarse.

La falta de continuidad en políticas educativas tiene como consecuencia la importación de iniciativas externas descontextualizadas, al campo educativo.

La forma tradicional de enseñar ciencia y tecnología en Argentina hace prevalecer la memorización y la descripción de eventos en forma compartimentada.

Gracias a los avances de la Dinámica de Sistemas (DS), está surgiendo un enfoque fundamentalmente nuevo y más efectivo para la educación. La DS ofrece un marco para dar cohesión, significado y motivación a la educación en todos los niveles, desde la educación primaria en adelante. Permite modificar la secuencia educativa tradicional, en la que años de memorizar hechos han precedido a la comprensión de los mismos. El profesor en esta nueva escena, actúa como guía y no como un simple depositario de la sabiduría.

Si bien la DS comenzó a aplicarse en el ámbito educativo en décadas anteriores Forrester (1998), Gay, (1996); se requieren nuevos experimentos controlados para profundizar su aplicación en el campo de la educación (EMPIRIA).

Respecto de los trabajos de investigación realizados en el área de la educación, Mendible, et al (2007), Barón (2008), Cruz (2010), IDEAD (2008), Mautino, (2008), López (2015); todos ellos resaltan el hecho de que los estudiantes se benefician al usar DS como método de enseñanza y de aprendizaje.

El trabajo, se aplicó a los alumnos del último año del Profesorado de Matemática del Instituto de Educación Superior de Formación Docente y Técnica N° 9-002

(IES 9-002), en los que se indagó, la valoración de estos respecto de la Dinámica de Sistema Adaptada (DSA), utilizando los Modelos Matemáticos (MM), para mejorar el aprendizaje de las ciencias.

2. Materiales y métodos

Este apartado contiene la estrategia metodológica propuesta. A saber:

- A- Enfoque, tipo de investigación y diseño.
- B- Alcance.
- C- Diseño.
- D- Población.
- E- Muestra.
- F- Variables y control de las mismas.
- G- Escalabilidad.
- H- Instrumentos de recogida de datos.
- I- Procedimiento.
- J- Tema de estudio.

A- Enfoque, tipo de investigación y diseño.
Cuantitativo: utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar las preguntas de investigación y probar las hipótesis establecidas previamente. Se basa en la medición numérica, el conteo y el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población, Sampieri et al (2004).

Se establece una hipótesis, se diseña un plan para someterla a prueba. Se miden los conceptos incluidos en la ella (variables) y se transforman las mediciones en valores numéricos (datos cuantificables), para analizarse posteriormente, con técnicas estadísticas.

B- Alcance: exploratorio

C- Diseño:

Cuasi-experimental: El método de investigación es un experimento de "campo". El primer requisito de este diseño, es la manipulación intencional de la variable independiente (v.i.), supuesta causa en la relación

entre variables. Es la condición antecedente; el efecto provocado por dicha causa se denomina variable dependiente (v.d.). Este experimento se lleva a cabo, para analizar si las v.i. afectan a una o más v.d., y por qué lo hacen.

D- Población: Los alumnos del cuarto año (último año) del Profesorado de Matemática del IES 9-002, correspondientes, que han cursado los espacios curriculares: “Modelos Matemáticos” y “Métodos Numéricos”.

E- Muestra: Los alumnos del cuarto año (último año) del Profesorado de Matemática del IES 9-002, de los ciclos 2016 - 2017, que han cursado los espacios curriculares: “Modelos Matemáticos” y “Métodos Numéricos”. Muestra no probabilística de sujetos tipos (la muestra “no probabilística” no es característica de un estudio cuantitativo), ya que el objetivo de la investigación es la calidad de información acerca del método DSA, y no la cantidad ni la estandarización.

F- Variables y control de las mismas:
Como variables destacamos:

- a) La valoración de los estudiantes respecto del método DSA.
- b) Utilización de los MM para favorecer el aprendizaje de las ciencias

A continuación, se definirán las variables:

a) Valoración de los estudiantes respecto del método DSA:

a1-) Valoración de los estudiantes

Definición conceptual: Es un procedimiento que se utiliza para la obtención de la información sobre el proceso de aprendizaje. Es intencional, estructurada, focalizada sobre determinados aspectos y participativa. Se realiza a través de una escala de calificación apreciativa definida por Muñoz (2010), que completan los estudiantes.

Definición operativa: Estimación, evaluación, lista de control graduada.

a2-) Respecto del método DSA

Definición conceptual: Jay Forrester (1998) define a la DS como una perspectiva que combina teoría, método y filosofía para analizar el comportamiento de los sistemas, bajo una perspectiva global y con una visión que muestra su dinámica temporal. Por otra parte, estos sistemas pueden ser adaptados a una visión particular, con herramientas de análisis propias. Realizando una visión en retrospectiva, a manera de realimentación, se propone acomodar los escenarios, para atenuar los efectos de los cambios. De modo que la DSA, toma la DS, a la cual se le agregan estrategias que permitan predecir y corregir al sistema, atenuando así las diferencias, Reyes Meleán, Jimenes (2006).

Definición operativa: interacción de los elementos, percepción global, visión retrospectiva, escalabilidad.

b) Utilización de los MM para favorecer el aprendizaje de las ciencias

b1-) Definición conceptual: aplicar conceptos inherentes a los Modelos Matemáticos a través de la DSA. Ésta disciplina se usa en el estudio de sistemas complejos y dinámicos, Chamizo (2010). Motiva a los estudiantes a convertirse en usuarios críticos de modelos. Los alumnos deben respetar la complejidad y variedad de la vida real y examinar soluciones sencillas a problemas complejos. Se enfatiza el desarrollo individual y la diversidad.

Definición operativa: mediante la observación e identificación de los patrones apropiados del elemento presentado. Capacidad de interpretar modelos, y de adaptar modelos a las situaciones reales propuestas (a través de ella se brinda una solución sencilla a problemas complejos)

b2-) Favorecer el aprendizaje de las ciencias

Definición conceptual: como sinónimo del aprendizaje. La definición del IDEAD (Instituto de Educación a distancia) de la Universidad de Tolima, “Adquisición de competencias para enfrentar la vida diaria con iniciativa y creatividad en la solución de los problemas” IDEAD (2008).

Definición operativa: como conocimiento práctico que requiere un conocimiento teórico. Conocimiento teórico de la ciencia objeto de estudio. Destrezas motrices. Capacidad Creativa. Funcionalidad de los conocimientos

G- Escalabilidad: El pensamiento sistémico, posibilita incorporar nuevas estrategias. Para este caso particular, provienen de las áreas de, Imagen Computacional, Metrología Visual, Simulación y Visión Retrospectiva. Las herramientas citadas, permiten la extracción del conocimiento desde un prototipo tecnológico, como se verá más adelante...

H- Instrumentos de recogida de datos

Se trata de una encuesta personal (realizando el cuestionario cara a cara). La misma contiene una escala de calificación apreciativa. Para instancias de evaluación sumativa o final, se deben asignar a cada nivel de apreciación (aspecto focalizado) los puntajes correspondientes.

I- Procedimiento

La apropiación de conocimientos se refiere al método aplicado para la comprensión de MM por parte de los estudiantes del IES 9 002. Cabe consignar que los educandos que participarán en el experimento, no poseen experiencia previa en DSA.

Las características del método sistémico se exponen en la tabla 1, de acuerdo a lo expresado por De Rosnay (1977).

Tabla 1: Características sistémicas según De Rosnay

Enfoque sistémico

Se concentra sobre las interacciones de los elementos (Relaciona).
 Considera los efectos de las interacciones.
 Se basa en la percepción global.
 Modifica simultáneamente grupos de variables.
 Integra duración e irreversibilidad.
 La validación se realiza por comparación del funcionamiento del modelo con la realidad.
 Modelos insuficientemente rigurosos pero útiles en la decisión y en la acción.
 Enfoque eficaz cuando las interacciones son no lineales y fuertes.
 Conduce a una enseñanza pluridisciplinaria.
 Conduce a una acción por objetivos, detalles borrosos.

J- Tema de estudio: en la siguiente tabla se propone una secuencia estructural de pasos:

Tabla 2: Secuencia para la resolución de problemas

Ítems	significaciones destacables
Problema	
Formulación	Análisis estructural Análisis de datos y posterior clasificación Análisis de información obtenida
Exploración	Análisis exploratorio Análisis de viabilidad Visión prospectiva Visión en retrospectiva
Comprensión 1	Estudio de situación
Comprensión 2	Simulación de modelos
Concepción	Creatividad
Evaluación	Técnicas evaluativas
Interpretación	Análisis de sensibilidad Tratamiento de incertidumbres
Selección	Análisis multi - criterio
Solución	

3. Resultados y Discusión

Los datos evaluados han sido registrados durante estos dos últimos años. En estos se destaca una información relevante en cuanto al aprendizaje.

La elección de esta metodología está basada, en que la DSA parece ser una metodología promisoriosa, debido a la naturaleza descriptiva de las relaciones entre diferentes elementos, cambios en el tiempo, así como causas y efectos relacionados con sucesos pasados,

presentes y futuros. Además, que puede proveer una base sólida para ser transferida a diferentes campos de estudio o a diferentes sucesos, dentro del mismo campo.

Se considera que este trabajo, explora un proceso creativo, que busca convertirse en una herramienta disponible, para que el estudiante aprenda a utilizar los MM.

Se reconoce la escalabilidad de la DS como propiedad notable, de tal manera que los recursos que se administren ocupen un lugar importante en lo que respecta al método propuesto. A esta capacidad, le sigue la adaptación de los recursos eventualmente usados. Esto último, está sujeto a las intenciones y acciones que ejecuten las personas para lograrlo; las que, en forma metódica, son el resultado del pasaje por diferentes fases de la DS, las cuales se las puede encuadrar en:

- a) Una visión prospectiva: que atiende al tipo de recurso elegido, a su especificidad y a las estrategias adoptadas.
- b) Una visión retrospectiva: que aporta nueva información a la secuencia de fases elegidas hasta llegar al objetivo propuesto.
- c) Un modelamiento funcional que se apoya en las fases anteriores, posibilita en modo ideal, una síntesis de ciertos aspectos notables referente a la naturaleza del sistema que está bajo estudio
- d) Una simulación, como fase final a la modelización, que recrea en el tiempo, aspectos de la naturaleza del sistema en estudio.

La modelización constituye una competencia de innegable utilidad práctica. El diseño en particular, es una actividad que se apoya en la relación entre el mundo físico o conceptual extra-matemático con los entes abstractos de la matemática, considerando las formas y estructuras que prevén comportamientos. Como se esquematiza en la Figura 1.

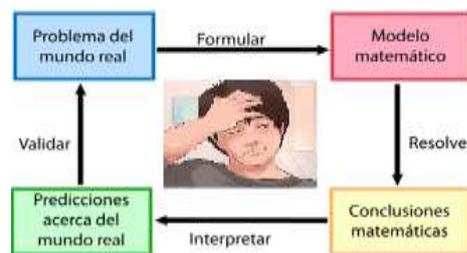


Figura 1. Interpretación de la realidad a través del comportamiento

El uso de los modelos (matemáticos y no matemáticos), da cuenta de las relaciones entre los campos de conocimientos propios a su proceso formativo. La modelación resulta necesaria para reconocer las problemáticas del contexto y las necesidades de formación en el campo profesional,

para luego articularlas con conocimientos matemáticos, como muestra la Figura 2.

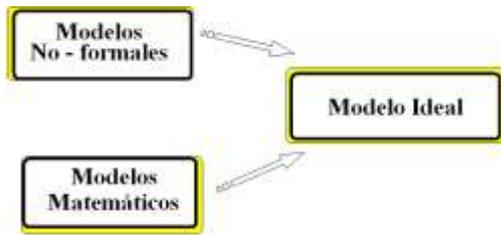


Figura 2. Obtención de un modelo ideal a partir de los modelos anteriores

Se destaca dos resultados de la modelación:

- comunicar el conocimiento; esta orientación de la matemática tiene que ver con esas relaciones establecidas con las otras ciencias.
- proceso gestor de cambios y contextualización ejercida por el profesional; representa una filosofía de trabajo que se mueve en dos sentidos: de la realidad hacia el modelo y de éste hacia la realidad. Los modelos matemáticos productos de este proceso, son adecuados si ellos describen, explican y predicen con cierta exactitud, los efectos del fenómeno real presentado, Road Maps (2000), Wheat (2007).

La contextualización de la modelación matemática, el diseño en ingeniería y los aspectos relacionados entre dichos conceptos, generan algunas reflexiones y ciertas propuestas procedimentales, en relación con el diseño de experiencias didácticas, planteadas a través de ejemplos específicos.

Acercándonos al ejemplo, es importante retomar que una de las premisas de la DS; buscar el reconocimiento de patrones en cualquier ciencia.

Una imagen, como producto tecnológico, puede ser abordada desde distintas ciencias según su contenido, en este caso, se analiza esta representación digital, desde estudios inscritos en la Matemática. Se observa un solo elemento: la imagen, cuyo propósito original puede ser alterado. Es decir, esta representación gráfica concebida originalmente como un “registro”, se convierte en un elemento activo de apropiación de conocimientos (sistema). El producto tecnológico es expuesto como un resultado digital de datos que, mediante criterios adecuados, se transforma en información aprovechable, medible, y ponderada con las ideas emergentes (juicios o conclusiones) y cuya síntesis configura un modelo. El tratamiento descripto, posibilita inferir un conocimiento del sistema y establecer a priori, un análisis prospectivo a partir de éste. El modelo expresado (ME), constituye una formación escalable del sistema original indicado. A partir del nuevo sistema, se puede llevar a cabo un segundo análisis de carácter retrospectivo, que puede

agregar nueva información a la existente en el punto de partida, que modifica el conocimiento primigenio obtenido. El desarrollo de estos saberes, llega a un punto máximo, establecido por la naturaleza del sistema seleccionado. La relación entre datos, información y conocimiento puede analizarse a partir de la Figura 3.

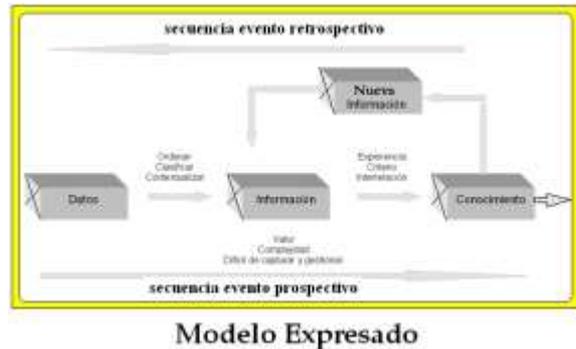


Figura 3. Secuencia directa e inversa para inferir un conocimiento acerca del sistema

El uso de técnicas de simulación basada en la DSA y en particular, aplicada en la Metrología Visual (MV), tiene el propósito de aumentar el potencial de los estudiantes en la construcción de esquemas que combinan la riqueza descriptiva de los modelos verbales, con el rigor formal de los modelos matemáticos más abstractos.

El objetivo en MV es estimar distancias entre los objetos y tamaños de éstos, a partir de sus imágenes. La Metrología consiste en el estudio científico de la medición y los algoritmos que aspiran automatizar el proceso

En este caso en particular, se comenzará con la descripción y medición de la una superficie foliar. Para ello, se desarrollan técnicas propias de campos de estudio de la Morfología Vegetal (en sentido amplio, se entiende como el estudio de la estructura y forma de las plantas). Legorburo Serra (2005), Fernández et al (2010), Nacif, et al (2017).

La secuencia de esta investigación, comienza en la realidad, desde el sistema bajo estudio (SBE inicial), hacia el MM. Luego se llega a la fase que constituye el proceso formativo, en la que se extraen ideas notables, conceptos. Se establecen analogías, se comparan con las estructuras matemáticas estándares. Se generan criterios de mediciones. Se desarrollan ideas emergentes, etc., para finalmente, lograr un modelo y vincularlo a la realidad nueva (SBE objetivo).

Esta fase constituye el crisol en donde las ideas individuales y las grupales permiten avanzar desde un primitivo ME a un modelo consensuado. En la fase siguiente, tiene lugar la formación y concreción de un Modelo Conceptual o Científico, que se forma al

contrastar un conjunto de observaciones con una realidad conocida. La validación se produce cuando el Modelo Numérico basado en esa realidad conocida, es capaz de reproducir también el conjunto de observaciones.

Los Modelos Científicos reales se forman con MM, estos determinan el conjunto de ecuaciones que gobiernan al sistema que se estudia y del cual se tienen observaciones metódicas. El propósito es encontrar soluciones analíticas a esas ecuaciones, para validarlas, con el fin de posibilitar su uso (p. ej., la predicción del comportamiento del sistema, partiendo de un conjunto de parámetros y condiciones iniciales).

El SBE inicial es una imagen digital muy sencilla, una hoja de vid, Nacif, et al (2017) y Gonzalez Sánchez (2012) que se aprecia mediante una inspección visual. Mediante un proceso de cómputo, se transforma la imagen en una serie de datos, los cuales, mediante algoritmos adecuados, obtienen cierta información. Ver figura 4.

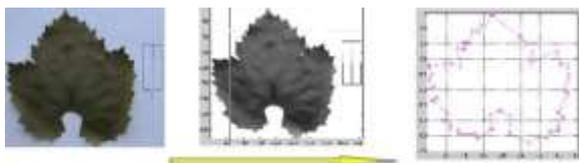


Figura 4. Secuencia de procesamiento de imagen. De los datos a la información. Se sintetiza la imagen, a través de la identificación de patrones, es decir el esquema que contiene los rasgos principales del SBE inicial.

Parte de esta información se utilizará, para establecer un análisis geométrico adecuado, que interpreta el área de una superficie amorfa y el perímetro de su forma. En esta imagen, el cálculo de su superficie y del perímetro mencionado, constituyen la fase inicial para desarrollar los parámetros geométricos que propiamente interpretados, con un análisis prospectivo (mediante técnicas y conocimientos adaptados), culminarán en la descripción de un nuevo modelo geométrico, que servirá para emular las características notadas y buscadas en un viñedo, desde sus imágenes digitales.

Entre el SBE inicial y el SBE objetivo, se lleva a cabo el proceso del aprendizaje (estructural), que posibilita la reinterpretación (coyuntural) de las ciencias en un escenario práctico. Durante el aprendizaje, se destacan procesos de transformación del conocimiento, adaptación; que se encuentran dentro de diferentes contextos. Ver Figuras 5 y 6.



Figura 5. Describe la captura de diferentes planos imágenes de un viñedo (SBE objetivo)

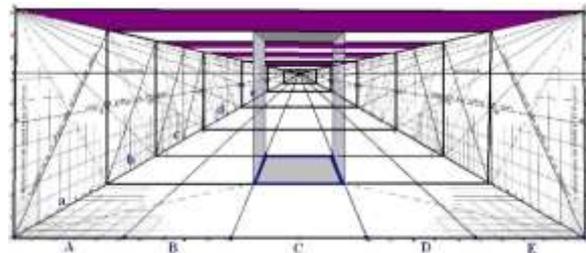


Figura 6. Imagen en geometría perspectiva, plantilla utilizada sobre la imagen de profundidad del viñedo.

El trabajo pretende mostrar el funcionamiento de un producto tecnológico (la imagen digital) y a través de él, inferir en forma organizada, el conocimiento de su conformación. Además, se codificará dicho conocimiento, para que pueda ser procesado, impartido y recreado, mediante el uso de las estrategias propias de la DSA. Los datos obtenidos son presentados en la tabla 3. Observe que en esta se destacan 6 niveles de valoración. El concepto de óptimo se lo relacionó como el que es el mejor de su clase o tipo, para significar como excelente al que es el mejor del mejor.

Tabla 3: Primer registro de valores de la encuesta dada a los alumnos

Pautas de evaluación pedagógicas	Valor	Escala de valoración
Integración de las matemáticas con otras áreas del conocimiento	5	1 → Malo 2 → Regular
Interés por las matemáticas frente a su aplicabilidad	3	3 → Bueno 4 → Muy Bueno
Capacidad para leer, interpretar, formular y resolver situaciones-problemas	4	5 → Óptima 6 → Excelente
Estimular la creatividad en la formulación y resolución de problemas	4	
Propicia la habilidad en el uso de la tecnología (calculadora gráfica, computadoras, etc.)	4	
Captación sinóptica del rango de valores que puede adoptar la solución de un problema	3	

Justificación del uso de la DSA

El construir cosas, constituye definitivamente una capacidad que pueden desarrollar todos. Por ejemplo, en un plano, en el cual se boceta al objeto terminado (esquema desfragmentado), se observa su fragmentación en unidades; o el caso de diagramas explotados de un dispositivo en sus piezas y partes. Para su comprensión, posteriormente, tiene lugar un proceso holístico en términos prácticos, una operación de construcción de piezas reales, que permite entenderlo como un todo.

Como aporte ilustrativo se trae a este contexto aquellos fantásticos juegos de ingenio, para niños y adultos, que construyen objetos, como es el caso del famoso LEGO, el legendario Mecano, u otros similares, con piezas unitarias dotadas de pequeños imanes, etc. Este sistema de bloques, se da también en el modelismo aeronáutico, naval, ferroviario, automotriz, en su versión moderna con radio control con sus diferentes niveles de avances; todos constituyen buenos ejemplos de edificación, siendo la ilusión de lograr el producto terminado, la motivación que empuja a mirar aún más allá. La visualización de partes y componentes de un objeto, gracias al despiece mediante el dibujo. Esta herramienta ha representado, una poderosa manera de entender cómo funcionan las cosas. En este sentido, construir desde temprana edad, conlleva una gigantesca y esperanzadora imagen de manos y mente capaces de edificar el futuro. Si a esta idea primigenia se le suma el concepto de simulación, el resultado, en términos pedagógicos, puede ser sumamente prometedor.

Estos procesos tienen lugar en los estudiantes, considerados como sujetos de la acción pedagógica. Un esbozo del escenario en que ellos viven, se desarrollan y se forman como profesionales, permitirá conocer el entorno en que un estudiante típico interactúa y al que está dirigido el efecto de estas herramientas. El ambiente es importante, ya que los jóvenes, están inmersos en una sociedad global que configura desde el exterior y el interior, la forma en que aprenden.

Se realiza una descripción de aspectos notables relacionados con el ámbito cercano al educando: la sociedad global, la gestión del conocimiento, el uso de las nuevas tecnologías y por último, el acervo de conocimientos disponibles.

1. En la sociedad global, se pone el acento en los datos, la información, el conocimiento, el aprendizaje y en la diversidad. Este tejido social, se caracteriza entre otros aspectos, por la globalización de los sistemas económicos, políticos y sociales, por una aceleración cada vez mayor de los cambios y por un crecimiento

exponencial de la información, menos estructurada e irrelevante, que se encuentra disponible.

2. La gestión del conocimiento es uno de los procesos fundamentales en la sociedad actual. Ella trata de conocer y aprovechar el beneficio colectivo que se obtiene de una labor, a partir del capital intelectual de los miembros del conjunto. Pero el conocimiento que se maneja es muy sesgado, ya que se destaca lo utilitario y momentáneo.
3. El uso de nuevas tecnologías, por sí mismo, no implica un cambio en el modo de realizar las labores usuales. Sólo mediante un criterio adecuado, se puede lograr un cambio de paradigma socioeducativo en las personas que han de desarrollar esas labores, cuando se sienten parte de la transformación. La tecnología se define como el conjunto de: herramientas hechas por el hombre, como los medios eficientes para un fin o como el conjunto de artefactos materiales. Pero, con una mirada genérica y más profunda, se puede manifestar que la misma se nutre de los aprendizajes de las ciencias y también de prácticas instrumentales, como la creación, fabricación, el uso de los medios y las máquinas. Incluye el conjunto de desarrollos técnicos productivos y creativos. Y por último, está íntimamente conectada con las necesidades institucionales y los fines previstos a los cuales las tecnologías sirven.
4. La cantidad de conocimientos acumulados por cada área del saber y la secuencia para poder apropiarse de éstos, implica esfuerzos muy grandes de índole física, mental y temporal.

Por lo expresado, el conocimiento como factor común, se erige como un bien de gran valor estratégico, en la búsqueda constante de nuevas formas de generar, gestionar, controlar dicho conocimiento. Para ello, se construyen sistematizaciones conceptuales, que dan cuenta de los procesos de reflexión, análisis, construcción de saberes y en el caso de la Tecnología como aplicación de la Ciencia, se acentúa el trabajo "in situ", dando legitimación y puesta en valor a este tipo de saberes. Lo que resulta interesante la incorporación en las aulas, aquellos temas que emergen de estas prácticas.

En general, en el campo de la educación, la DS ha sido utilizada como una herramienta que facilita el desempeño de los estudiantes en situaciones ficticias parecidas a las reales, en las que pueden tomar decisiones, sin temor a equivocarse. Se podría destacar en particular, la estructura y potencial del ejemplo previamente mencionado; poniendo de relieve las capacidades de adaptabilidad por medio de la escalabilidad de la DS. Estas capacidades posibilitan incorporar estrategias o recursos (adaptabilidad) provenientes de varias áreas:

Metrología Visual, Simulación, Método del Diseño y Visión Retrospectiva, entre otras.

Con la mirada en los alumnos, la generación de conocimiento grupal, es algo diferente a la creación de conocimiento individual. Esta visión ayudará a entender el impacto potencial de los flujos de conocimiento. En términos concretos, el conocimiento es desarrollado sólo por los individuos. En un grupo u organización, no se puede generar conocimiento sin individuos. El hecho de reunir o agrupar a los alumnos, posibilita y potencia, mediante la herramienta propuesta, el desarrollo de la creatividad individual. En este sentido, el contexto contribuye a que los estudiantes acrisolen de un modo particular los conocimientos de las ciencias de base, además, generen conocimientos asociados a éstas. De este modo, el alumno no se convierte en un espectador del conocimiento, sino que participa en él. Por lo tanto, la generación de este tipo de conocimiento, operado por la DSA, constituye el proceso que amplifica el saber generado por los individuos.

El dispositivo tecnológico (DT), como herramienta didáctica, aparece en las imágenes digitales seleccionadas, que representan una gran cantidad de datos de información de luz, pero que debidamente interpretados, éstos proporcionan información de formas, distancias, características de composición del sistema, descripción de un escenario, etc. Estas características cobran importancia según la apreciación subjetiva. Por lo que el objetivo es destacar, seleccionar y utilizar aquellas imágenes digitales (dispositivo tecnológico de uso determinado) empleadas como herramientas didácticas, y convertirlas en un elemento conceptual (aquél que reúne conceptos de muchas ciencias, aplicable con criterios de integración de las diferentes áreas del conocimiento).

Tabla 4: Segundo registro de valores de la encuesta dada a los alumnos

Pautas de evaluación sobre la DSA	Valor	Escala de valoración
¿El DT seleccionado fue una herramienta didáctica adecuada?	4	1 → Malo 2 → Regular 3 → Bueno
¿Hay adaptación de la teoría al entorno de aprendizaje?	5	4 → Muy Bueno
¿Desarrolló tu capacidad de observación?	4	5 → Óptimo 6 → Excelente
¿Te permitió organizar tu conocimiento?	5	
¿Pudiste trabajar en forma flexible? (lo puesto a la rigidez, a la incapacidad de modificar comportamientos y generar nuevas respuestas frente al cambio y a situaciones novedosas).	3	

La propuesta te permitió realizar un trabajo interdisciplinario? Es decir, manejar distintas áreas de conocimiento.	3	
Tu forma de pensar te llevó a alternar entre el método y el caos (uso deliberado de estrategias).	2	
En la tarea se combinaron momentos de reflexión individual con pensamiento grupal.	5	
Lograste Productividad? Se refiere a la cantidad de respuestas y soluciones dadas por el sujeto ante una situación.	3	
¿Estás conforme con el proceso de Elaboración? En relación con la organización de la información. Se valora positivamente tu capacidad de para expresarse con la mayor precisión posible.	3	
¿Pudiste realizar procesos de Análisis? Como capacidad para descomponer o fragmentar mentalmente una realidad en sus partes. El análisis suele centrarse en la facultad para distinguir y diferenciar unos conceptos de otros.	3	
¿Pudiste desarrollar habilidades de Síntesis? Esto se relaciona con la capacidad de elaborar esquemas, organizar la información y extraer los rasgos más valiosos.	3	
Tuviste momentos creativos? Es decir, a partir del conocimiento dado generar nuevos conocimientos, estrategias, etc.	3	
¿El trabajo incrementó tu apertura mental? Se refiere al desarrollo de habilidades para afrontar retos y resolverlos, buscando la mayor cantidad de alternativas posibles.	4	
¿Pudiste desarrollar la capacidad de interactuar para resolver problemas?: Empatía para percibir y descubrir situaciones difíciles y problemáticas. Cada persona trata de encontrar la mejor solución posible.	5	
¿Pudiste aplicar el conocimiento ante situaciones emergentes? (Redefinición): Capacidad de encontrar, funciones,	2	

aplicaciones y definiciones diferentes a las habituales. Atribuir funciones y fines que no eran inicialmente los previstos o los que contribuyeron a elaborar el objeto		
¿Considera que tu sentido común se fue desarrollando en el transcurso de este período?.	3	
¿Los factores inesperados, fueron relevantes para el proceso?	3	
Con una mirada hacia atrás (en retrospectiva) ¿puedes trazar el camino de tu aprendizaje?	4	
¿Consideras, que los resultados de tu labor fueron originales?	4	

4. Conclusiones

Respecto de la hipótesis: El uso del método de DSA en la aplicación de MM, mejora el aprendizaje de la ciencia, se establecerán las conclusiones del presente estudio.

A- Apropriación de conocimientos respecto a la DSA

Esta evaluación se realiza contrastando los resultados con las características sistémicas establecidas por De Rosnay (hoja 4).

Conclusión (1) “se concentra sobre la interacciones de los elementos” (relaciona)

-Los alumnos registraron óptima adaptación de la teoría al entorno del aprendizaje. Como así también en la organización del conocimiento.

Conclusión (2) “se basa en considerar los efectos de las interacciones”.

-Obtuvieron óptima puntuación en la integración de las matemáticas con otras áreas del conocimiento

Conclusión (3) “se basa en la percepción global”.

-En muy buena medida pudieron trazar el camino de su aprendizaje; así como también desarrollar habilidades de síntesis (incremento de la capacidad de elaborar esquemas, organizar la información y extraer los rasgos más valiosos).

Conclusión (4): “integra duración e irreversibilidad”.

-Lograron un resultado regular en la alternancia entre el método y el caos (uso deliberado de estrategias).

Conclusión (5) “respecto del método sistémico como herramienta didáctica”.

-Los alumnos consideraron que el adecuado desde el punto de vista didáctico y sobre todo par a exponer los beneficios de la Dinámica de Sistema Adaptada

B – Logro de la resolución de problemas a través de MM

Conclusión (1) Lograron muy buen nivel en su capacidad para leer interpretar, formular y resolver situaciones problemas. Al igual que en su capacidad de creatividad utilizada para la resolución de problemas. Muy buenos valores se **alcanzaron en las habilidades en el uso de la tecnología (calculadora gráfica, computadora, etc)**. Como así también, en la obtención de resultados originales

Conclusión (2) Se logró un resultado regular en el desarrollo en la capacidad de expresión y habilidades de comunicación como así también en la aplicación del conocimiento ante situaciones emergentes.

Conclusión general.

Los estudiantes tuvieron buenos logros en el proceso matemático para la resolución de problemas, utilizando la tecnología disponible.

Destacaron la originalidad en sus resultados.

Respecto del método sistémico descollaron en la interacción de los elementos y en sus efectos

Pudieron desarrollar su percepción global. No lograron buenos resultados en la combinación entre el método y el uso deliberado de estrategias.

De acuerdo con los resultados alcanzados, se valida la hipótesis.

5. Referencias

Forrester, J. W. (1998)., *Diseñando el futuro*, Universidad de Sevilla. Recuperado de <http://es.geocities.com/hlzamorano/pp2-23.pdf>

Forrester, J. (1992). *La dinámica de sistemas y el aprendizaje del alumno*. Recuperado de <http://dinamica-sistemas.mty.ite>

Aquiles Gay. (1996).*Serie Educación Tecnológica*. Buenos Aires: Ediciones tec.mx/roadmaps/pdf/RM1/Aprendizaje.pdf
Creative Learning Exchange (2008). Recuperada el 13 de agosto de 2008 en <http://www.clexchange.org/>

Aquiles Gay. (1996).*Serie Educación Tecnológica*. Buenos Aires: Ediciones tec.
http://dinamicasistemas.utralca.cl/Revista/Vol3Num2/Cruz_Historia_2007_2.pdf

EMPIRIA. Revista de Metodología de las Ciencias Sociales ISSN: 1139-5737
<http://www.fao.org/docrep/w7452s/w7452s07.htm#TopOfPage>

Arnaldo Mendible (UNEFA) José Ortiz (UC CAMPUS LA MORITA, UCNA) *Modelización Matemática en la Formación de Ingenieros. La importancia del Contexto.* Revista Educación Matemática en las Américas. Enseñanza de la Matemática Vols 12 al 16; N°Extraordinario; 2003 – 2007, pp 133-150.

Cipriano Cruz (2010) *La Enseñanza de la Modelización Matemática en Ingeniería* – Universidad Central de Venezuela / Universidad Metropolitana. Caracas. Venezuela. Revista de la Facultad de Ingeniería UCV Vol 25, N°3, pp 39-46,2010.

Barón, M.(2008).*Enseñar y aprender tecnología. Propuestas didácticas desde la Teoría de Sistemas. Proyectos tecnológicos y modelos de compresión y representación real.* Buenos Aires: Novedades educativas.

IDEAD (2008). Página del Instituto de Educación a Distancia de la Universidad de Tolima. Recuperado el 28 de octubre de 2008 de http://correo.umanizales.edu.co/tesis/PedAcdh/mp_id_ead_ut/analisis_percepciones_aprendizaje.htm

Mautino, J.M. (2008). *Didáctica de la educación tecnológica.¿Cómo aprender?¿Cómo enseñar?.* Buenos Aires: Bonum.

Lopez, L.L. (2015).*El uso de la Dinámica de Sistemas como método de enseñanza de tecnología en el nivel medio del departamento de Luján de Cuyo (Mendoza-Argentina) .* Universidad de Jaén. Facultad de Humanidades y Ciencias de la educación. Departamento de Pedagogía.

Road Maps (2000). Recuperado el 23 de julio de 2008 en <http://sysdyn.clexchange.org/road-maps/home.html>.

Sampieri, R., Collado, C., Baptista Lucio, P. (2004).*Metodología de la Investigación.* (3a. ed.).México: Mc Graw Hill.

De Rosnay, J. (1977). *El macroscopio: hacia una visión global.* Madrid: AC, D.L.

Wheat, I (2007). *The Feedback Method : A System Dynamics Approach to Teaching Macroeconomics.* Tesis doctoral. Universidad de Bergen.

Christian Fernando Reyes Meleán Ingeniero de Sistemas Grupo CCT CV. Universidad Politécnica de Valencia Departamento de Organización y Empresas chreme@doctor.upv.es
<http://www.upct.es/~economia/PUBLIINO/LO%20PROCESOS%20DE%20CREACION%20>

ODEL%20CONOCIMIENTO-%20EL%20APRENDIZA.pdf

Legorburo Serra, A (2005). “*Estimación del área foliar en Vitis vinífera L.*” Tesis Doctoral. Universidad de Castilla. Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria.

Jiménez, E., Reyes, L., García, A (2006). *Algunas consideraciones sobre la Ingeniería Inversa,* Informe Interno de Investigación, Centro de Tecnología Avanzada de ITESCA, Red Alfa, Sonora, México, 2006, ISBN: 970-9895-12-5.

Fernández, M.E.; Gyenge, J, (2010). “*Técnicas de Medición en Ecofisiología Vegetal: Conceptos y Procedimientos*”. CONICET – INTA EEA Bariloche. San Carlos de Bariloche.

Nacif D H., Remuñán J D., (2017). *Procesamiento de imágenes: cálculo del área de una superficie irregular (hoja de vid).* Publicada en las memorias 14/03/2017. IX Congreso Iberoamericano de Educación Científica y 1er seminario de inclusión Educativa y Sociodigital

Muñoz,E. (2010) *Talleres para la construcción de instrumentos evaluativos en educación.* Santiago de CHILE: Bibliográfica Internacional.

Cabezas-Gutiérrez, M.; Peña, F.; Duarte, H.W.; Colorado, J. F.; Lora Silva, R, (2009). “*Un Modelo para la estimación de área foliar en tres especies forestales de forma no destructiva*”. Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica 12 (1): 121-130, 2009.

González Sánchez, C. Y, (2012). “*Aproximación de superficies desarrollables con splines de conos circulares*” Tesis de Magister en Ciencias Matemáticas, Universidad Nacional de Colombia, 2012.

José Antonio Chamizo, (2010) -*Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias* Facultad de Química- Universidad Nacional Autónoma de México - rev. Eureka enseñ. Divul. Cien., 2010, 7(1), pp. 26-41 fundamentos y líneas de trabajo - jchamizo@servidor.unam.mx

Sandra Oviedo; Alfredo Leiva ; Daniel Díaz ; Raymundo Forradellas, (2013) - *DINÁMICA DE SISTEMAS: MODELADO FLEXIBLE EN LOGÍSTICA INVERSA* - Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, Florianópolis, SC, Brasil, v. 5, n. 10, p. 84-98, 2013.

24TCE. Implementación de nuevos instrumento tecnológicos (apps) en el proceso de enseñanza del cálculo estructural

Implementation of new technological tools (apps) in the process of teaching structural calculation

Amilcar Pedro Orazzi.

1. Universidad nacional de La Plata. Avda. 7 n°877. Mail de contacto: estructurarte2112@hotmail.com

Resumen

La presente experiencia se enmarca en la corriente educativa planteada por Howard Rheingold y Marc Prensky. Nos encuadramos en lo planteado por Rheingold (2002) cuando se refiere a la evolución de las nuevas tecnologías en las últimas décadas y observa que entorno a éstas se han desarrollado organizaciones colectivas espontáneas, virtuales e inteligentes; y a partir de esa realidad han aparecido nuevos usos de la tecnología en el campo de la educación, con el diseño de estrategias pedagógicas para integrar a los nuevos medios -entre ellos, la telefonía móvil- en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En tanto Prensky (2012) plantea propuestas específicas sobre la educación en la era digital, propugnando que los docentes cambien su pedagogía de manera que sean más eficaces para los estudiantes del siglo XXI, en lo cual también comulgamos.

El objetivo de la Cátedra de Estructuras es tener una mayor gestión sobre las regularidades funcionales de las situaciones de enseñanza y brindar a este proceso de nuevos enfoques y formas que nos brindan las nuevas tecnologías, en este caso particular la utilización de las aplicaciones para dispositivos de comunicación móviles como herramienta didáctica.

En esta ponencia presentamos el planteo de la Cátedra en diseñar una propuesta superadora planificando estrategias metodológicas afines y reformulando las prácticas educativas para la implementación de las aplicaciones Mal math y Math Helper Lite en las actividades áulicas, para la resolución de problemáticas que conjugan el diseño arquitectónico, las estructuras y la matemática donde podemos encontrar resolución de derivadas, integrales, funciones, sistema de ecuaciones y geometría en los cálculos estructurales y de materiales.

Las actividades a presentar en esta ponencia son dos, la primera es la utilización de la aplicación Mal Math como herramienta asistente para la resolución de una tenso estructura en donde por medio de la aplicación vamos a calcular el ángulo de inclinación de la viga de arriostramiento, la longitud de la cuerda, la tensión máxima a la cual está sometido el cable y el área mínima de dicho cable.

La segunda actividad consiste en la utilización de la aplicación Math Helper Lite para la resolución de un ejercicio asociado con la dosificación de un hormigón que posee 3 variables (cantidad de agua, aglomerante y áridos), para lo cual se plantea un sistema de 3 ecuaciones con 3 incógnitas, y la obtención de las cantidades de cada uno de los componentes será obtenida por medio del uso de la aplicación.

Palabras clave: implementación, instrumentos, apps, estructuras.

Abstract

The present document presents the detailed instructions for the edition of the manuscripts submitted to the CLICAP. The abstract should be no longer than 200 words.

The present experience is framed in the educational current posed by Howard Rheingold and Marc Prensky. We are in agreement with Rheingold (2002) when he refers to the evolution of new technologies in the last decades and observes that spontaneous, virtual and intelligent collective organizations have developed around them; and from that reality have appeared new uses of technology in the field of education, with the design of pedagogical strategies to integrate the new media, among them, mobile telephony, in the teaching-learning processes.

While Prensky (2012) proposes specific proposals on education in the digital age, advocating that teachers change their pedagogy in a way that will be more effective for students of the 21st century, in which we also take communion. The objective of the Chair of Structures is to have a greater management over the functional regularities of teaching situations and to provide to this process new approaches and forms that new technologies offer us, in this particular case the use of applications for devices mobile communication as a didactic tool.

In this paper we present the proposal of the Chair in designing an overcoming proposal by planning related methodological strategies and reformulating the educational practices for the implementation of the applications Mal math and Math Helper Lite in the aulic activities, for the resolution of problems that conjugate the architectural design , structures and mathematics where we can find resolution of derivatives, integrals, functions, system of equations and geometry in structural and material calculations.

The activities to be presented in this paper are two, the first is the use of the Mal Math application as an assistant tool for the resolution of a tense structure where by means of the application we will calculate the angle of inclination of the bracing beam, the length of the rope, the maximum tension to which the rope is subjected and the minimum area of the rope.

The second activity consists in the use of the Math Helper Lite application for the resolution of an exercise associated with the dosing of a concrete that has 3 variables (quantity of water, binder and aggregates), for which a system of 3 equations with 3 unknowns, and obtaining the quantities of each of the components will be obtained through the use of the application.

Keywords: implementation, instruments, apps, structures

1.- Introducción

El objetivo es tener una mayor gestión sobre las regularidades funcionales de las situaciones de enseñanza y dotar a la enseñanza y el aprendizaje de nuevos enfoques y formas con la utilización de elementos que nos brindan las nuevas tecnologías, en este caso particular la utilización de Apps de dispositivos de comunicación móviles como herramienta didáctica.

La Cátedra Matemática a instrumentado a lo largo de estos últimos años la incorporación de dispositivos de comunicación móviles para la realización de actividades que van desde trabajos prácticos hasta seminarios, en esta ponencia en particular vamos a hacer referencia a dos actividades prácticas, una con la app mal math y la otra con la app math helper.

En la utilización de las Apps es el alumno quien construye el conocimiento a partir de las herramientas y pautas dadas por el profesor. Toda situación didáctica comprende la intervención del profesor sobre la dupla alumno-medio con el objeto de hacer funcionar las situaciones didácticas y los aprendizajes que ellas provocan.

2.- Objetivos

- Objetivos generales

. Desarrollo de competencias por parte de los alumnos.

. El uso de las aplicaciones del celular con fines didácticos, incentivando la imaginación, la creatividad y fomentando el adecuado uso dentro del aula.

- Objetivos particulares

. Utilizar la App Mal Math para la resolución de integrales y derivadas como herramienta matemática para el desarrollo del diseño arquitectónico.

. Utilizar la App Math Helper Lite para la resolución de funciones, sistema de ecuaciones, matrices, vectores, geometría, representaciones graficas, límites y teoría de probabilidades como herramienta matemática para el desarrollo del diseño arquitectónico.

3.- Análisis de la estrategia didáctica

Ante la propuesta de utilizar aplicaciones del celular como herramienta educativa, se plantearon los siguientes puntos para hacer una evaluación de la situación: definir al alumnado, su tecnología, sus gustos, usos, costumbres..., pensar en la elección del

dispositivo y del número de dispositivos: tabletas o móviles, propios o no, por grupos o individual, la definición del tiempo de uso y concreción de las acciones curriculares: toda la jornada, por materias, por proyectos, etc. la delimitar el uso en el aula y la participación: cuándo, cómo, qué y quién, y la evaluación: del mismo modo cuándo, cómo, qué y quién.

4.- Fundamentación de la propuesta

La Cátedra de Matemática en el intento de definir las mejores estrategias y técnicas, los recursos más adecuados y las más apropiadas mediaciones para la mayor calidad de la docencia universitaria; se propone reformular las prácticas educativas innovando y experimentando lo que nos hace actuar de una u otra manera como profesionales de la educación superior.

En este caso la innovación está establecida por la utilización de las aplicaciones del celular como elemento didáctico, lo cual ha reformulado las practicas áulicas.

5.- Participación de los alumnos

Parte de los componentes fundamentales de los procesos educativos tienen que ver con el compromiso de los estudiantes.

Su participación y permanencia en los procesos, aunque parezca obvio decirlo, es condición necesaria para su éxito.

Aún más, las motivaciones de los estudiantes y su entusiasmo para ser parte de dichos procesos genera impactos positivos, no sólo en los posibles resultados de aprendizaje y desarrollo de determinadas competencias, sino en el clima de aprendizaje, en las expectativas de los actores y en los resultados de promoción de los estudiantes de un nivel a otro.

Estos procesos generan además dinámicas de cambio en las motivaciones y expectativas de los docentes, las que a su vez se retroalimentan con las de los propios estudiantes, generando el fortalecimiento de los vínculos en la generación de condiciones para el desarrollo de los aprendizajes.

Al incorporar las app en el proceso educativo intentamos que los alumnos se sientan más estimulados a la participación, motivarlos, entusiasmarlos para con esto lograr mejores resultados en el proceso de enseñanza aprendizaje,

6.- Metodología

Son 2 las actividades áulicas que se desarrollaron con las aplicaciones para celulares, la primera con la

aplicación Mal Math y la segunda con la aplicación Math Helper Like.

A continuación desarrollaré cada actividad.

6.1.- Actividad con la aplicación para celular Mal Math

La aplicación Mal Math la vamos a utilizar para resolver integrales y derivadas, en ejercicios planteados dentro de un seminario.

6.1.1.- Protocolo de la actividad áulica

El seminario se realiza en una jornada única, la cual es designada y comunicada a los alumnos con 15 días de anticipación, siendo su asistencia por parte de ellos obligatoria. La cantidad máxima de alumnos por grupo es de 5.

Se requiere que por lo menos se disponga de un celular con la aplicación por grupo.

6.1.2.- Instructivo de descarga

La App Mal Math se descarga de forma libre y gratuita de Play Store.

La Play Store es una plataforma de distribución digital de aplicaciones para los dispositivos, así como una tienda en línea desarrollada y operada por Google.

Esta plataforma permite a los usuarios navegar y descargar aplicaciones, juegos, música, libros, revistas y películas.

En caso que el alumno no haya podido realizarla por motivos de falta de conocimiento sobre el uso del celular, la descarga se realizará en el día del seminario con la asistencia de un docente.

La descarga solo dura unos pocos minutos, y el uso de la aplicación es inmediato.

6.1.3.- Instructivo de uso de la aplicación

Se encuentra designado un docente el cual por medio de un power point, explica que la pantalla del celular se divide en dos partes, la inferior donde se encuentra un teclado numérico, que además posee los símbolos de las distintas funciones, potencias, radicación, logaritmos, etc. y la parte superior que es donde se visualiza lo que uno escribe, esto lo podemos observar en la imagen anterior.

El docente también da varios ejemplos para que el alumno comprenda como es su uso.

6.1.4.- Instructivo de la actividad Áulica

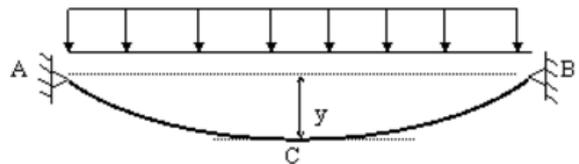
La actividad áulica comprende el desarrollo de ejercicios en donde el alumno parte de la resolución la debe realizar por medio de la aplicación, comprendiendo los temas de integrales y derivadas.

Una vez realizado el cálculo de los ejercicios por medio de la aplicación, se procederá a transcribir cada uno de los pasos de la resolución, agregando imágenes de las distintas etapas del desarrollo, por medio de capturas de pantalla, para ilustrar el uso de la aplicación.

Vamos a citar uno de los ejercicios del seminario, veremos su enunciado y muy brevemente su desarrollo, a los efectos de comprender como se utiliza la aplicación.

Enunciado del ejercicio:

Sabiendo que las vigas de arriostramiento de una tenso estructura se encuentran separadas a una determinada distancia $L= 100$ m, sometidas a una carga uniformemente distribuida $w= 50$ kN/m y conociendo que la tensión admisible del acero es 1800 kN/mm².



Hallar:

- 1.- El ángulo de inclinación de la viga de arriostramiento.
- 2.- La longitud de la cuerda.
- 3.- La tensión máxima a la cual está sometido el cable.
- 4.- El área mínima de dicho cable.

El alumno deberá realizar el cálculo del ángulo de inclinación de la viga de arriostramiento, como la longitud del cable por medio de la utilización de la aplicación.

Para el cálculo del ángulo de inclinación de la viga de arriostramiento se debe realizar la derivada de la función:

$$y = \frac{w \cdot x^2}{2H}$$

Esta derivada es la que el alumno la debe realizar con la aplicación.

Para el cálculo de la longitud de la cuerda deberá realizar la integral.

$$L = \int \sqrt{1 + \left(\frac{w x}{H}\right)^2} dx$$

A título ilustrativo se muestra una imagen de la aplicación con el desarrollo de una integral indefinida

6.1.5.- Evaluación

La evaluación del trabajo se realizará teniendo en cuenta la presentación, el contenido matemático y la destreza en el uso de la aplicación.

6.1.6.- Comentarios sobre la utilización de los conceptos de derivadas e integrales en otras ramas de las ciencias

El conocimiento de derivadas e integrales y la aplicación de esta app no se limitan solo a la utilización del análisis arquitectónico sino que también son aplicables en las distintas ramas de la ingeniería, medicina, economía, etc.

Por ejemplo las derivadas se utilizan en las siguientes ramas de la ingeniería:

Ingeniería electrónica: Estudio de circuitos eléctricos, ley de Ohm, cálculo de consumo eléctrico, etc...

Ingeniería Industrial y Alimenticia: En el caso de industrias alimenticias para la transferencia y desarrollo de modelos matemáticos de cantidad de movimiento, de calor y de masa, cálculos de rendimiento y evaluación de la eficiencia de los procesos.

Ingeniería Química: Determinación de volúmenes, cálculos de cantidad de masa, leyes de los gases ideales, etc.

Ingeniería Civil: Relaciona las ecuaciones de las cargas estáticas con las ecuaciones de corte y de momento flector, ecuación de la elástica de deformación.

Ingeniería en sistemas: Se aplica por sobre todo al diseño de programas que involucren velocidades.

Ingeniería Mecánica y Física: cálculo de inercias, velocidades, aceleraciones, fuerzas externas e internas que actúan en un mecanismo, en la estática, inercia, comportamiento de energía térmica, flujo de calor.

Así podríamos mencionar utilizaciones que se dan a las derivadas en la medicina (muchas de las enfermedades pueden ser descritas por ecuaciones, en las que se estudian el crecimiento de bacterias o

células malignas) o en la economía (la maximización de beneficios y la minimización de costos, optimizaciones).

Las integrales podemos citar en una forma más general que se utilizan es para el cálculo de áreas, volúmenes, ecuación de continuidad, cantidad de movimiento, ecuación de conservación de la energía, longitud de onda, en las distintas ramas de la ingeniería, en la medicina en el estudio de la velocidad de propagación de una enfermedad, velocidad de reacción de un medicamento, tasa de crecimiento poblacional de bacterias, la concentración en determinado tiempo de una mezcla, las fuerzas de los huesos, tensiones y presiones.

6.2.- Actividad con la aplicación para celular Math Helper Like

Esta aplicación se utiliza para resolver sistemas de ecuaciones, vectores, geometría, representaciones gráficas de funciones, etc.

A continuación veremos algunas capturas de pantalla ilustrando las utilidades de esta aplicación.

6.2.1.- Protocolo de la actividad áulica - Instructivo de descarga - Instructivo de uso de la aplicación

El protocolo de la actividad áulica, el instructivo de descarga y de uso de la aplicación es análogo al caso anterior, por lo cual para no ser repetitivo, continuare directamente con el instructivo de la actividad áulica.

6.2.2.- Instructivo de la actividad Áulica

Se utiliza la aplicación Math Helper Like en sistemas de ecuaciones, vectores, geometría, y representaciones gráficas de funciones.

En el ejercicio que se va a mostrar a continuación se va a utilizar la aplicación Math Helper para resolver un sistema de 3 ecuaciones con 3 incógnitas, como comentario previo mencionaré que el ejercicio siguiente como el anterior y los demás del seminario están orientados a un marco arquitectónicos, en este caso vamos a tratar una dosificación de hormigón, en la cual aparecen 3 variables que son las cantidades de agua, aglomerante y áridos, el ejercicio consiste en encontrar las cantidades de cada uno ellos para esa dosificación en particular.

Enunciado del ejercicio:

Se pretende realizar una dosificación en la cual el 60% del agua, mas el 50% del aglomerante, representa el 30% del total de los componentes.

El 20% del agua mas el 60% del aglomerante mas el 60% de los áridos representa la mitad de todos los componentes.

Hay 100 unidades más de aglomerantes que de agua.

Hallar las cantidades respectivas de cada uno de los componentes de la dosificación.

Planteado la aplicación para resolver un sistema de 3 ecuaciones con 3 incógnitas.

A cada variable se le asignara una letra para el planteo de las ecuaciones.

Cantidad de agua -- x

Cantidad de aglomerante – y

Cantidad de áridos -- z

Sistema de ecuaciones.

$$\begin{cases} 3x + 2y - 3z = 0 \\ -3x + y + z = 0 \\ y = x + 100 \end{cases}$$

Resolvemos el sistema de ecuaciones por medio de la aplicación Math Helper, y de esta forma hallamos las cantidades de cada componente.

6.2.3.- Evaluación

La evaluación del trabajo se realizará teniendo en cuenta la presentación, el contenido matemático y la destreza en el uso de la aplicación.

6.2.4.- Comentarios sobre la utilización de los conceptos de derivadas e integrales en otras ramas de las ciencias

A continuación mencionaré las distintas aplicaciones que tienen los conceptos tratados en otras ramas de la ciencia, con esto quiero mostrar el potencial de utilidades que tiene la App Math Helper Like.

Los vectores se usan, en las distintas ramas de la ingeniería (ambiental, electrónica, hidráulica, mecánica, construcciones, etc.) para calcular el equilibrio de fuerzas, desplazamiento y movimiento de fluidos, calculo medio del viento, en la medicina en el estudio de las palancas producidas en las articulaciones, en la arquitectura para el análisis estructural de las fuerzas, en la Matemática, en la Física, etc.

Las ecuaciones se utilizan en las distintas ramas de la ciencia aplicada como la mecánica, la geometría, la

estadística, la hidráulica, la economía, la ingeniería, la matemática, etc.

La geometría tiene aplicaciones importantes en muchas disciplinas.

Tiene una particular importancia en la arquitectura, ya que se utiliza para calcular el espacio, ángulos y distancias que tienen un interés inmediato para el diseño arquitectónico.

El arte utiliza la geometría para todo lo que tiene que ver con la profundidad espacial. Las ecuaciones de fractales son una rama de la geometría que tiene que ver con las dimensiones recursivas o autosimilares.

Las funciones son utilizadas en las distintas ramas de la ingeniería (química, civil, electrónica) en la física, en la astronomía, en la arquitectura.

7.- Conclusiones

La utilización de Apps como herramientas de enseñanza han tenido una aceptación masiva por parte de los alumnos, en donde encontraron nuevas formas de asimilar los contenidos, esto lo vemos en los resultados muy positivos que han dado los trabajos prácticos y seminarios realizados con estas aplicaciones.

Como dato estadístico y de diagnostico la cátedra durante el año lectivo realiza periódicamente encuestas en las cuales se le pide al alumno que opine sobre las nuevas herramientas implementadas, para tener un análisis de las situaciones lo más preciso posible.

Al encuestarlos sobre la utilización de las Apps Mal Math y Math Helper Like, los resultados fueron muy positivos, en primer lugar porque los alumnos descubrieron que el celular tiene utilidades más allá de lo referente a la comunicación, redes sociales o juegos y que es también una herramienta para el desarrollo de actividades académicas.

En segundo lugar los alumnos mencionaron que le sorprendieron la rapidez y eficiencia de los resultados, concluyendo en que es una herramienta que optimiza las prácticas.

En tercer lugar, por nuestra parte hemos observado que el interés por parte de los alumnos en la utilización de las apps ha sido muy grande, lo cual ha generado que las apps sean un elemento de captación de atención, motivación y participación de los alumnos.

El uso de los dispositivos móviles de comunicación ha implicado modificar sustancialmente las prácticas de

enseñanza, en este caso con la incorporación de nuevos trabajos prácticos.

Las oportunidades de acceso y construcción del conocimiento que se ofrecen ha implicado un aprovechamiento eficaz e integral, el desarrollo de nuevas prácticas de gestión educativa y el despliegue de nuevas estrategias y metodologías pedagógicas.

Este es un ámbito importante de innovación, en el que el desarrollo de iniciativas juega un importante rol catalizador.

La conexión de las prácticas de enseñanza y aprendizaje con la experiencia que creciente y cotidianamente tienen los estudiantes con ambientes

digitales, multimediales e interactivos, hace de este componente un elemento de gran relevancia para conectar los proyectos y los resultados esperados.

8.- Bibliografía

Castell, M.; Fernandez-Ardevol, M.; Linchuan Qiu, J.; Sey, A. (2006): *Comunicación móvil y sociedad: una perspectiva global*. Barcelona: Ariel, Fundación Telefónica.

Morales, M (2010): *Dispositivos móviles al servicio de la educación*. Disponible en:
http://www.elearningsocial.com/article.php?article_id=411

18TCE. Enfoque interdisciplinario: Integración de competencias en carreras de ingeniería a través de aplicaciones tecnológicas

Interdisciplinary approach: Integration of competences in engineering careers through technological applications

Gloria E. Alzugaray¹, Matías Orué¹, Martín Bär¹, Agustín Martínez²

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe Lavaise 610- Santa Fe – Argentina

¹Grupo de Investigación en Enseñanza de la Ingeniería –GIEDI, ²Centro de Investigación y desarrollo de Ingeniería en Sistemas de Información- galzugar@frsf.utn.edu.ar

Resumen

El propósito de este trabajo se enfoca en promover y potenciar el aprendizaje significativo, a través de aplicaciones concretas, fomentando el trabajo interdisciplinario e integrando los conocimientos específicos de las especialidades Electrónica, Control y Sistemas. Teniendo en cuenta el escenario laboral de los ingenieros que demanda competencias específicas vinculadas a la comprensión de fenómenos relacionados a la generación y uso de datos, el chequeo y búsqueda de información.

Para lograr el objetivo, se realizó un trabajo práctico donde se utilizaron dos aplicaciones tecnológicas incorporadas a un horno de propósito general al que se adaptó un sistema basado en microcontrolador (tecnología Arduino) y un sensor de humedad relativa y temperatura digital, de manera de integrarlo a una plataforma orientada al Internet de las Cosas (IoT), y así observar las variables en tiempo real a través de la web. Esta experiencia se realizó con alumnos de cuarto año de la carrera de Ingeniería Mecánica que cursaron la asignatura Electrónica y Sistemas de Control. Este trabajo práctico contribuyó a un cambio metodológico tendiente a un trabajo interdisciplinario y donde se propusieron indicadores de aprendizaje significativo para valorar los trabajos realizados por los alumnos.

Palabras claves: TIC, ingeniería, interdisciplinareidad, aprendizaje

Abstract

The purpose of this work focuses on promoting and enhancing the meaningful learning, through specific applications, promoting interdisciplinary work and integrating the specific knowledge of the specialty electronics, Control and Systems. Taking into account the working stage of engineers that demand specific competencies linked to the understanding of phenomena related to the generation and use of data, checking and information search.

To achieve the goal, was a practical work where we used two technological applications, built into a furnace of general purpose to which adapted a system based on microcontroller (technology Arduino) and a relative humidity sensor and digital temperature, in order to integrate it into a platform oriented to the Internet of things (IoT), and thus observe the variables in real time via the web. This experience was fourth year of mechanical engineering students who attended the course electronics and Control systems. This practical work contributed to a methodological change to an interdisciplinary work and where significant learning indicators were proposed to assess the work done by the students.

Key words: TIC, engineering, interdisciplinareidad, significant learning.

1. Introducción

En el mundo actual hay una necesidad en constante crecimiento de equipos de trabajo multidisciplinarios, siendo de vital importancia en las ingenierías la complementariedad de saberes específicos. Hoy en día, los ingenieros (especialmente los noveles profesionales) deben enfrentarse a problemas cada vez más integrales y

complejos que requieren la participación y colaboración de diversos especialistas. Para esta labor, es necesaria la integración de competencias y el desarrollo de habilidades para el trabajo en equipo, como lo manifiestan los materiales del CONFEDI (2006, 2014). Para poder incorporar estos requerimientos que el mercado laboral actual está incubando, se deben fomentar las actividades de manera integral y transversal a las numerosas carreras de ingeniería desde etapas tempranas de

desarrollo de las mismas en el ambiente académico docente (Castells, M., 2001; Valderrama, A., 2004; Valderrama, A. et. al., 2005; Cabero, J., 2007, a, b; Cabero, J., 2010; Cladellas y Castelló, 2010)

Por otra parte, el aprendizaje es el proceso que se genera en la mente de los sujetos cuando subsume nueva información, según Ausubel (2002) de manera no arbitraria y sustantiva y que requiere como condiciones: predisposición para aprender; material potencialmente significativo; significatividad lógica del material; redes de anclaje en la estructura cognitiva del que aprende. Es una interacción triádica entre el profesor, el aprendiz y los materiales educativos del currículo.

En este trabajo se sostiene que el aprendizaje significativo (Ausubel, 1963), es el mecanismo humano, por excelencia, para adquirir y almacenar una importante cantidad de informaciones representadas en cualquier campo de conocimiento.

Por otra parte la construcción del conocimiento científico incluye tareas de formulación y resolución de problemas con distintos niveles de complejidad. Este proceso debe trabajarse en el aula para el aprendizaje de una disciplina (Massoni y Moreira, 2007; Alzugaray, 2009)

Si bien en los ambientes de innovación y mejora continua de procesos (Acevedo, 2010) los equipos interdisciplinarios existen realmente, estos se generan en ambientes de trabajo donde, prevalecen tecnologías y metodologías que crean tanto oportunidades como necesidades para con estos grupos de trabajo, abarcando desde áreas académicas hasta emprendimientos y pymes (micro, pequeñas y medianas empresas).

Este trabajo analiza la experiencia de la interacción y el trabajo en equipo de dos grupos/centros de investigación provenientes de las áreas de Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Sistemas de Información; con la característica de que los docentes a cargo de la investigación específica de esta interacción interdisciplinaria son simultáneamente docentes relacionados al área de la electrónica y los sistemas de control. De este modo, las actividades la llevan adelante docentes y becarios de investigación y parte de la necesidad de realizar tareas conjuntas para desarrollar cuestiones relacionadas a las temáticas de cada grupo. En particular en torno a nuevas tecnologías para el acceso a la información, tanto de forma local como remota y su aplicación para interactuar con sistemas físicos.

Así, nuevos conceptos tales como Internet de las Cosas (más conocido como IoT - Internet of Things), Big Data (grandes volúmenes de datos) e Industry 4.0 (Industria 4.0), emergen gracias a un conjunto de tecnologías que les permiten consolidarse y requieren para su permanencia de este trabajo colaborativo interdisciplinario. Para poner en evidencia estas tecnologías y mostrar como aportan a que el aprendizaje se torne significativo, se plantea el desarrollo de un sistema compuesto por una placa

de desarrollo Arduino que provee de conectividad y capacidad de procesamiento a dos equipos conectados a ésta: -1- un horno de “propósito general” con control de temperatura independiente, y -2- un sensor digital de humedad relativa y temperatura (de uso típico en termohigrómetros), como elemento de sensado de variables físicas ambientales. De esta manera, los dispositivos suman las capacidades de la placa a sus funcionalidades básicas, como elemento capaz de sistematizar el proceso y realizar un monitoreo de datos. Ambos sistemas son capaces de generar datos y enviarlos a centros de procesamiento en donde la información es analizada por expertos. De esta manera se logra que maquinarias tradicionales puedan incorporarse a internet, generar datos que sirvan para control, toma de decisión, monitoreo, predicción, etc.

En el marco de estas tecnologías, se hace uso de diversas herramientas para el alcance de los objetivos propuestos, la utilización de placas Arduino para prototipado con variedad de sensores para monitorización de variables, plataformas informáticas orientadas a IoT, tecnologías semánticas para Business Intelligence (Inteligencia de Negocios) y el desarrollo de software para soluciones específicas.

Finalmente, en este trabajo se destaca la importancia del aprendizaje significativo como proceso de interrelación de los conocimientos del que aprende, de tal manera que pueda partir de ahí, para crear nuevas conceptualizaciones e integración de competencias, a través de actividades grupales de forma creativa e interdisciplinarias.

2. Materiales y métodos

Para poder comprender la metodología de trabajo, primero es necesario profundizar un poco en los conceptos que guiarán al mismo (Figura 1).

IoT se basa principalmente en la idea que todo dispositivo esté conectado a Internet y a su vez, pueda interactuar con otros dispositivos y su entorno.

Por otro lado, Big Data es un concepto que hace referencia al almacenamiento, explotación y transformación de grandes volúmenes de información. Particularmente, involucra lo que se denomina las cuatro “V”: Volumen, Velocidad, Veracidad y Variedad. Según dicho enfoque, cualquier problema que involucre a las cuatro V (o al menos a dos) se puede decir que se ajusta dentro de los alcances de Big Data.

Por último, Industry 4.0, más conocida como “Industria Inteligente”, enmarca la puesta en funcionamiento de fábricas capaces de una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como a una asignación más eficaz de los recursos y el medio ambiente a través del correcto uso de la tecnología.

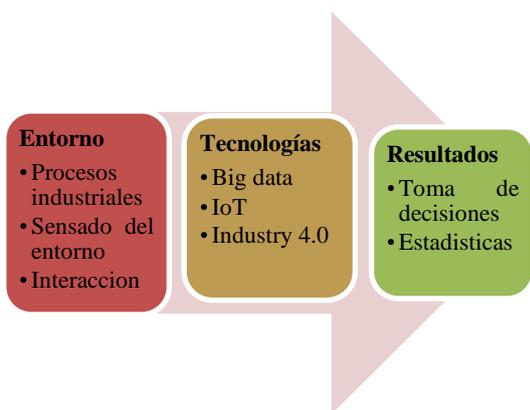


Figura 1. Secuencia procedimental del trabajo.

Cabe destacar que los conceptos y tecnologías, si bien son el medio por el cual las ideas pueden materializarse, no son la única fase importante del esquema global al que se apunta. La necesidad puntual del proceso que se busca resolver es la de monitorizar un conjunto de variables con el objetivo de mejorar el soporte a la toma de decisiones y eventualmente activar una respuesta (posiblemente sobre uno o varios equipos) ante un evento particular, logrando una capacidad de autodiagnóstico de situación que permite un control a distancia.

En este contexto se enumeran a continuación las aplicaciones en concreto que se están llevando adelante por el equipo interdisciplinario.

2.1 Aplicación industrial de Horno – con control PID independiente de temperatura

En esta aplicación se tomó un equipo al que se dotó de un control PID de temperatura con fines didácticos; en la actual instancia se busca ampliar las posibilidades de monitorizar y almacenar en tiempo real las variables que dan origen a su funcionamiento de base. Particularmente, dicho equipo consiste en un horno eléctrico de calentamiento por efecto Joule, con un controlador del tipo PID (controlador proporcional, integral y derivativo). Dicho controlador, se encarga de estabilizar a un valor de temperatura interna prefijado por el usuario y mantenerlo estable en función del tiempo. Además, prevé las distintas inercias térmicas y otras inestabilidades que puedan presentarse, para mantenerse siempre acotado dentro del rango del valor prefijado. Esto indica que el equipo calienta hasta que en su interior reina la temperatura que se ha definido y una vez alcanzada, el controlador asegura un valor constante con un rango de tolerancias reducido (mayor precisión).

La propuesta se basa, en incorporar al sistema Horno-PID una placa (Arduino) que consta de un microcontrolador, el cual, mediante una

programación adecuada, permite realizar acciones determinadas en función de una o más variables de entrada. En este caso, será un valor de temperatura proveniente de termocuplas tipo K (con capacidad de medición en un amplio rango de valores).

Como salida, se obtiene el dato de temperatura del horno que se transfiere a la PC mediante conexión USB/SERIAL. De este modo, se logra un equipo con la capacidad de medir y transmitir datos y obtener entonces un panorama general de las posibles perturbaciones que puedan existir en tiempo real, dando la posibilidad de realizar un estudio de la respuesta transitoria de la planta de control (horno).

Esta aplicación práctica a nivel industrial brinda la posibilidad de observar “remotamente” los parámetros de funcionamiento del equipo en forma instantánea (telesupervisión).

Se debe tener en cuenta que dichas dinámicas deben ser presentadas de forma tal que los datos tengan un significado específico en tiempo y temperatura, para lo que se desarrolla una interface que cumpla con este requerimiento.

2.2 Aplicación industrial “Termohigrómetro IoT”

En esta aplicación, se parte de la necesidad de obtener la medición de las variables humedad relativa (RH) y temperatura de un recinto o espacio determinado, o bien conocer sus valores en entornos abiertos. Por ejemplo, definiendo condiciones de microclima para invernaderos. Teniendo en cuenta los considerables costos que presentan estos dispositivos a nivel industrial, se busca realizar un equipo que tenga similares prestaciones a un menor costo.

Para poder obtener las variables del entorno, se hace uso de un sensor específico de humedad y temperatura comercial de alta precisión y reducidas dimensiones (SENSIRION modelo SHT21 – ver Figura 2), que permite ser conectado a un microcontrolador, en este caso, idéntico al empleado en la aplicación descrita en 2.1 por medio de un protocolo de comunicaciones (I²C).

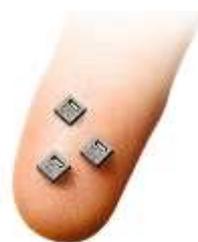


Figura 2. SENSIRION modelo SHT21.

Inicialmente, el sensor colecta los valores del entorno, que son básicamente las variables que se pretenden medir, con un rango de precisión de acuerdo con el modelo del sensor empleado. A su vez el conjunto, ARDUINO-sensor, se conecta a una PC para poder observar las desviaciones en tiempo

real mediante una aplicación de escritorio, con una interfaz de usuario diseñada exclusivamente para este fin por los becarios participantes del proyecto. Todo esto, se logra programando la placa de desarrollo de forma muy similar a la aplicación descrita en 2.1, pero en este caso, se dispone de más variables para analizar y el sistema físico es diferente. Por su parte, debe conocerse en profundidad el funcionamiento del sensor, para que, con el uso de su respectiva hoja de datos, se realice la programación más adecuada. Una vez que el dato ha sido correctamente interpretado, se prevé al mismo tiempo en su programación, que los datos sean enviados vía Ethernet a una plataforma WEB. Esto posibilita que una gran multiplicidad de usuarios acceda al dispositivo en tiempo real y en forma remota con todas las ventajas que ello implica.

Como adicional y haciendo énfasis en que se pretende obtener un producto comercial, se prevé el uso de un display que se conectará en conjunto con el sensor a la placa de desarrollo. Esto permitirá independizar el dispositivo de una PC y así observar los valores de las variables en cuestión (Figura 3), dando acceso a su uso por usuarios sin formación técnica.

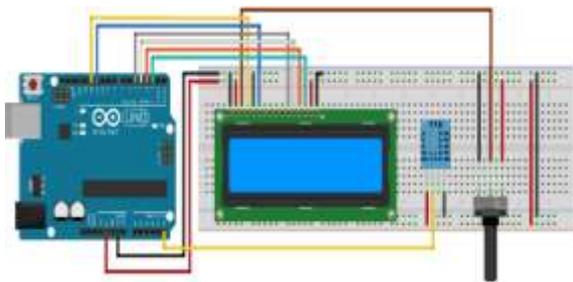


Figura 3. Esquema de conexión Arduino-Display-Sensor.

3. Resultados y Discusión

3.1 Aplicación industrial de Horno PID

Se llevó a cabo un trabajo ingenieril integral, en forma independiente al desarrollo y programación del controlador PID, con el microcontrolador Arduino para el sensado y procesamiento de la información.

Por un lado, esto involucró la adaptación y correcta integración de la termocupla a la estructura actual de horno con el trabajo que conlleva manipular un dispositivo previamente construido. A su vez, se realizaron tareas de diseño de software y programación específicos para leer los valores analógicos de la termocupla, transformarlos a un formato digital y posteriormente enviarlo a través de la conexión Ethernet.

En este sentido, se han realizado pruebas sobre diversas plataformas IoT, eligiendo la herramienta ThingSpeak (Figura 4).



Figura 4. Gráfico generado en ThingSpeak.

Esta herramienta, si bien presenta limitaciones para proyectos a gran escala, tiene una gran facilidad de configuración a la hora de sensar una variable y generar gráficos en forma automática. A su vez, se desarrolló una pequeña aplicación de escritorio para la monitorización de variables (Figura 5).

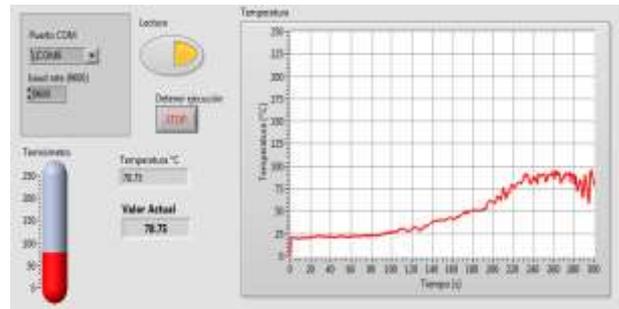


Figura 5. Pruebas de sensado con sistema desktop.

En este caso (figura 5), se tuvieron algunos problemas con el módulo Ethernet utilizado ya que se encontró una limitación en las diversas librerías de programación para el trabajo con una conexión a internet a través de un servidor proxy. Superado este problema se pudo trabajar con total libertad.

3.2 Aplicación industrial Termo-Higrómetro

En este caso, al haber utilizado las mismas herramientas aplicadas en el horno PID para el desarrollo e implementación tanto de software como de las conexiones se tuvieron experiencias similares (Figura 5). La diferencia radicó en que el sensor utilizado tiene una estructura electrónica y principios de funcionamiento diferentes al que se empleó anteriormente en el ítem 2.1. Si bien esto comprendió el estudio específico de la hoja de datos del mismo, dicha labor no generó complicaciones ni demoras sustanciales en la investigación.

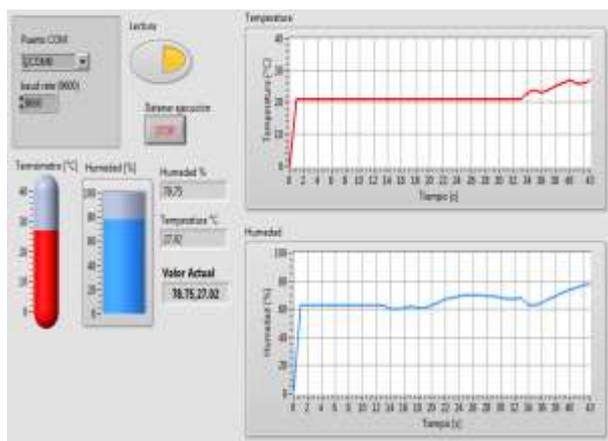


Figura 5. Pruebas de sensado con sistema desktop.
3.3 Experiencia multidisciplinaria

La construcción de relaciones inter departamentales entre las distintas carreras (tanto a nivel de alumno como de departamento) logró fomentar y facilitar el trabajo en equipo y potenciar cuestiones emergentes tales como la estandarización como pilar para resolver diferentes aplicaciones que impliquen sensado de diversas variables y su posterior procesamiento a fines de que el usuario final tenga un panorama más completo y dinámico de los sistemas físicos con los que interactúa.

Se destacó el papel fundamental de los conceptos de Big Data, Industry 4.0 e internet de las cosas (IoT) de modo que se puede realizar una estandarización de los sensores y datos que se envían para poder generar aplicaciones más completas y centralizadas.

Como resultado indirecto y emergente del ambiente creado a raíz de la colaboración interdepartamental, se concretó la participación por parte de los becarios en una convocatoria nacional de innovación en materia de tecnologías con fuerte impacto social y ambiental (INNPACTA), desarrollada y promocionada por una industria líder del sector alimenticio (CCU Argentina S.A.).

Se generó una estructura con alta viabilidad para la generación de aplicaciones industriales desde el sector académico basada en el desarrollo modular, el prototipado ágil (asociado a la generación de productos mínimos viables) y la integración de los distintos componentes que conlleva el sensado de variables, su procesamiento y el uso de dicha información para la toma de decisiones.

Con el propósito de conocer el impacto de las tecnologías utilizadas en los ejemplos presentados y su impacto en el aprendizaje de los alumnos de la asignatura Electrónica y Sistemas de Control de la carrera de Ingeniería Mecánica; se propusieron indicadores de aprendizaje significativo para valorar los trabajos que los alumnos presentaron en grupos con los datos registrados con las tecnologías presentadas (tabla 1).

Tabla 1: indicadores de aprendizaje e impacto

Indicadores de	Estrategia de aprendizaje
----------------	---------------------------

aprendizaje significativo	significativo
Identifica, articula y resuelve problemas en base a las tecnologías presentadas.	Investigación de la situación inicial. Identificación de variables pertinentes Definir datos e indicadores cuantitativos y cualitativos. Integración de conocimientos, habilidades y actitudes.
Muestra interés para diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería basados en las tecnologías presentadas.	Motivación para encarar proyectos de interés profesional. Añade lo creativo e imaginativo.
Establece relaciones para gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería las tecnologías presentadas.	Resolución de casos (aprendizaje basado en problemas). Propone varias alternativas. Trabajo en grupo para redefinir propósito, fines y criterios.
Contribuye a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	Presentación del trabajo final con base en la tecnología presentada. Feedback documentado como manera de obtener experiencia.

Participaron de esta experiencia tres docentes de la asignatura y los alumnos en un total de 38.

En todos los grupos de alumnos evaluados, se concretó la integración de conocimientos y competencias requeridas por la cátedra. En particular a partir de la situación problemática seleccionada los estudiantes:

- 1- construyeron modelos y esquemas necesarios para la comprensión de la misma,
- 2- analizaron la información suministrada a través de Big Data, Industry 4.0 y el internet de las cosas (IoT),
- 3- lograron aprendizajes significativos evidenciados a partir de los reportes finales.

4. Discusión y Conclusiones

Los docentes y los desafíos de dejar entrar en las aulas a la tecnología hacen que se transformen en facilitadores y donde los modelos pedagógicos unidireccionales que tradicionalmente caracterizaron la enseñanza universitaria van dejando lugar a modos más interactivos, dialógicos y colaborativos, aportando al aprendizaje significativo. Una exploración de las necesidades que existen hoy en

día desde el mercado laboral proyecta una oportunidad de crecimiento del área académica. Se plantea la discusión del beneficio directo en ambientes universitarios, no sólo por la formación de ingenieros con aptitudes y competencias para el desarrollo integral, sino que a su vez se fomenta la generación de actividades de valores transversales desde los grupos y centros de investigación académicos hacia los desarrollos tecnológicos y aplicaciones informáticas para la industria moderna (Cabero, 2006)

Las nuevas formas de mediatización inciden de manera decisiva en este nuevo escenario que se complejiza dado que crean un cierto espejismo tal cual lo menciona Francisco Albarello (2009), “a partir de la disponibilidad y el acceso ubicuo, las tecnologías crean la idea de que aprender no requiere esfuerzo”. Sin embargo, para que sea significativo ese aprendizaje debe buscarse un esfuerzo adicional para desarrollar competencias y habilidades altamente valoradas por el mercado de trabajo.

El factor aislado más importante para el aprendizaje significativo es el conocimiento previo, la experiencia previa, o la percepción previa, y el estudiante debe manifestar una predisposición para relacionar de manera no-arbitraria y no literal el nuevo conocimiento con el conocimiento previo. Pero eso no es suficiente, los conocimientos sólo adquieren generalidad si los elementos que los definen son aprendidos por el estudiante, al margen de situaciones particulares. Esto implica que los conocimientos adquiridos en los trabajos presentados integraron una red de conceptos que el estudiante ha comprendido mediante un proceso de reflexión y análisis.

En particular la experiencia desarrollada en la cátedra de Electrónica y Sistemas de Control correspondiente a cuarto año de la carrera de Ingeniería Mecánica, con la incorporación de trabajos donde la tecnología aportó al aprendizaje significativo, se concretó en la integración de conocimientos y competencias requeridas por la cátedra. Esto se puso de manifiesto en los niveles de aprobación de los trabajos de laboratorio en un 90%. En esta experiencia, el alumno es quien toma la responsabilidad de ser el centro y ser capaz de mantener una alta motivación. Las carreras de ingeniería juegan un papel de suma importancia en la adquisición de valores, conocimientos y competencias; siendo los espacios de integración una forma eficiente para dicho fin, basada en el diálogo entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Por este motivo es necesario dar mayor énfasis a la formación de grupos que den un significativo impulso al trabajo interdisciplinar y que permita generar nuevos conocimientos y alternativas viables para resolver diferentes aplicaciones industriales.

Esta experiencia permite una amplia visión conceptual sumada a un alcance académico que hace énfasis en el aprendizaje significativo.

Desde la Teoría del Aprendizaje Significativo, se puede concluir que los trabajos prácticos que integran conceptos del área Electrónica, Control y Sistemas, orientan los procesos cognitivos durante la resolución de las tareas propias de la actividad experimental, de modo que es posible promover cambios en las concepciones de los estudiantes en cuanto a dichas tareas en combinación con los conceptos teóricos y la generación de competencias tecnológicas.

Por último, dado que este análisis fue realizado con un curso de pocos estudiantes en el contexto de la carrera de Ingeniería Mecánica, se propone la realización de nuevos estudios en otros contextos educativos y con situaciones en otros campos de la Ingeniería.

5. Bibliografía

- Acevedo, A. (2010) “El modelo conceptual de las 4 Dimensiones para la resolución de problemas”. Industrial Data Revista de Investigación, Vol. 13, N° 2, UNMSM.
- Albarello, F.J. (2009) Leer/navegar en Internet. Un estudio comparativo entre jóvenes escolarizados y docentes porteños sobre las formas de lectura en la computadora. Tesis de Doctorado en Ciencias de la Infomación. Universidad Austral.
- Alzugaray, G. (2009) Variables que afectan el conocimiento en la comprensión del concepto de campo eléctrico *Memorias del Congreso Educación en Enseñanza de las Ciencias VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias* pp.1929-1932.
- Ausubel, D. P. (2002) Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Ed. Paidós. Barcelona.
- Ausubel, D. P. (1963) The psychology of meaningful verbal learning. New York, Grune and Stratton
- Baelo Álvarez R., Cantón Mayo, I (2009) Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación superior. Estudio descriptivo y de revisión Revista Iberoamericana de Educación / Revista Iberoamericana de Educação ISSN: 1681-5653 pp: 1-12 n.º 50/7
- Cabero, J. (2010) Los retos de la integración de las TICs en los procesos educativos. Límites y posibilidades Perspectiva Educacional Vol.49.nº1 Pp.32-61, Sevilla, España. Issn: 0718-9729
- Cabero, J. (2007, a) Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana
- Cabero, J. (2007, b) Comunidades virtuales para el aprendizaje. Su utilización en la enseñanza. Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación, 5-22.
- Castells, M. (2001) La Galaxia Internet. Madrid: Areté.

- Cladellas, R. y Castelló, A. (2010) Aportes y perjuicios de las TIC's a la educación. Sevilla: Congreso Internacional Alfabetización mediática y culturas digitales. Disponible: <http://www.gabinete.comunicacionyeducacion.com/files/adjuntos/Aporte> [consulta: 2017, Junio 12]
- CONFEDI (2006) DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA ARGENTINA Informe CONFEDI Villa Carlos Paz - Argentina
- CONFEDI (2014) Documentos de CONFEDI. Competencias en Ingeniería. Declaración de Valparaíso sobre competencias
- Massoni, N.T., Moreira, M. A. (2007) O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de história e epistemologia da física para futuros professores de física. *Investigações em Ensino de Ciências* – V12(1), pp.7-54
- Valderrama, A. (2004) Teoría y Crítica de la Construcción Social de la Tecnología. *Revista Colombiana de Sociología*, 23, 217-233.
- Valderrama, A., Jiménez, J. (2005) Tecnología, Cultura y Resistencia. *Revista de Estudios Sociales* no. 22, diciembre de 2005, 99-103.

19TCE. Análisis de las competencias de los alumnos de ingeniería mecatrónica del Instituto Tecnológico de Hermosillo desde un enfoque de la industria local.

Actualization of Competencies from local Industry in the Technological Institute of Hermosillo for the demands in the mechatronic engineering students.

Eliel Eduardo Montijo Valenzuela¹, Flor Ramírez Torres¹, Aureliano Cerón Franco¹.

¹Instituto Tecnológico de Hermosillo. Avenida Tecnológico s/n. Col. El Sahuaro, Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83170. Correo electrónico: elielmontijo@gmail.com, ramirez.flor@gmail.com, aceronf@gmail.com.

Resumen

Las demandas actuales de la industria, el cambiante mercado globalizado y el trabajo conjunto internacional por el desarrollo de nuevos proyectos, demandan en el mercado laboral ingenieros con cualidades adaptables y cambiantes, con alto nivel de conocimiento técnico y científico, pero a su vez con un alto valor humano, además de una serie de competencias genéricas y específicas, que hacen del ingeniero un capital humano de gran valor. A nivel educativo en las instituciones de educación superior, las academias buscan sistemas de enseñanza-aprendizaje que satisfaga las necesidades industriales, para ello se utilizan modelos de educación, por ejemplo, el de competencias. El presente trabajo tiene por objetivo, analizar el grado de competencias genéricas y específicas desarrolladas por los alumnos de ingeniería mecatrónica del Instituto Tecnológico de Hermosillo desde una perspectiva industrial, evaluada en el noveno semestre cuando cursan el programa de residencias profesionales.

Palabras clave: competencias, ingeniería mecatrónica, industria.

Abstract

The changing globalized world, the current demands and development of new projects need engineers with adaptable and changing qualities, with a high level of technical and scientific knowledge and skills, but at the same time with a high human sense and ethics values, in addition to a series of generic and specific competences, which make the engineer a human capital of great value. The objective of this work is to analyze the degree of generic and specific competences developed by the students of mechatronic engineering at the Technological Institute of Hermosillo from an industrial perspective, evaluated in the ninth semester when they attend the program of professional internships.

Keywords: Competencies, mechatronic engineering, industry.

1. Introducción

Los crecientes avances en ciencia y tecnología, así como las transformaciones sociales que se generan de forma global, hacen que las industrias de todos los sectores busquen capital humano que se desenvuelva en las áreas sociales, científicas y tecnológicas de forma sinérgica y eficiente. La mecatrónica como ingeniería, enfatiza en la necesidad de integrar e interactuar con diferentes ramas, siendo las principales la mecánica de precisión, electrónica, informática y sistemas de

control (Orozco F., 2014), además de ser una tendencia de relevancia en los procesos de diseño que impactan directamente en la producción industrial, integrando conocimientos, trabajo en equipo y desarrollo social (Rodríguez, E.; Sánchez O.; Avendaño, J.; 2016).

Castellanos, L.; Hernández, A.; Goytisoló, R. (2011), establecen además que aparte de las tendencias en el desarrollo tecnológico industrial, la tenaz y continua competencia del mercado de los servicios y la cooperación internacional por el

desarrollo de proyectos, “demandan profesionales cada vez más competitivos con alto nivel científico y técnico, con altos valores humanos y comprometidos con el desarrollo sostenible”.

Para poder formar profesionales competentes en los tiempos actuales, las Instituciones de Educación Superior (IES) de todo el mundo, buscan variantes y muchas veces alternativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje que cumplan con transferibilidad, alternancia y multireferencialidad (Caicedo, E.; Sánchez, P.; Tejada, R.; 2017).

En la actualidad, en México, se asume el modelo educativo basado en “competencias” en las IES públicas como una perspectiva de “cambio” en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se define una competencia como “un conjunto de saberes técnicos, metodológicos, sociales y participativos que se actualizan en una situación y un momento particulares” (Cano, E. 2005). Según Vargas, J. (2007), el termino de competencia puede ser entendido de diferentes formas, así, un profesor o un abogado, pueden tener dos conceptualizaciones distintas, sin embargo, desde el área de recursos humanos, se define como “el conjunto de características de una persona que están relacionadas directamente con una buena ejecución en una determinada tarea o puesto de trabajo”. PSICORE (2014), establece que las competencia a su vez se clasifican en dos tipos; genéricas y específicas. Las competencias genéricas “son entendidas como un sistema complejo de conocimientos, integrado por las dimensiones cognitiva, afectiva y conductual, el cual puede ser observable en el desempeño e implementado y transferido a diferentes contextos” (Navarro, G. y otros tres autores, 2015). Por otra parte las competencias específicas están relacionadas con los aspectos técnicos y no son fácilmente transferibles (Del Pozo, J. 2012), como el diseño de una máquina.

El objetivo de esta investigación es analizar el grado de competencias genéricas y específicas desarrolladas por los alumnos de ingeniería mecatrónica del Instituto Tecnológico de Hermosillo desde una perspectiva industrial, evaluada en el noveno semestre cuando cursan el programa de residencias profesionales.

Materiales y métodos

La metodología aplicada en este estudio, se resume a cuatro fases fundamentales (ver figura 1).

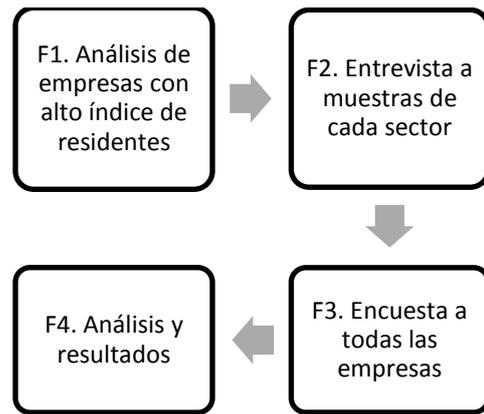


Figura 1. Resumen esquemático de la metodología empleada.

En la primera fase se analizó la relación de empresas con mayor cantidad de residentes de ingeniería mecatrónica realizando prácticas profesionales en el la industria local, de las cuales diez son pertenecientes al sector aeroespacial, seis al automotriz, cinco al de servicio, cinco a la automatización y control industrial, cuatro a manufactura de arneses, tres a telecomunicaciones, una de minería, una farmacéutica, una textil y una de investigación y desarrollo.

En la segunda fase, se tomó como muestra una empresa de cada sector, estableciendo como prioridad la que tenía mayor número de residentes, y se realizó una visita por parte de la academia de mecatrónica del Instituto Tecnológico de Hermosillo (ITH), para formular una entrevista con los gerentes e ingenieros de las áreas principales donde se involucran los alumnos residentes de la carrera de mecatrónica. En esta fase participaron las siguientes empresas ubicadas en las ciudades de Hermosillo y Guaymas: Williams International por el sector aeroespacial, Ford Motor Company por el sector automotriz, Comisión Federal de Electricidad por el sector servicio, LEONI Wiring Systems Mexicana S.A. de C.V. por el sector de la manufactura de arneses, Teléfonos de México por el sector de telecomunicaciones, Calhidra de Sonora S.A. de C.V. por el sector minero, Rubio Pharma y Asociados S.A. de C.V. por el sector farmacéutico, Cactex de México S.A. de C.V. por el sector textil y Hessa Innovation and Control Systems S. de R.L. de C.V. por el sector de innovación y desarrollo. El objetivo de las entrevistas fue determinar las áreas de desempeño de los alumnos de ingeniería mecatrónica, las competencias demostradas y las competencias con áreas de oportunidad detectadas por las empresas participantes.

En la tercera fase, tomando como referencia las preguntas realizadas en las entrevistas, la academia de mecatrónica formuló una encuesta, misma que se

aplicó al resto de las empresas no entrevistadas, en las áreas donde se involucran los alumnos residentes de la carrera de mecatrónica.

En la cuarta y última fase, se analizó la información obtenida en entrevistas y por medio de la encuestas se graficaron los resultados obtenidos.

2. Resultados y Discusión

Los resultados referentes a la posición de los estudiantes de ingeniería mecatrónica del ITH, realizando sus residencias profesionales en el sector industrial local (ver tabla 1), se inclinan por la industria aeroespacial. Cabe destacar que en el estado de Sonora, se encuentra el clúster aeroespacial mecanizado de mayor importancia en todo México, con doscientos cuarenta y nueve empresas instaladas y más de treinta y un mil empleos (Hernández *et al*, 2014). En el segundo lugar se encuentra la inclusión en el sector automotriz, industria que a nivel nacional representa el 16.2% de la fabricación de vehículos automotores (Linares, 2016), y que propicia las condiciones necesarias para el desarrollo tecnológico y el crecimiento de la industria de la automatización y control industrial.

Tabla 1. Numero de industrias locales por sector, con alumnos de ingeniería mecatrónica del ITH realizando residencias profesionales.

Sector	Número de empresas
Aeroespacial	10
Automotriz	6
Automatización y control industrial	5
Servicio	5
Manufactura de arneses	4
Telecomunicaciones	3
Textil	1
Minería	1
Investigación y desarrollo	1
Distribución farmacéutica	1

Los resultados de las áreas de desempeño del alumno en mecatrónica de ITH (ver figura 2), dentro del sector industrial, demuestran que el 38% se desempeñan en el departamento de ingeniería, el 22% en actividades de mantenimiento/soporte técnico, el 14% en manufactura y el 26% restante se distribuye en áreas como la de producción, ensamble, *casting*, superintendencia, diagnóstico computarizado, automatización y control.

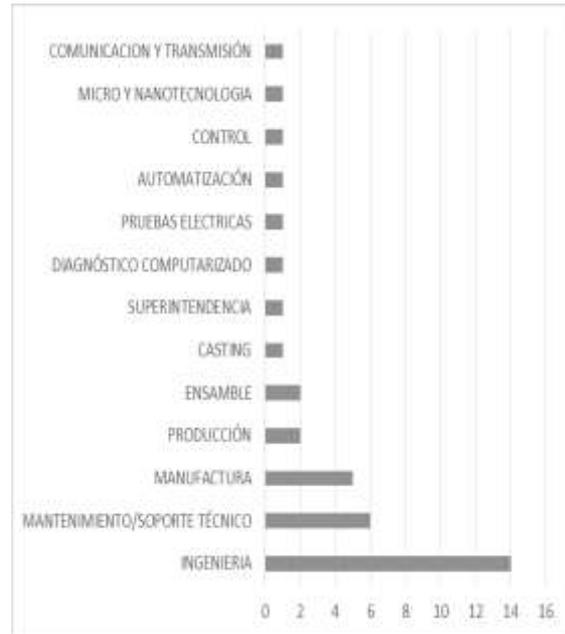


Figura 2. Áreas de desempeño del alumno de mecatrónica del ITH en la industria.

Los resultados de las principales competencias demostradas por los alumnos de ingeniería mecatrónica en la industria (ver figura 3) fueron; liderazgo, trabajo en equipo y proactividad, en donde coincidieron doce del total de empresas encuestadas. Once empresas coinciden en que presentan buen nivel de dibujo, diseño y modelado en CAD (diseño asistido por computadora). Diez empresas coinciden en que los alumnos presentan habilidades de automatización y control con PLC (controlador lógico programable) y PIC (controladores de interfaz periférica). Nueve empresas coinciden en que presentan competencias en electrónica, análisis y cálculos de datos y sistemas.



Figura 3. Principales competencias demostradas por los alumnos de mecatrónica de ITH en la industria.

Los resultados de las principales competencias con áreas de oportunidad (ver figura 4) en la que la mayoría de las empresas coincidieron fueron; dominio del idioma inglés, herramientas administrativas como la evaluación de proyectos, el análisis de problemas y la toma de decisiones, manejo de software de ingeniería industrial, poco pensamiento crítico y deficiencias en temas de *lean manufacturing*.

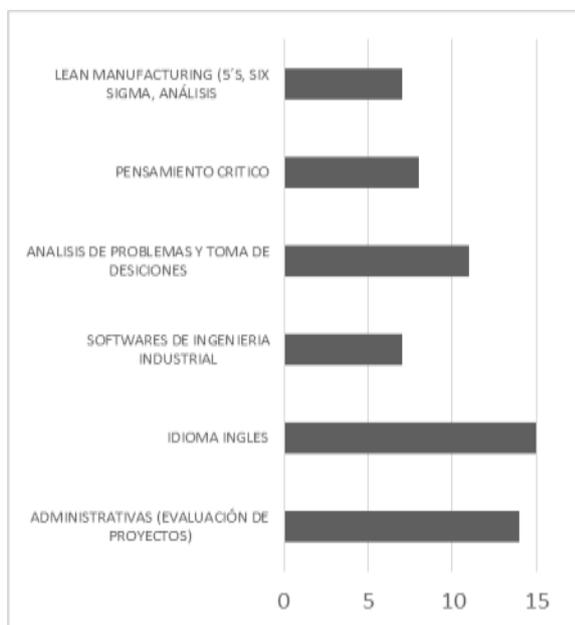


Figura 4. Principales competencias con áreas de oportunidad, basadas en el desempeño de los alumnos de mecatrónica de ITH en el sector industrial.

3. Conclusiones

Del análisis de los resultados, se concluye que las competencias de los alumnos de mecatrónica del ITH, desarrolladas durante los nueve semestres de formación profesional, están orientadas a las competencias específicas del área técnica e ingenieril, con un sesgo a su plan de estudio, teniendo alto impacto en el conocimiento del alumno las materias de electrónica; análisis de circuitos electrónicos, electrónica analógica, electrónica de potencia aplicada, electrónica digital, microcontroladores y control, así como la materia de PLC. Por la parte de mecánica, las materias con impacto significativo en el alumno son; dibujo asistido por computadora y diseño mecánico de precisión, esta última ofertada como materia de especialidad dentro del plan de estudios de ingeniería mecatrónica. Como dato importante, se observó que el alumno desarrolla competencias genéricas, entre las que destacan el liderazgo, el trabajo en equipo, la proactividad y la solución de problemas.

Se observaron también áreas de oportunidad para los alumnos de ingeniería en mecatrónica del ITH, entre las que destacan el dominio del idioma inglés, y competencias específicas orientadas al área de ingeniería industrial como las herramientas *lean manufacturing* y al área de ingeniería en gestión empresarial como la administración de proyectos. De lo anterior, cabe mencionar que en la retícula de la carrera de ingeniería mecatrónica no se analizan puntualmente las competencias mencionadas anteriormente.

El análisis de las competencias desarrolladas por los alumnos de ingeniería mecatrónica del ITH dentro de la industria, puede ser pieza clave para que institucionalmente, en colaboración con las academias correspondientes y la industria, se puedan generar especialidades acorde a las necesidades laborales locales, dando mayor oportunidad a los egresados, de incorporarse exitosamente en el mercado laboral de su área.

4. Referencias

- Caicedo, E.; Sánchez, P.; Tejada, R. (2017). *Reflexiones en torno a las competencias profesionales*. REFCaIE, 5(2), 1-16.
- Cano, E. (2005). *Cómo mejorar las competencias de los docentes: guía para la autoevaluación y el desarrollo de las competencias del profesorado*, 1ª ed. GRAÓ, de IRIF, S.L. Barcelona, España.
- Castellanos, L.; Hernández, A.; Goytisoló, R. (2011). *Como formar y evaluar las competencias a través de los proyectos formativos en las disciplinas de las carreras de ingeniería*. Latin american and caribbean journal of engineering education, 5(2), 6-14.
- Del Pozo, J. (2012). *Competencias profesionales: Herramientas de evaluación: el portafolios, la rúbrica y las pruebas situacionales*, 1ª ed. Narcea.
- Hernández, J.A. y otros cuatro autores, (2014). *Clúster aeroespacial. Perfil para el estado de Sonora*. Congreso Internacional de Investigación Científica Multidisciplinaria ICM ITESM Chihuahua. 4-38. Chihuahua, México.
- Linares, J. (2016). *La transnacionalización del espacio en México: el caso de la industria automotriz en el siglo XXI*. 21º Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México. 13. Yucatán, México.

Navarro, G. y otros tres autores (2015). *Construcción de conocimiento en educación superior: Educación de competencias genéricas en la Universidad de Concepción (Chile)*. (G. Navarro, Ed.) Concepción: Universidad de Concepción.

Orozco, F. (2014). *La mecatrónica y la combinación de disciplinas independientes*. *Electrónica y servicio* 155 (1), 39.

PSICORE (2014). *Batería de competencias laborales nivel administrativo A*. 2ª ed. Editoria Psicore. Guatemala, Guatemala.

Rodríguez, E.; Sánchez O.; Avendaño, J. (2016). *Análisis de competencias específicas en el desarrollo de proyectos integradores en Ingeniería Mecatrónica*. *Revista I3+*, 3(1), 24 – 41.

Vargas, J. (2007). *Las reglas cambiantes de la competitividad global en el nuevo milenio: las competencias en el nuevo paradigma de la globalización*. *Red Internacional de Investigadores*, 1(1), 1-21.

20TCE. Formación a distancia para ingenieros en Comunicación de la Ciencia.

Ximena A. Valente Hervier¹, Virginia Scotta², Marcela A. Boggio Sosa³.

1. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Email de contacto: xvalente@fceia.unr.edu.ar
2. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Email de contacto: scotta@fceia.unr.edu.ar
3. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario. Email de contacto: mboggio@fceia.unr.edu.ar

Resumen

Este trabajo de investigación tiene como objetivo valorar la efectividad de un conjunto de herramientas didácticas para la comunicación de la ciencia. Se trabajó según los intereses y necesidades del grupo de estudiantes de posgrado que cursaron la asignatura "Introducción a la Comunicación Académica" en el marco de la Maestría de Energía para el Desarrollo Sostenible, de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario. Como bases teóricas se utilizaron las estrategias didácticas de Goodman, Díaz y Hernández, entre otros muchos autores. En lo metodológico, se trabajó desde la perspectiva de la investigación – acción, a partir de la modalidad de proyecto factible. A los efectos de la recolección de datos se generó un registro anecdótico y se contó con encuestas de satisfacción de los alumnos, así como notas de campo. Se llegó a la conclusión de que las estrategias didácticas utilizadas han permitido la consolidación de las herramientas de comunicación de la ciencia de los alumnos estudiados a nivel de comprensión de textos y comunicación de ideas y textos en formato académico.

Palabras clave: e-learning, comunicación de la ciencia.

Abstract

This research paper has the goal of evaluate the effectiveness of a set of didactic tools for science communication. We worked based on the interests and needs of a group of post grade students that took the module "Introduction to Academic Communication" from the Master Degree on Energy for Sustainable Development, from the Science, Engineering and Surveying at the National University of Rosario, Argentina. As theoretical background se used the work of Goodman, Díaz and Hernández, among other authors. From the methodological point of view, we worked with an action research perspective, considering it a feasible project. In order to collect data an anecdotal registry was generated and we worked with the satisfaction polls done by the students, as well as with field notes. We ended up with the conclusion that the introduced didactic strategies allowed the consolidation of the science communication tools with the students, at the text comprehension and ideas and academic texts communication levels.

Keywords: e-learning, science communication.

1. Introducción

La importancia de que los alumnos universitarios dispongan de las habilidades técnicas necesarias de lectura comprensiva y de producción de textos académicos es evidente. A pesar de ser una preocupación que atraviesa todos los niveles educativos, resulta más acuciante la necesidad estratégica de contar con alumnos en el nivel de educación de posgrado capaces de comprender los textos de lectura obligatoria, y poder comunicar sus ideas de manera correcta y respetando los estilos y estándares del dominio académico. A pesar de esta necesidad, la realidad de las aulas muchas veces

marca una flagrante carencia de herramientas de comprensión y producción a nivel académico, herramientas que consideramos fundamentales para la eficiente adquisición y aprehensión de conceptos y teorías.

En virtud de las falencias detectadas en general en los alumnos que transitan carreras de posgrado en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario, se procedió a diseñar y desarrollar un currículo prototípico para avanzar en la impartición de los elementos básicos de los estándares de Comunicación de la Ciencia para los estudiantes del

primer año de la Maestría de Energía para el Desarrollo Sostenible, tomándolo como caso testigo para avanzar en una estandarización de este tipo de formación en los claustros de posgrado. El objetivo de este trabajo es sistematizar la experiencia de la Asignatura de Educación a Distancia “Introducción a la Comunicación Académica”, impartida en el marco de la Maestría de Energía para el Desarrollo Sostenible.

La hipótesis de este trabajo plantea que, a partir de la introducción de la asignatura mencionada en el primer año de la carrera, se ha detectado un cambio más que significativo en el desempeño de la producción académica de los alumnos que han cursado y aprobado la materia referenciada.

2. Materiales y métodos

Se ha trabajado con las dos cohortes de estudiantes que han cursado y aprobado la asignatura en los años 2016 y 2017, siendo en total unos 30 alumnos de posgrado.

Durante el cursado a distancia la docente ha realizado una encuesta de satisfacción de los alumnos sobre el contenido y la forma de dictado de la materia, y sus resultados fueron sistematizados para utilizarlos como métricas de mejora continua.

3. Resultados y Discusión

La asignatura “Introducción a la Comunicación Académica” de la Maestría en Energía para el Desarrollo Sostenible, carrera de posgrado de la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, de la Universidad Nacional de Rosario es impartida en formato a distancia.

En ella se propone a los alumnos trabajar desde el comienzo y de manera transversal con la producción de textos y pósteres académicos, iniciando con algunas reflexiones básicas sobre la comunicación, e introduciendo al alumno a los principales estándares de producción científica en la ingeniería, como lo son los formatos LaTeX, IEEE, e INCOTEC.

Del mismo modo, se aborda las mejores formas de búsqueda de bibliografía en bases académicas, y se ejercita el uso de las normas APA en la producción científica.

Un tema especialmente relevante para este perfil profesional son las comunicaciones orales, y durante la asignatura se revisan sus formatos, sus dificultades y mejores prácticas para acometerlas.

Merece especial mención la introducción de una unidad final que versa sobre las cuestiones éticas en torno a la producción académica, atendiendo a los valores del investigador y reconociendo buenas prácticas en este sentido.

Cabe aclarar que muchos de los alumnos que deciden matricularse en la Carrera de Posgrado mencionada son ingenieros profesionales, muchas veces alejados por su práctica laboral habitual de las actividades académicas y de producción científica. Por ello, resulta fundamental dotarlos de herramientas prácticas para reforzar y fortalecer sus capacidades técnicas de comprensión y producción de textos académicos que comuniquen resultados en ciencia y tecnología.

En esta investigación partimos de la base de que la lectura es un proceso interactivo de complejidad, siendo el medio básico para adquirir y procesar información, y como tal debe ser dotado de las principales herramientas didácticas para mejorar su desempeño.

Un estudio en torno al área cognitiva realizado por investigadores de la Universidad de Concepción, Chile, junto a investigadores de la Universidad de San Pablo, Brasil, identifica las siguientes dificultades en los alumnos de carreras científicas como Física e Ingeniería (Chile, 2002):

- Pobre capacidad de comprensión del material escrito;
- Tendencia a la memorización rutinaria más que a la comprensión y formación de conceptos;
- Tendencia a generalizar sin disponer de información pertinente.

El mismo informe identifica como las principales dificultades asociadas al pensamiento y a la capacidad de razonamiento las siguientes:

- Dificultad para describir acontecimientos desde diferentes sistemas de referencia;
- Inconsistencia en el razonamiento lógico;
- Dificultad para entender, elaborar y operar con abstracciones.

Finalmente, el mencionado informe identifica como principales dificultades relacionadas con la resolución de problemas las siguientes:

- Escaso desarrollo de la capacidad de análisis;
- Capacidad limitada de aplicar conceptos;
- Poca capacidad para enfrentar situaciones complejas en relación a la solución de problemas.

Como bien lo expresa Martín: “La experiencia muestra que las dificultades tienden a aumentar en los niveles más avanzados de escolaridad. Muchas tienen relación con las habilidades para procesar información y con el desarrollo de esquemas que faciliten el almacenamiento, la recuperación y el uso apropiado de los conocimientos. La mayoría no están

suficientemente preparados para cumplir con las exigencias que requieren trabajadores críticos y analíticos, capaces de innovar y de resolver problemas, con dominio de las habilidades de expresión y capaces de aprender en el lugar de trabajo” (Martín, 2012, p.22).

Ante el desafío que plantea para la academia las carencias de arrastre de comprensión lectora y producción científica de los alumnos, en este caso particular, de posgrado, el Laboratorio de Energía en el marco de la Maestría en Energía para el Desarrollo Sostenible se plantea dotar a los alumnos ingresantes a la carrera de un conjunto de herramientas técnicas y didácticas para reforzar las capacidades analíticas y comunicacionales de los alumnos.

A fin de garantizar el acceso de todos los estudiantes, independientemente de la carga semanal disponible para sus estudios, se decidió introducir la asignatura en formato distancia, de manera tal de posibilitar un seguimiento más focalizado en las necesidades de cada alumno, favoreciendo el trabajo uno a uno con la docente encargada de dictar la materia.

Al finalizar cada cohorte, se les solicitó a los alumnos que completaran una encuesta de satisfacción sobre el contenido de la asignatura y la forma de dictado de la misma, obteniéndose como resultados que sobre una muestra de 30 alumnos encuestados, el 90% reconoce que la asignatura ha satisfecho sus expectativas en torno a los contenidos teóricos analizados, la relación entre lo estudiado y su aplicación a la vida académica, y consideran que la asignatura les ha dotado de herramientas que facilitan su desempeño académico en otras asignaturas.

4. Conclusiones

En virtud de todo lo anteriormente expuesto, consideramos que es una experiencia muy enriquecedora, tanto para los alumnos como para los docentes, y la misma es fácilmente replicable en

otras carreras e incluso en otras disciplinas, ya que se comienza a evidenciar cómo las habilidades adquiridas en la asignatura facilitan la producción académica de los alumnos en otras asignaturas, y más especialmente, de cara a la formulación de la tesis de carrera.

Por ello, creemos que este tipo de formato puede utilizarse como caso testigo para afianzar las habilidades de comunicación de la ciencia y la tecnología en las carreras científicas.

5. Referencias

Campoverde, S.; Muñoz, M.; Pesantes, F.; Tinoco, N. (2015). *Introducción a la Comunicación Académica*, Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.

Chois Lenis, P.M. (2014) *La Investigación sobre la Escritura en Maestrías y Doctorados: hacia un Estado del Arte*, V Encuentro Internacional y IV Encuentro Nacional de Lectura y Escritura en la Educación Superior, REDLEES, Bogotá, Colombia.

Chois, P. y Jaramillo, L. (2016) *La investigación sobre la escritura en posgrado: estado del arte*, *Lenguaje* 44 (2), pp. 227 – 259.

Díaz Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw Hill.

Fumero, F. (2009). *Estrategias Didácticas para la Comprensión de textos. Una propuesta de investigación acción participativa en el aula*, *Investigación y Posgrado* 24 (1), pp. 046 – 073, Caracas, Venezuela.

Goodman, K. (1996). *La lectura y los textos escritos. Una perspectiva transaccional Sociopsicolingüística*. Buenos Aires: Asociación Internacional de Lectura. Lectura y Vida.

Los problemas de los alumnos que ingresan a la Universidad. Proyecto de investigación. Universidad Nacional de Chile.2002.

Martin, S. (2012). *Un estudio sobre la comprensión lectora en estudiantes del nivel superior de la Ciudad de Buenos Aires*, Tesis de Maestría, Posgrado en Educación, Universidad de San Andrés, Buenos Aires, Argentina.

Solé, I. (2006). De la lectura al aprendizaje. En C. Lomas (comp.), *Enseñar lenguaje para aprender a comunicar(se)*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

21TCE. Análisis del número de agrupamientos en función del tamaño del sistema en la MRP.

Analysis of the number of groupings according to the size of the system in the MRP.

Julián Agustín Tazare¹, Tania Daiana Tobares¹, Claudio Fabián Narambuena², Fabricio Orlando Sanchez Varretti¹.

1. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Rafael. Grupo SiCo. Gral. Urquiza 314, 5600, San Rafael, Mendoza, Argentina. julian.tazare@gmail.com.
2. Instituto de Física Aplicada, CONICET, Chacabuco 917, 5700, San Luis, Argentina.

Resumen

En tiempos de globalización y de mercados competitivos, resulta de vital importancia para las organizaciones el focalizar sus actividades a través de procesos planificados en detalle, que cuenten con un diseño eficiente y sustentable. En este contexto, una gestión exitosa de la cadena de abastecimiento resulta uno de los pilares para lograr desde el inicio competitividad y posicionamiento. En particular, la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) necesaria para llevar a cabo la producción en tiempo y forma y así abastecer a la demanda, plantea la necesidad de analizar diversas técnicas alternativas de organización y optimización de tareas. Variados modelos de programación dinámica han sido desarrollados en las últimas cinco décadas, siendo utilizados por empresas de clase mundial, ya que se consigue con ellos menores costo de abastecimiento. Por otro lado es bien conocido el efecto del agrupamiento tanto de tareas como de procesos, así como de sistemas físicos y naturales; donde las combinaciones posibles de ordenamiento de los elementos son de crucial importancia. Es la intención del presente trabajo el establecer una nueva forma de representación de la relación entre los costos de pedir y mantener materiales, y el número de pedidos generados para un sistema de N períodos; así como también examinar el efecto de la variación de los diferentes parámetros.

Palabras Clave: planificación, materiales, agrupamiento, simulación.

Abstract

Nowadays due to globalization and the competitiveness of the market, it is vital for organizations to focus their activities through planned projects, with an efficient and sustainable design. In this context, a successful management of the supply chain is one of the pillars to achieve goals and positioning from the beginning. In particular, Materials Requirement Planning (MRP) raises the need to analyze alternative organizational techniques in order to optimize tasks. Various dynamic programming models have been developed in the last five decades, being used by world-class companies since they achieve lower costs of supply. On the other hand, the effect of grouping tasks and processes, as well as physical and natural systems is well known in these areas; where the combinations of the elements are of crucial importance. It is the intention of the present work to establish a new way of representation of the relationship between the costs of ordering and maintaining materials, and the number of orders generated for a system of N periods; as well as to examine the effect of variations in the different parameters.

Keywords: planning, materials, grouping, simulation.

1. Introducción

La evolución en la planificación de la producción y la significancia que ha adquirido un buen diseño del abastecimiento de los procesos productivos de una compañía han llevado a las mismas a replantearse diferentes enfoques a lo largo de los

años, con el objetivo de incrementar la flexibilidad y reaccionar de una forma más rápida para cumplir con las necesidades del mercado. También se reducen ampliamente los costos superfluos que no potencian la calidad ni los tiempos de respuesta.

Indefectiblemente, las tareas de abastecimiento así como también el manejo de inventario no pueden

desvincularse de la planificación de la producción, siendo un campo de amplio interés de estudio no solo para el ámbito industrial sino que también para el científico. La planificación de la producción se propone asegurar la disponibilidad de productos para un determinado horizonte temporal, a la vez que se minimizan los costos asociados. Si bien a través del estudio de esta disciplina se han generado diversos modelos y métodos de planificación, dista mucho de haberse desarrollado y comprendido una forma completamente óptima de organizar la misma (Holmström, 2012). A su vez, las herramientas informáticas y la computación permiten llevar a cabo ensayos y simulaciones que facilitan y agilizan los tiempos de las tareas y procesos en cuestión (Gálvez, 1993; Alhourani, 2013; Fu, 2015).

Es el fin de toda empresa en la actualidad el alcanzar una logística sustentable a lo largo de su proceso productivo, lo que hace necesario el uso de todos los recursos como así también de las herramientas ya mencionadas para una planificación eficaz que responda a los planes empresariales (Pawlewski, 2014). El horizonte temporal para dicha planificación puede ser de tres tipos: largo, mediano y corto plazo (Karimi et al., 2003). La Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP) se centra fundamentalmente en el mediano plazo, siendo a su vez la incumbencia del presente trabajo, el cual se concentrará en las decisiones del tipo Single-Level Lot Sizing, un problema del tipo NP-Hard (Van Hoesel & Wagelmans, 2001) que nos permiten identificar cuando y cuanto de nuestro producto debemos producir minimizando los costos de producción, almacenamiento y reduciendo los desperdicios y tiempos ociosos. Sin embargo las distintas variables de este tipo de problema tan complejo hacen que la dificultad de resolución del mismo crezca en forma continua. Podemos citar aplicaciones industriales donde se aprecian las distintas variantes y complejidades aparejadas con la temática; donde las herramientas de optimización para distintos modelos de simulación dependen directamente de la complejidad del sistema en cuestión y donde se abordan estos problemas con software comercial y desarrollos propios (Guimarães et al., 2015). En este último trabajo mencionado un problema de optimización-transporte es estudiado mediante un análisis combinatorio junto al análisis mediante agrupamiento de las variables del sistema; es ahí donde se utiliza un software comercial y propio para la comparación entre los distintos métodos utilizados.

También en trabajos recientes se ha analizado el diseño de una cadena de suministro sustentable

que es un problema de programación matemática multi-objetivo (Gagliardo & Corsano, 2011) donde se propone un modelo matemático mixto entero lineal (MILP) para el diseño óptimo de una cadena de suministro. El modelo es presentado como una formulación multi-objetivo y se resuelve optimizando en forma iterativa el modelo económico donde el daño ambiental es considerado mediante restricciones del tipo constrain satisfacción y donde la resolución se lleva a cabo mediante el software comercial CPLEX. Podemos marcar una diferencia de este último trabajo con respecto al nuestro donde analizaremos un problema del tipo Dimensionamiento de Lote de Elemento Único sin Restricciones en los Recursos, single-item uncapacitated lot sizing (Karimi et al., 2003).

Las aplicaciones son múltiples y las herramientas diversas como se puede observar y donde se utiliza tanto software comercial como desarrollos propios para resolver los distintos esquemas propuestos. En el caso del software comercial también podemos citar un desarrollo probado y ya comentado como CPLEX (Van Hoesel & Wagelmans, 2001) que abarca diversos tópicos de la investigación operativa como son: Operational decision management, decision optimization y Supply chain management.

En función de los aspectos previamente mencionados es que el presente trabajo se propone establecer una nueva forma de representación de la relación entre los costos totales de pedir y mantener, y el número de pedidos generados para un sistema de N períodos; así como también examinar el efecto de la variación en la relación costo de pedir/costo de mantener. También se analiza el efecto en la variación de las cantidades solicitadas en cada período. A continuación se presentan los métodos y materiales empleados. Posteriormente discutiremos los resultados. Por último, presentaremos las conclusiones.

2. Materiales y métodos

Para un periodo establecido, se analizan todas las posibles combinaciones de realizar una serie determinada de pedidos, asociados a los costos en los que se incurre.

Un método para resolver el problema de optimización es enumerar $2^{(N-1)}$ combinaciones. En general es necesario poner a prueba las N_{pj} (cantidad de pedidos realizados en el periodo estudiado) políticas en el período N-ésimo, lo que implica una tabla de $2^{(N-1)}$ entradas con todas las posibles formas de pedir. Es aplicable en la actualidad hasta ciertos valores de N ya que el

poder de cálculo necesario para analizar todas estas combinaciones crece en forma geométrica. Mediante el uso de herramientas computacionales se obtienen de esta forma y en primer lugar, las combinaciones posibles de cómo pedir y los tamaños de agrupamientos que resultan más preponderantes.

Con dicha información se procede con la representación de la relación existente entre los costos totales y el cociente entre las cantidades de agrupamientos y el tamaño N del sistema. Esta visualización permite un análisis de los costos en que se incurre así como su relación con los tamaños óptimos.

Además se lleva a cabo un análisis estadístico y de caracterización con el fin de observar la frecuencia de ocurrencia de los diferentes tamaños de agrupamientos y su influencia en los costos asociados (Costo de pedir, C_p , y Costo de mantener, C_m), lo cual se verá plasmado en la observación de los puntos de optimización del sistema para cada tamaño de periodo N. El algoritmo que nos permitirá establecer la determinación de los costos mínimos a través de la relación entre agrupamientos y el tamaño del sistema se basará en el siguiente proceso:

Definir el vector con N períodos;

Definir las cantidades a pedir en cada uno de los N períodos;

Definir los costos cada período;

Recorrer el vector de N períodos calculando todas las combinaciones posibles de pedido;

Calcular el costo de cada combinación obtenida;

Sumar los grupos de pedidos de acuerdo a su tamaño;

Almacenar los diferentes grupos de pedidos de acuerdo a su tamaño;

Si el costo resultante es óptimo, almacenar el tamaño del grupo de pedido;

Repetir.

Se analiza el comportamiento de todas las combinaciones posibles de formas de pedir materias primas mediante el algoritmo que recorre todas estas opciones calculando a su vez el costo de las mismas y conservando los tamaños de los grupos de pedidos. Es decir, estudiar cómo se agrupan los pedidos para cada solución óptima. Nos interesa saber con qué frecuencia aparecen los distintos agrupamientos para cada una de las formas de pedir dadas y si tiene relevancia el orden de los mismos dentro del periodo analizado. Registrando la relación establecida por el tamaño de cada agrupamiento (la cantidad de periodos que abarca ese agrupamiento respecto del sistema) y

los costos totales involucrados, estaremos caracterizando nuestro sistema.

A su vez, además de explorar la alteración del sistema frente al orden en la combinación de las formas de pedir, es de interés examinar la influencia que genera una variación en la relación de costos como así también la homogeneidad de las cantidades pedidas en cada período.

3. Resultados y Discusión

Resulta de interés analizar la relación existente entre las cantidades de agrupamientos que se realizan al momento de formular un pedido en función del tamaño establecido para el sistema, observando a su vez la preponderancia de los tamaños que generan una mayor aparición en cuanto a su combinación numérica. El entendimiento de dichas distribuciones a lo largo del período temporal N nos permite observar patrones que reflejen la dinámica del sistema. Con la obtención de una solución óptima para el proceso de adquisición de materiales en cuestión, es posible la reducción de costos, la disminución de desperdicios y el desarrollo de procesos más eficientes.

Se han desarrollado diversas técnicas que indican la cantidad de periodos a agrupar de modo de realizar una adquisición de recursos para cubrir las necesidades de dichos grupos. Es así que de este modo las necesidades de los N periodos estarán satisfechas por una serie de agrupamientos N_{pj} , los cuales están constituidos por una cantidad a_{ij} de periodos acumulados, ec. 1.

$$N = \sum a_{ij} \quad (1)$$

Periodo	1	2	3	4	5
Requerimientos	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
Tamaño de agrupamiento, l_j		2		3	
Cantidad de agrupamientos, N_{pj}			2		

Figura 1. Esquema de una serie de pedidos (N=5) donde se pueden apreciar dos agrupamientos de tamaños 2 y 3.

Queda definido, para N periodos de una planificación de requerimientos de materiales, una serie de agrupamientos de tamaño variable. Los tamaños de estos grupos, l_j pueden ser $l_j = 1$ (un agrupamiento incluye un solo periodo) hasta $l_j = N$ (un solo agrupamiento abarca los N periodos). La suma de las cantidades de pedidos multiplicadas por sus tamaños es igual al tamaño del sistema.

Una solución óptima se encuentra al hallar una combinación de pedidos de tamaños l_j , pudiendo la cantidad de los mismos estar comprendida entre $1 \leq N_{pj} \leq N$ dando como resultado para esta combinación de pedidos un costo total mínimo.

Es interesante analizar cómo influye el orden y la cantidad de agrupamientos en cada una de las combinaciones posibles. Tomemos como ejemplo dos casos extremos para la situación en la cual el tamaño del sistema se corresponde con un $N=8$. Se cuenta con 8 períodos y se realiza, en primer término, un pedido por cada uno de dichos lapsos; de esta forma se establece una relación entre la cantidad de agrupamientos (instancias en las que se lleva a cabo un pedido) y el tamaño total del sistema en cuestión. Esta relación se define de la siguiente manera:

$$N_8 = \frac{(1+1+1+1+1+1+1+1)}{8} = 1,0 \quad (2)$$

Siendo el subíndice una referencia al tamaño del pedido.

Sin embargo, en el supuesto de que se realice un único pedido que sume las necesidades de materiales de los 8 períodos, lo cual implicaría la consideración del almacenamiento de los materiales, la relación establecida se calcula del siguiente modo:

$$N_8 = \frac{(1)}{8} = 0,125 \quad (3)$$

Para $N=8$ y para valores de a_{ij} definidos previamente, una de las combinaciones que resulta óptima es la que implica la adquisición de materiales en tres instancias: en primer lugar para 3 períodos, luego para otros 3 y por último para los 2 restantes.

Si calculamos la relación entre la cantidad de agrupamientos o clústeres respecto del tamaño del sistema, para esta situación específica de costo mínimo, nos queda:

$$N_8 = \frac{(1_3+1_3+1_2)}{8} = 0,375 \quad (4)$$

Sin embargo, la combinación podría haber sido de la siguiente forma:

$$N_8 = \frac{(1_4+1_2+1_2)}{8} = 0,375 \quad (5)$$

Es decir que los materiales se hubiesen adquirido de igual manera en tres instancias, pero aquí en

primer lugar se abastecen 4 períodos y luego los restantes en las otras 2 oportunidades.

Las ecuaciones (4) y (5) arrojan la misma relación en función del tamaño de agrupamiento, sin embargo, cuando estas formas de agrupar se relacionan con los costos que implican las tareas de mantener y pedir, los resultados obtenidos no son los mismos. El orden que resulta de la ecuación (4) presenta un menor costo (\$440) comparado con el de la ecuación (5) (\$460), lo que plasma la influencia que presenta la determinación en el tamaño y el orden de los agrupamientos sobre el costo total en el que se incurre al momento de pedir.

La figura 2 permite visualizar las situaciones planteadas anteriormente. En la misma se aprecian los costos totales asociados (Costo de pedir, C_p , más Costo de mantener, C_m) a cada una de las combinaciones en función del indicador que expresa la relación entre la cantidad de agrupamientos y el tamaño total del sistema, para una relación de costos $C_p/C_m=100$. Dicho caso a su vez considera una homogeneidad en el tamaño de los pedidos, tratándose de 20 unidades para cada uno de los 8 períodos considerados.

Se detallan en la figura también los casos extremos en donde se realiza un solo pedido de tamaño N (punto superior derecho) y el caso donde realizamos N pedidos de tamaño igual a 1 (punto superior izquierdo), y que tienen asociados costos totales mayores. A modo de brindar una guía visual, se delimitan los valores máximos y mínimos para cada valor de relación entre el número de agrupamientos y el tamaño del sistema (líneas de trazo). Todos los resultados posibles quedan comprendidos dentro de esta área.

Existen formas de agrupamiento para las cuales la relación entre dicha cantidad de grupos y el tamaño del sistema permanece constante, pero cuyos costos difieren en gran medida, lo que nos permite afirmar que el tamaño de agrupamiento influye de manera directa en el costo total final. El orden en el que se realiza el agrupamiento no presenta significancia para el presente caso de análisis. A modo de ejemplificar esta situación podemos suponer el caso plasmado en la ecuación (4), pero modificando el orden en el que se piden las cantidades determinadas. De esta forma tenemos:

$$N_8 = \frac{(1_2+1_3+1_3)}{8} = 0,375 \quad (6)$$

La ecuación (6) arroja un mismo valor de relación que la ecuación (4) y, a su vez, el costo total

asociado resulta igual (\$440). Lo mismo sucede en el caso de invertir el orden de los pedidos en la situación de la ecuación (5).

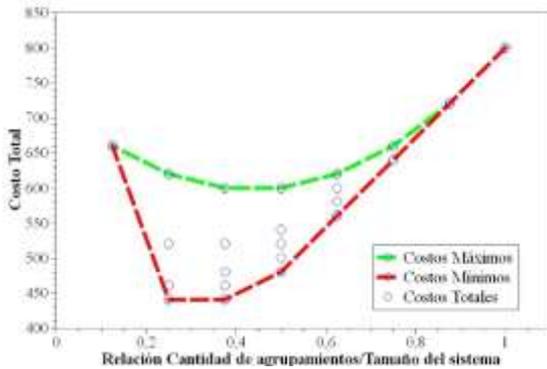


Figura 2. Costo en función del número de agrupamientos para N=8, pedidos homogéneos y relación $C_p/C_m=100$.

Resulta de interés además, considerar la influencia que presenta una variación en la modificación de los costos, así como también en la homogeneidad respectiva a la cantidad pedida en un período respecto del siguiente. A continuación se analizan dichas variantes, tomando como situación base la representada en la figura 2.

En la figura 3 puede observarse la situación inicial, en la cual se ha variado la homogeneidad en el tamaño de los pedidos de materiales. En lugar de requerirse 20 unidades en cada uno de los 8 períodos, se analiza lo que sucede al solicitar 40 unidades cada dos períodos.

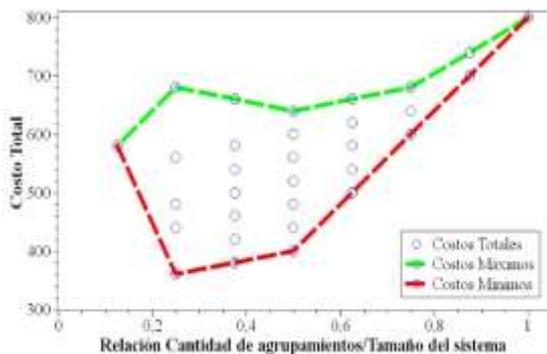


Figura 3. Costo en función del número de agrupamientos para N=8, pedidos heterogéneos y relación $C_p/C_m=100$.

La heterogeneidad en el tamaño de los pedidos genera una mayor amplitud en el rango de valores tomados por las distintas combinaciones, siendo el área delimitada por los valores máximos y mínimos de mayor dimensión. A su vez es importante remarcar que esta situación alcanza valores de costos menores, obteniéndose una

optimización de los costos respecto del caso anterior.

La situación que se presenta en la figura 4 conserva la homogeneidad en el tamaño de pedido de materiales, pero en este caso varía la relación de costos, siendo $C_p/C_m=50$, lo que indica una menor diferencia monetaria para el caso de pedir o de mantener en inventario.

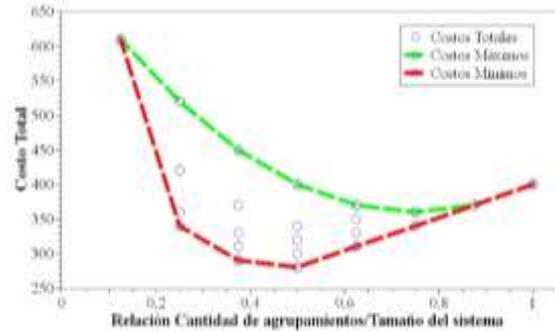


Figura 4. Costo en función del número de agrupamientos para N=8, pedidos homogéneos y relación $C_p/C_m=50$.

Como se puede observar en la gráfica, los valores de costos presentan un sesgo hacia la izquierda, lo cual indica que para una relación menor entre el costo de pedir y el de mantener, se reducen ampliamente los costos de realizar mayor cantidad de pedidos, lo que implica más cantidades de agrupamientos y menores tamaños de los mismos. Los valores óptimos de pedido por su parte continúan manteniéndose alrededor del valor 3 para la relación entre el número de agrupamientos y el tamaño del sistema. Puede verse también como se amplía de gran manera el costo de realizar un único pedido para abastecer el período completo, lo cual se ve reflejado en el punto superior izquierdo.

Para el caso de la figura 5, considerando la relación de costos $C_p/C_m=50$ pero para el caso de pedidos heterogéneos, se puede observar nuevamente una mayor amplitud en el rango de costos alcanzados por las combinaciones y el sesgo de la curva hacia el lado izquierdo. Comparado con la figura 4 puede verse también el alcance de menores costos frente a la misma relación entre estos.

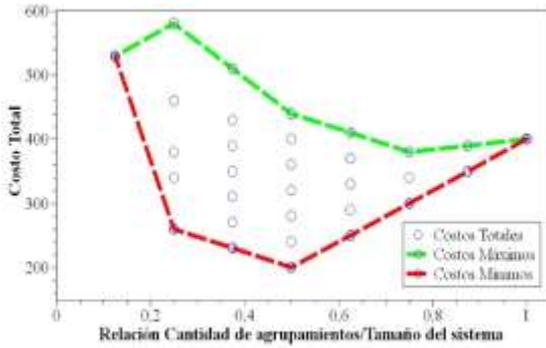


Figura 5. Costo en función del número de agrupamientos para N=8, pedidos heterogéneos y relación $C_p/C_m=50$.

Si por el contrario, la relación de costos se aumenta a $C_p/C_m=200$, obtenemos el caso que se presenta a continuación en la figura 6.

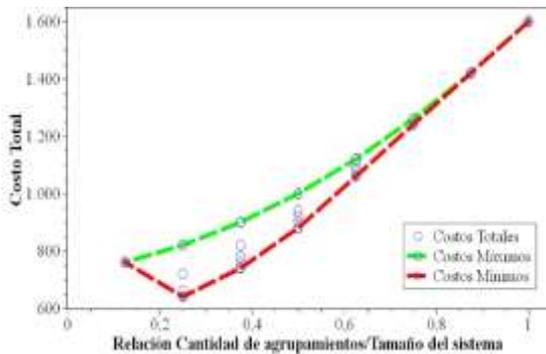


Figura 6. Costo en función del número de agrupamientos para N=8, pedidos homogéneos y relación $C_p/C_m=200$.

Aquí puede observarse que frente un significativo incremento de los costos de pedir por sobre los de mantener, la tendencia indica que es conveniente una reducción en la cantidad de veces que se pide, es decir, menos número de agrupamientos pero de mayor tamaño. Cabe destacar que nuevamente los valores óptimos se encuentran en los casos de realizar 2 o 3 agrupamientos.

Nuevamente y tal como se muestra en la figura 7, una variación en la homogeneidad de los pedidos amplía el rango de costos que toman las combinaciones y ofrece valores de solución optimizados.

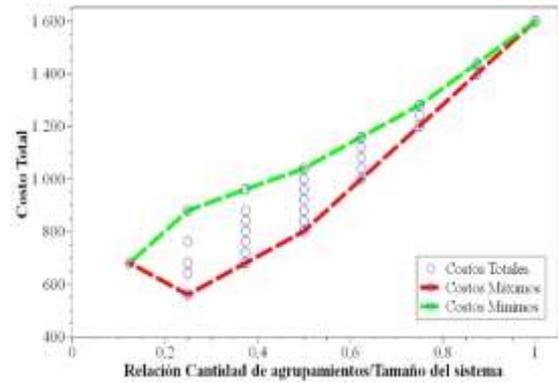


Figura 7. Costo en función del número de agrupamientos para N=8, pedidos heterogéneos y relación $C_p/C_m=200$.

4. Conclusiones

El análisis de los tamaños de los distintos agrupamientos formados a la hora de realizar un pedido de materia prima nos permite descartar casos extremos y poco probables.

Analizando los patrones relacionados con el tamaño de los grupos de pedidos y sus costos totales podemos decidir qué casos contemplar y cuales descartar por tener costos asociados mayores y de este modo obtener una solución óptima. Se observa un patrón característico en la forma de agrupamiento de los pedidos que nos permite decidir qué caso utilizar y cuales no tener en cuenta, pudiendo de este modo reducir el número de combinaciones a analizar. Dentro de un tamaño promedio particular podemos evaluar cuál es el beneficio de modificar un pedido cambiando la distribución de los grupos de pedidos asociados. De este modo se disminuye el tiempo de procesamiento de la planificación de requerimiento de materiales ya que debemos concentrarnos solo en los agrupamientos más probables y con menores costos totales.

En base a lo analizado podemos decir: i) para una razón dada de costos de pedir a costo de mantener podemos definir un número más probable de agrupamientos, el cual relacionamos con los costos totales; ii) para un número de agrupamientos constante observamos cómo influye la distribución de los grupos de pedidos en los costos totales, iii) los casos donde los tamaños de agrupamientos $l_j \approx 1$; $l_j \approx N$ nunca presentan soluciones óptimas para el sistema. iv) para un mismo número de agrupamientos, una variación en la combinación de los mismos puede influir fuertemente en los costos totales. v) la situación analizada no se ve influenciada por el orden en que se lleven a cabo los pedidos de una determinada combinación.

5. Referencias

- Holmström, J; Georges A; Romme, L. (2012) Guest editorial: *Five steps towards exploring the future of operations management*, Oper. Manag. Res., v. 5, 37 – 42.
- Gálvez, J; Gónzales, J. (1993). *Algorítmica, Análisis y Diseño de Algoritmos II Edición*. Editora RA-MA - Addison-Wesley Iberiamericana. USA.
- Pawlewski, P; Greenwood, A. (2014) *Process Simulation and Optimization in Sustainable Logistics and Manufacturing*, Springer.
- Karimi, B; Fatemi Ghomi, S. M. T; Wilson J.M. (2003). *The capacitated lot sizing problem: a review of models and algorithms*. Omega the Int. Journal of Managment Science. Vol. 31, 365 – 378. Netherlands.
- Van Hoesel, C. P. M; Wagelmans, A. P. M. (2001) *Fully polynomial approximation schemes for single-item capacitated economic lot-sizing problems*, *Mathematics Of Operations Research*, v. 26 (2), 339 – 357.
- Guimarães, E. R. S; Rangel, J. J. A; Vianna, D. S; Shimoda, E; Skury, A. L. D. (2015) *Análise de desempenho de modelos de otimização com simulação a eventos discretos*. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering. Vol. 7, N. 13, 18-43. Brasil.
- Gagliardo, A; Corsano, G. (2011). *Un modelo milp multiperíodo para el diseño de una cadena de suministro de bioetanol considerando sustentabilidad*. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering. Vol. 3, N. 2, 209-225. Brasil.
- Alhourani, F. *Clustering algorithm for solving group technology problem with multiple process routings*, Computers & Industrial Engineering, v. 66, 781 - 790, 2013.
- Weeda, P. J. *On similarities between lot sizing and clustering*, Eng. Cost and Production Economics, v. 12, 65 - 69, 1987.
- Sarkar, A.; Das, D.; Chakraborty, S.; Biswas, N. *A Simple Case Study of Material Requirement Planning*, Journal of Mechanical and Civil Engineering, v. 9, 5, 58 – 64, 2013.
- Fu, M. C. *Handbook of Simulation Optimization*, Springer, 2015.
- Tobares, T. D.; Narambuena, C. F.; Sanchez Varretti, F. O. *Análisis de agrupamientos de pedidos mediante enumeración exhaustiva en la MRP*. Simposio Argentino de Informática Industrial, 2017.

22TCE. Estudio de las causas de una falla en un horno de arco eléctrico por sobrecarga. Cálculo del volumen para obtener su capacidad máxima

A study on a fault in an electric arc furnace caused by overload. Calculation of its volume to obtain its maximum capacity

Humberto O. Riccomi¹, Lucía C. Sacco¹, Martín Consigli¹.

1. Departamento de Materias Básicas. Facultad Regional San Nicolás. Universidad Tecnológica Nacional. Colón 332. San Nicolás. Buenos Aires. Argentina. hriccomi@peeirr.com.ar

Resumen

La cátedra de Análisis Matemático II (AMII), de la Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional (FRSN-UTN), viene implementando desde hace años distintas estrategias de aprendizaje centradas en la resolución de problemas reales de la ingeniería a través del uso de herramientas matemáticas incluidas en los contenidos de la currícula. Una propuesta es un Taller de AMII para aquellos alumnos que cursaron la asignatura hace tiempo pero no han terminado la carrera de ingeniería por cuestiones laborales. Este trabajo presenta el análisis de un problema realizado por un estudiante de la carrera de Ingeniería Metalúrgica durante el Taller de AMII en 2015. Dicho problema surgió en el lugar de trabajo del estudiante, al producirse una falla en un horno de arco eléctrico, aparentemente por una sobrecarga. Este hecho motivó a calcular su volumen para así obtener su capacidad máxima.

Los resultados muestran la metodología utilizada por el estudiante, similar a las etapas del trabajo profesional del ingeniero: planteo del problema, justificación del proyecto, desarrollo de conceptos esenciales, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de resultados. Desde el punto de vista docente, se considera que la propuesta contribuye a la transferencia de aprendizajes en la resolución de problemáticas reales de la ingeniería.

Palabras clave: Ingeniería. Resolución de problemas. Modelización Transferencia.

Abstract

The course Mathematical Analysis II (MAII), at Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional (FRSN-UTN), has been developing for years several learning strategies focused on solving real-world engineering problems with the use of mathematical tools included in the course contents. One strategy consists of a MAII Workshop for those students who did the course some time ago but have not finished the Engineering career due to labor issues. This study presents the analysis of a problem carried out by a Metallurgical Engineering student at the MAII Workshop in 2015. Such problem emerged at the student's workplace, where there was a fault in one electric arc furnace, apparently caused by overload. This event led to the calculation of its volume in order to obtain its maximum capacity.

The results show the methodology used by the student, which is similar to the stages of the engineer's professional work: identifying the problem, justifying the project, defining its basic concepts, developing the hypothesis, conducting the experiment, analyzing the results. From the teachers' point of view, it is considered that this strategy contributes to the transfer of learning when solving real-world engineering problems.

Keywords: Engineering. Solution of problems. Modeling. Transfer.

1. Introducción

El trabajo en Ingeniería implica el desarrollo, el diseño, la producción, la evaluación y el control. Cada una de estas funciones requiere de procesos de identificación, búsqueda de alternativas, establecimiento de criterios, análisis y resolución de problemas, entre otras competencias.

A partir de esta base, la cátedra de Análisis Matemático II (AMII), de la Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional (FRSN-UTN), viene implementando desde hace años, distintas estrategias de aprendizaje con sus estudiantes, cuyo eje central se basa en la resolución de problemas reales de la ingeniería en los que se utilicen las herramientas matemáticas que se encuentran dentro de los contenidos de la currícula. Una de ellas es un Taller de AMII para alumnos que por diversas cuestiones, ya sea laborales o por pertenecer al Plan de Estudio anterior, adeudan esta asignatura, imposibilitando la culminación de la carrera de ingeniería.

El Taller de AMII pretende que los estudiantes no solo acrediten los contenidos de la asignatura, sino brindar instancias de realización de actividades autogestionarias y próximas a las situaciones problemáticas o procesos característicos de la profesión de ingeniero, que día a día cada uno realiza en sus puestos de trabajo.

2. Objetivos

Este trabajo presenta la formulación y resolución de un problema por parte de un estudiante del Taller de AMII durante el 2015. El propósito de este trabajo es compartir la experiencia y de ese modo, contribuir en la enseñanza de asignaturas del Ciclo Básico de las carreras de Ingeniería, a partir de la formulación y resolución de un problema propio de la ingeniería. El equipo de cátedra considera que este tipo de trabajo en el aula, se reitera, del Ciclo Básico de las carreras de Ingeniería, permite el desarrollo de competencias específicas (precisión y claridad en el lenguaje, creatividad, análisis e interpretación de problemas reales y modelización) y transversales (autonomía en el aprendizaje y habilidades cognitivas) (Riccomi *et al.*, 2012).

3. Marco teórico - metodológico

En la formación universitaria actual es posible orientar las prácticas docentes en función de estrategias que favorezcan, tanto el proceso de enseñanza como el de aprendizaje. Entre las estrategias implementadas por los docentes de la cátedra de AMII, es posible mencionar: el trabajo de

los contenidos a través de un modelo pedagógico centrado en la resolución de problemas; la presentación de los contenidos en forma de conocimiento situacional; la puesta en práctica de relaciones de interdisciplinariedad entre asignaturas de la carrera; el aprendizaje significativo, el trabajo en equipo y la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Además se considera, como punto de partida para el trabajo en el Taller, lo que establece la Teoría Uno (Perkins, 2003): “La gente aprende más cuando tiene una oportunidad razonable y una motivación para hacerlo”. Este autor afirma que, sabiendo lo que se quiere enseñar, si se proporciona información clara mediante problemas, ejemplos y descripciones; si se ofrece tiempo para la interpretación y el análisis de cómo encarar cada actividad propuesta; si se provee de realimentación informativa y se trabaja desde una plataforma de fuerte motivación intrínseca y extrínseca, es probable que se obtengan logros considerables en la enseñanza.

Particularmente a través de la resolución de problemas como actividad de aprendizaje se puede promover no sólo la comprensión de los conceptos, sino también el modelado y su aplicación para resolver problemas nuevos. No sólo los planteados en los libros de textos tradicionales de Análisis Matemático II. Los docentes de la cátedra consideran que este tipo de propuesta de enseñanza posee un alto valor didáctico en cuanto al análisis de las competencias que se pretende que los estudiantes desarrollen desde el punto de vista de la Ingeniería y de la comunicación oral y escrita.

Los estudiantes, durante el cursado del Taller, y teniendo en cuenta las Unidades Didácticas (UD) que incluye la planificación anual de Análisis Matemático II, deben formular, resolver y defender oralmente como instancia final, tres problemas en los que reconozcan la transferencia de aprendizajes (Perkins y Salomon, 1992; Gagné, 1971; Klausmier, 1984) de los contenidos de la UD. A medida que transcurre el cursado del Taller, entre desarrollos de conceptos teóricos y realización de trabajos conceptuales, investigan cuáles van a ser los tres problemas que prepararán durante el año para el examen final. Durante esta búsqueda inicial, se les presenta a los estudiantes un primer obstáculo que es la definición del problema, acotarlo y redactarlo. La mayoría de los problemas de la Ingeniería surgen de la necesidad, la cual es solicitada por el usuario a través de un lenguaje coloquial. Por ello, la importancia de este momento, para el desarrollo de competencias específicas de comunicación.

Además, dadas las características de los estudiantes que asisten al Taller de AMII, se considera que mostrar la transferencia de aprendizajes de la

asignatura en la resolución de un problema real, en esta etapa de sus carreras, contribuye en fortalecer procesos metacognitivos, como la discusión de la situación planteada, análisis del contexto, emisión de conjeturas, elaboración y explicitación de estrategias a utilizar, propuestas de resolución, análisis de los resultados propuestos, y enunciación de nuevas perspectivas. Enseñar a resolver un problema es dotar al estudiante de destrezas y estrategias, crear en ellos el hábito y actitud de enfrentarse al mundo que los rodea con desafío y generar la actitud de búsqueda de respuestas. Para ello es importante la necesidad de enseñar a plantear situaciones nuevas en las que el alumno aprenda hacer preguntas no solo al profesor, sino además, a la bibliografía de consulta, al compañero, al contexto. El taller de AMII pretende fortalecer en este desarrollo.

Una de las formas más completas para promover en los estudiantes la capacidad de resolver problemas es el trabajo por proyectos. Esta es una metodología de fundamental importancia porque el alumno aprende haciendo, se involucra y se compromete. Cuando hablamos de proyecto nos referimos a la sistematización de actividades y recursos que deben realizarse a fin de producir ya sea bienes o servicios que son capaces de satisfacer necesidades o bien de resolver problemas (UTN, 1997). Existen algunas características que facilitan el manejo del método de proyectos (Blumenfeld y otros, 1991):

1. Planteamiento que se basa en un problema real y que involucra distintas áreas.
2. Oportunidades para que los estudiantes realicen investigaciones que les permitan aprender nuevos conceptos, aplicar la información y representar su conocimiento de diversas formas.
3. Colaboración entre los estudiantes, docentes y otras personas involucradas con el fin de que el conocimiento sea compartido y distribuido entre los miembros de la “comunidad de aprendizaje”.
4. El uso de herramientas cognitivas y ambientes de aprendizaje que motiven al estudiante a representar sus ideas. Estas herramientas pueden ser: laboratorios computacionales, hipermedios, aplicaciones gráficas y telecomunicaciones.

Es importante destacar que los pasos de este método coinciden con las etapas del trabajo profesional del ingeniero, planteo del problema, justificación del proyecto que se llevará a cabo y conceptos esenciales que lo sustentan, formulación de hipótesis de trabajo, experimentación, desarrollo de partes y condiciones para la ejecución.

4. El problema

A continuación se presenta uno de los problemas que propone uno de los estudiantes resolver, desde el

punto de vista matemático, en el Taller de AMII durante el 2015. Dicho problema surge de una inquietud por analizar una situación en su propio lugar de trabajo, una industria siderometalúrgica radicada en la zona de influencia de la FRSN-UTN.

El enunciado del problema es:

En uno de los hornos de arco eléctrico, ubicado en una industria siderometalúrgica de la zona, se produce un desprendimiento del refractario en la parte superior, a la altura del calce, y una posterior perforación de la carcasa metálica, simultáneamente en tres puntos cercanos a los electrodos. Este incidente provocó grandes daños en las instalaciones aledañas al horno y puso en riesgo al personal afectado a la operación del horno. Del análisis posterior del hecho y para poder esclarecer lo que había pasado, surge la necesidad de constatar si se debió a la carga excesiva del horno superando su capacidad máxima. Para ello se requiere calcular cuál es el volumen real del horno para alojar la mezcla fundida.

La Figura 1 muestra una imagen tridimensional del horno de arco eléctrico.

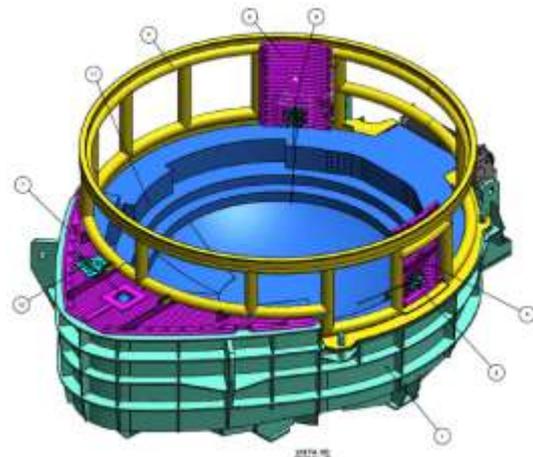


Figura 1. Horno de arco eléctrico

A continuación se presenta el proceso de resolución del problema por parte del estudiante, identificando cada una de las etapas por la cual fue transitando, señalando aciertos y errores.

5. Resolución del problema

Primera etapa: Contextualización de la situación problemática

En primer lugar, el estudiante recupera de sus conocimientos disponibles, características del tipo de horno con el que se está trabajando, lo cual le

permita luego, generar el mayor número de ideas que sean posibles soluciones al problema.

Breve referencia al horno de arco de fusión

La industria siderometalúrgica en cuestión cuenta con 3 hornos de arco de fusión (eléctricos) de corriente alterna con tres electrodos. La carga de los hornos es mixta en donde se funde chatarra y hierro esponja (resultante de la planta de reducción directa) o DRI (*direct reducción iron*). En el proceso se adiciona cal y carbón, además de otros aditivos de acuerdo al acero. Normalmente, se cargan entre 125 y 130 toneladas por colada de carga metálica sólida para producir 110 toneladas de palanquilla por colada. La chatarra se carga mediante una grúa y el DRI y aditivos se hace a través de cintas transportadoras. Mientras se produce la carga de DRI el horno está en marcha y se conoce como “etapa de baño plano o afino”. Generalmente, la proporción es entre 30 a 40% de chatarra y 70% a 60% de DRI. Cada horno tiene inyectores de carbón y oxígeno para aportar energía química, además de la eléctrica, y para mantener la escoria inflamada o espumosa, de modo que el arco este siempre sumergido en esta y provocar la fusión de la chatarra que queda retrasada en las zonas frías. Cada horno tiene un transformador de 120 MVA y le toma 40 minutos de marcha continua transformar la materia sólida en líquida a 1650°C.

La “luz del arco” (lo que se visualiza observando la punta de los electrodos durante la fusión), es una zona gaseosa de altísima temperatura (2000-3000°C/30-50 kW/cm³) mezclada con muchas partículas de escoria – acero, generadas por el golpe del arco cuando salta desde la punta del electrodo hacia la carga sólida o líquida, chatarra o baño plano respectivamente. Esta mezcla fluye rápidamente hacia las paredes a 120 veces por segundo a una altísima velocidad. Afectando seriamente el proceso de fusión y las paredes de refractarios. Si el arco de un electrodo se proyecta sobre la pared, causa una localizada condición de calentamiento. El desgaste se podrá observar en la zona de acción de los electrodos, conocida como “puntos calientes”, con caída de ladrillos y/o disminución de espesor y oscurecimiento/desgaste visible/caída del refractario.

Segunda etapa: La traducción del lenguaje coloquial al lenguaje geométrico

En esta etapa, el estudiante expresa el problema real que desea resolver como un problema de Análisis Matemático II. Una primera aproximación a la comprensión del mismo fue a través de realizar una traducción del lenguaje coloquial al lenguaje geométrico. En esta etapa el estudiante inicia un

proceso de interpretación a través de esquemas, dibujos y ecuaciones que terminen en la modelización del problema. En este caso, recurre a la geometría del horno.

Considerando que el estudiante trabaja en la sección de la planta siderometalúrgica donde se encuentra el horno de arco eléctrico en estudio, fue posible contar con planos del horno, y conociendo la densidad del acero, y la carga total al momento del evento en cuestión, comenzar a investigar si el horno fue o no cargado en exceso.

A continuación se presentan las Figuras 2, 3 y 4 que muestran los planos con los que trabajó el estudiante durante el proceso de estudio y resolución del problema.

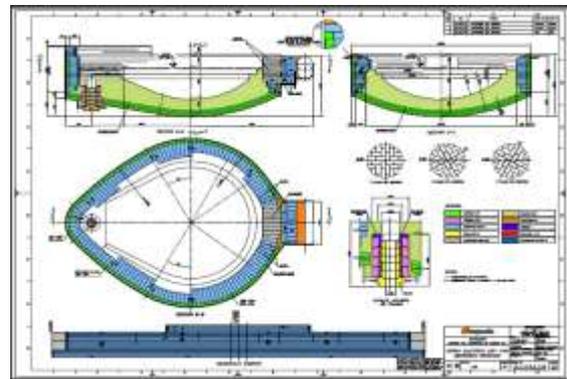


Figura 2. Plano con plantas y cortes del horno

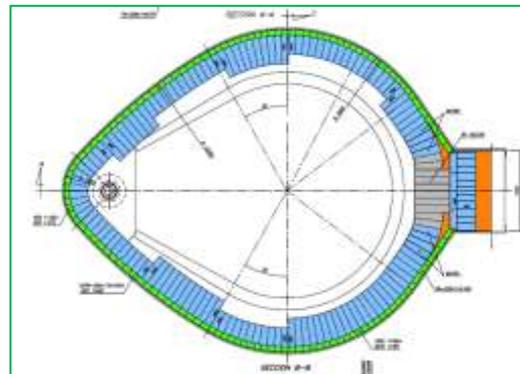


Figura 3. Planta Horno

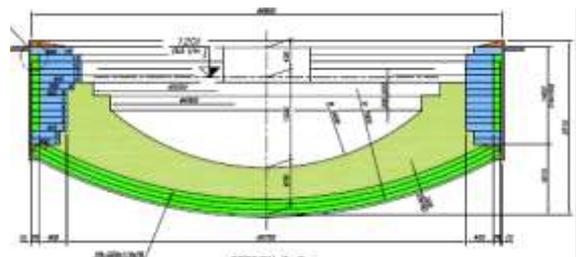


Figura 4. Corte vertical del horno

Se aclara que dado el tamaño de los planos, las dimensiones del horno no resultan legibles, las cuales serán explicitadas en este trabajo, aquellas que resultaron útiles para el cálculo del volumen.

Tercera etapa: La simplificación y visualización del problema

En esta etapa el estudiante considera recurrir a esquemas propios para filtrar la información que brindan los planos (Figuras 2, 3 y 4). En esta etapa identifica los datos significativos desde el punto de vista matemático, los cuales le servirán para obtener la geometría y todas las dimensiones necesarias para la resolución del mismo.

Para la realización de esta simplificación del problema, el estudiante considera lo siguiente:

- Los ladrillos del horno son de 600 mm y de 400 mm de longitud. Para simplificar los cálculos considera una media de ladrillos de 500 mm de longitud.
- Los ladrillos de la camisa de seguridad del horno son todos de igual longitud, 100 mm.
- La zona de curva de radio 12 m la considera como una recta tangente al punto de intersección con la curva de radio 3.5 m.
- A los valores de los radios de la carcasa metálica del horno le resta la longitud de los ladrillos.
- Las unidades de las medidas son en metros y sus derivados, mientras que las densidades son en toneladas por metro cúbico.

El estudiante considera dividir la estructura del horno en 6 secciones diferentes. A cada una de ellas las denomina “zonas”: Zonas R1 a R6. Las cinco primeras constituidas por sectores cilíndricos con diferentes alturas y bases (Figura 5). La sexta sección inferior del horno, la aproxima a un casquete esférico (Figura 6).

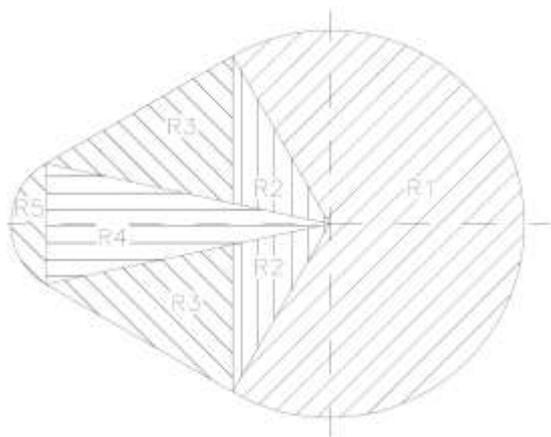


Figura 5. Planta Horno donde se proyectan R1, R2, R3, R4 y R5

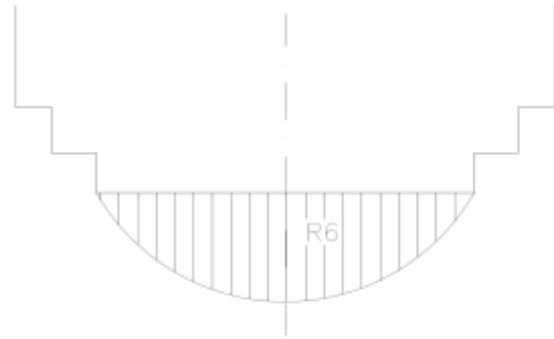


Figura 6. Corte vertical del horno Zona R6

A partir de esta simplificación del problema procede a analizar su resolución.

Cuarta etapa: Modelización y resolución del problema

Desde el punto de vista matemático, el problema consiste en expresar el volumen de la carga en función de las dimensiones del horno de arco eléctrico. Para la modelización y posterior cálculo del mismo el estudiante utiliza integrales triples.

A continuación se presenta, para cada una de las zonas, las dimensiones consideradas, los esquemas realizados, las herramientas matemáticas utilizadas, los modelos planteados y los resultados obtenidos.

Para el cálculo de los volúmenes de las zonas R1 a R5, el estudiante considera realizarlo, dadas las simetrías de las plantas (recintos de integración en términos matemáticos) en dos partes, una superior y otra inferior, a partir de la recta horizontal $y = 0$ de un imaginario sistema de coordenadas considerado (Figura 7). También, según las dimensiones de cada una de estas zonas considera trabajar con coordenadas rectangulares o con coordenadas cilíndricas o esféricas.

Zona R1:

Esta zona está conformada por tres sectores cilíndricos. El estudiante decide en esta zona trabajar con coordenadas cilíndricas planteando la integral triple (1), a partir de la cual obtuvo los volúmenes de tres sectores cilíndricos, con diferentes radios y alturas, y el volumen total de la sección R1 del horno según se indica en Tabla 1.

$$V_{R1i} = \sum_{i=1}^3 \left[\int_0^{2/3\pi r_i h_i} \int_0^{r_i} \int_0^{h_i} \rho dz d\rho d\theta \right] \quad (1)$$

Tabla 1. Dimensiones y volumen total R1

Cilindros	Radios r_i (en metros)	Alturas h_i (en metros)	Volúmenes parciales (en m^3)	Volumen total R1 (en m^3)
Inferior	2.4	0.2	0.384π	0.768π
Medio	2.6	0.2	0.451π	0.902π
Superior	2.8	0.43	1.124π	2.248π
				3.918π

Zona R2:

Considera esta zona conformada por tres sectores cilíndricos con base triangular y de distinta altura. La Figura 7 muestra las abscisas y las rectas que limitan los recintos triangulares de las zonas R2 a R5.

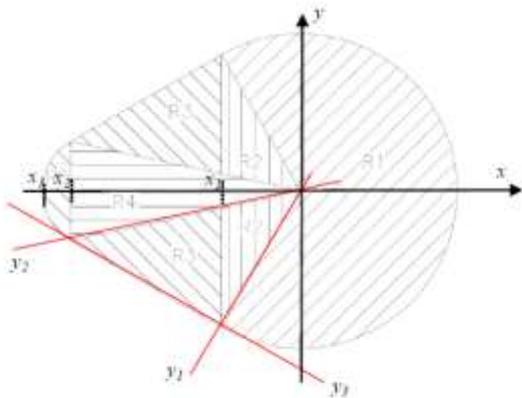


Figura 7. Límites de los recintos de las zonas R2 a R5

Utilizando coordenadas rectangulares plantea la integral triple (2) a partir de la cual obtiene los volúmenes parciales y total de la zona R2 según se indica en Tabla 2.

A partir de dimensiones del plano de la planta del horno, el estudiante obtuvo una aproximación de las ecuaciones de las rectas que delimitan el recinto triangular (R2), teniendo en cuenta que debido a la variación de la profundidad de esta zona, tuvo necesidad de hacer ajustes a los valores de las abscisas x_1, x_2, x_3 y ecuaciones de las rectas y_1, y_2, y_3 .

$$V_{R2i} = \sum_{i=1}^3 \int_{x_{1(i)}}^0 \int_{y_1}^{y_2} \int_0^{h_i} dz dy dx \quad (2)$$

$$y_2 = 0.176x \quad \text{e} \quad y_1 = 1.732x \quad (3)$$

Tabla 2. Dimensiones y volumen total Zona R2

Triángulos	Ordenada $x_{1(i)}$ (en metros)	Alturas h_i (en metros)	Volúmenes parciales (en m^3)	Volumen total R2 (en m^3)
Inferior	-1.2	0.2	0.224	0.448
Medio	-1.3	0.2	0.263	0.526
Superior	-1.4	0.43	0.656	1.312
				2.286

Zona R3:

El estudiante considera esta zona también conformada por tres sectores cilíndricos con base triangular y de distinta altura. Utiliza coordenadas rectangulares y plantea la integral triple (4), a partir de la cual obtiene los volúmenes parciales y total de R3, según se indica en Tablas 3 y 4.

También, a partir de dimensiones del plano de la planta del horno, el estudiante obtuvo una aproximación de las ecuaciones de las rectas (5) y (6) y de las variaciones de los valores de las abscisas.

$$V_{R3i} = \sum_{i=1}^3 \int_{x_{2(i)}}^{x_{1(i)}} \int_{y_{3(i)}}^{y_2} \int_0^{h_i} dz dy dx \quad (4)$$

$$y_2 = 0.176x \quad (5)$$

$$y_{3(1)} = -0.47x - 2.7; \quad y_{3(2)} = -0.51x - 2.9$$

$$y_{3(3)} = -0.6x - 3.3 \quad (6)$$

Tabla 3. Dimensiones Zona R3

Triángulos	Alturas h_i (en metros)	$x_{1(i)}$ (en metros)	$x_{2(i)}$ (en metros)	$y_{3(i)}$ (en metros)
Inferior	0.2	-1.2	-3.92	y_{31}
Medio	0.2	-1.3	-4.34	y_{32}
Superior	0.43	-1.4	-4.57	y_{33}

Tabla 4. Volúmenes parciales y totales Zona R3

Triángulos	Volúmenes parciales (en m^3)	Volumen total R3 (en m^3)
Inferior	0.57	1.14
Medio	0.59	1.18
Superior	1.34	2.68
		5.00

Zona R4:

A esta zona la considera conformada por un sector cilíndrico con base triangular y de profundidad igual a las alturas de los tres escalones considerados. Simplemente plantea en este caso la integral triple (7) a partir de la cual obtiene los volúmenes parciales y total de R4 según se indica en Tabla 5.

$$V_{R_4} = \int_{x_{23}}^0 \int_{y_2}^0 \int_0^{h_1+h_2+h_3} dz dy dx \quad (7)$$

Tabla 5. Dimensiones y volumen total Zona R4

Triángulo	Altura (en metros)	Volúmenes parciales (en m³)	Volumen total R4 (en m³)
Inferior	0.83	1.53	3.06

Zona R5:

El cálculo del volumen de esta zona le resultó algo más complicado. El estudiante para obtener la ecuación de la curva que delimita superior e inferiormente a este recinto, la obtuvo a partir de la ecuación función raíz cuadrada a partir de tres puntos conocidos (8).

$$|y| = 2.025 \sqrt{x + 4.73} \quad (8)$$

La profundidad de esta zona es igual a suma de las alturas de los tres escalones, como en la Zona R4.

La integral triple (9) le permite calcular el volumen parcial y total de R5 según se indica en Tablas 6 y 7.

$$V_{R_4} = \int_{x_3}^{x_{23}} \int_{-y}^0 \int_0^{h_1+h_2+h_3} dz dy dx \quad (9)$$

Tabla 6. Dimensiones Zona R5

Sección	x_3 (en metros)	x_{23} (en metros)	y (en metros)
Inferior	-4.73	-4.57	$y = -2.025 \sqrt{x + 4.73}$

Tabla 7. Volumen total Zona R5

Sección	Altura (en metros)	Volúmenes parciales (en m³)	Volumen total R5 (en m³)
Inferior	0.83	0.072	0.144

Zona R6:

El estudiante para el cálculo del volumen de esta zona realiza la diferencia entre el volumen de un sector de esfera y el volumen de un cono, como muestra la Figura 8.

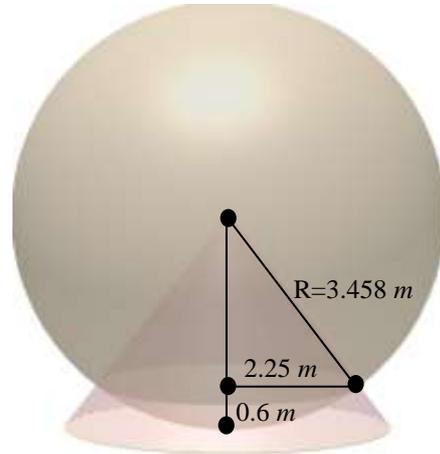


Figura 8. Esquema tridimensional Zona R6

Teniendo en cuenta las dimensiones señaladas en la Figura 8, para el cálculo del volumen del sector de la esfera (Zona R₆₋₁) utiliza coordenadas esféricas (10) y plantea la integral (11):

$$\begin{aligned} 0 &\leq \theta \leq 2\pi \\ \frac{139}{180}\pi &\leq \varphi \leq \pi \\ 0 &\leq \rho \leq 3.458 \end{aligned} \quad (10)$$

$$V_{R_{6-1}} = \int_0^{2\pi} \int_{\frac{139}{180}\pi}^{\pi} \int_0^{3.458} \rho^2 \sin(\varphi) d\rho d\varphi d\theta \quad (11)$$

Luego calcula, a partir de la fórmula del volumen de un cono, el volumen de la región de la esfera que no correspondía considerar. La Tabla 8 muestra resultados obtenidos en cada cálculo y el volumen obtenido de la Zona R6.

Tabla 8. Volumen Zona R6

Sección	Volumen total R6 (en m³)
Sector esfera	6.89 π
Cono	4.82 π
	2.07 π

Luego de un trabajo de ajustes de datos a utilizar y cálculos obtenidos, el estudiante realiza la suma de los volúmenes de las seis zonas, y a partir de ese valor analizar dicho resultado en función del propósito de los mismos.

6. Discusión de los resultados

La Tabla 9 muestra los volúmenes obtenidos en las seis zonas en las que se dividió el cálculo del volumen del horno.

Tabla 9. Volumen del Horno

Zona	Volumen total (en m ³)
R1	3.918 π
R2	2.286
R3	5.00
R4	3.06
R5	0.144
R6	2.07 π
	5.988 π + 10.49 ≈ 29.302

Para garantizar el correcto funcionamiento del horno y evitar que el arco de un electrodo quede fuera de la escoria cremosa y que el mismo se proyecte sobre la pared provocando una condición de calentamiento localizada con desprendimiento del refractario, se requiere, en una operación normal cerca de 23 toneladas de escoria (lo que equivale a unos 40 cm de alto).

Si se considera que la densidad media de la escoria es 2.57 t/m^3 , se requiere un volumen de 8.95 m^3 para alojar las 23 toneladas. Por otra parte, considerando que la densidad del acero es de 6.9 t/m^3 , el estudiante obtuvo, al multiplicar este valor por la diferencia del volumen total menos el que ocupa la escoria (20.352 m^3), como capacidad máxima de operación del horno 140.4288 toneladas.

Según los planos de fabricación la capacidad del horno en operación es de 164 toneladas. Mientras que si se dibuja el horno, utilizando como herramienta informática el AutoCAD 3D, se obtuvo que la capacidad es de 155 toneladas (cálculo efectuado por el departamento de Ingeniería de la Planta en cuestión). En este momento el estudiante analiza el porqué de las diferencias entre dichos valores. Reconoce que en sus cálculos se pueden atribuir a las aproximaciones realizadas, quedando mínimos espacios sin cubrir. Indagando en cuanto al cálculo realizado con el AutoCAD 3D, se le informa que se considera una disminución del espesor de las

paredes de refractarios por el desgaste natural del horno.

De todas formas, más allá del valor que se considere, en el momento del incidente el horno contenía en su interior 170 toneladas, viéndose el mismo excedido en su capacidad y por ende, quedándose en su parte superior sin escoria. Esto provocó que el arco eléctrico quedara desprotegido en los tres electrodos lo que desencadenó un calentamiento localizado con desprendimiento del refractario en la parte superior del calce y posterior perforación de la carcasa metálica en las zonas cercanas a cada electrodo.

7. Conclusiones

Las funciones más habituales de los ingenieros son el diseño, el desarrollo, la producción, la evaluación, el control, la construcción y la operación de proyectos de solución de problemas. Cada una de estas funciones requiere de procesos de precisión, investigación, establecimiento de criterios, consideración de alternativas, análisis y resolución de dichos problemas, comunicación, toma de decisiones y otras.

La intención del docente universitario es preparar al estudiante para que logre ser un ingeniero competente. Tal como expresa Blanco (1994):

La enseñanza es una actividad intencional, y esa intencionalidad consiste en el ejercicio deliberado de influencia sobre aquellos a los que se enseña; una influencia que se traduce en proponer –cuando no imponer– significados sobre la realidad, a través del conocimiento y las formas en que éste se hace accesible a los estudiantes y de las relaciones pedagógicas que para su adquisición se establecen. Es, por todo ello, una actividad moral. Así pues, la enseñanza se realiza de acuerdo a algunas razones, para algunos propósitos que deben explicitarse y comunicarse (p.205).

Desde este posicionamiento, la cátedra de Análisis Matemático II fundamenta las acciones que día a día realiza, en este caso particular desde el Taller, tendientes a mejorar la calidad de los aprendizajes del estudiante de Ingeniería. En este artículo es posible apreciar el trabajo realizado por el alumno en la resolución del problema, el cual permite evidenciar a través de él las intenciones docentes formuladas.

La metodología de trabajo por proyectos en el aula del Taller, permitió al estudiante enriquecer su facultad racional, brindando formas de trabajo, espacios y tiempos de investigación y reflexión sobre lo realizado y toma de decisiones totalmente

fundamentadas, constituyendo un valiosísimo aporte a su formación como ingeniero.

Como se mencionó antes, la gente aprende más cuando tiene una oportunidad razonable y una motivación para hacerlo (Perkins, 2003).

Se considera que un gran desafío fue involucrar al estudiante en plantear una situación problemática concreta que tenga interés por estudiarla. Utilizar situaciones concretas y a partir de ellas plantear un problema, no es tarea sencilla. Mucho más, con el plus de mostrar la importancia de los temas que se desarrollan en Análisis Matemático II y sus aplicaciones en la Ingeniería. Como docente es preciso enseñar a escribir y plantear el problema con precisión y claridad en el lenguaje. Para ello fue necesario brindar al estudiante oportunidades para que realice investigaciones que le permitieran conocer más del problema en estudio, para luego aplicar dichos conocimientos en las etapas de resolución del problema.

No menos importante ha sido priorizar la reflexión y el razonamiento frente al entrenamiento y la memorización. Calcular el volumen del horno resultó para el estudiante mucho más que aplicar una integral doble o triple. Implicó interpretar los planos, reflexionar por qué etapas debía transitar para resolver el problema, analizar cómo podía dividir el horno para realizar menos cálculos y con mayor precisión, razonar cuáles serían las mejores secciones a considerar, etc. El planteo y cálculo de cada una de las integrales evidencia el razonamiento realizado por el estudiante en cuanto a qué herramientas matemáticas resultaban las adecuadas y necesarias para hacerlo.

Esto último ha permitido fomentar la concientización sobre la necesidad de una formación matemática sólida que permita al estudiante abordar con éxito, no sólo las materias del ciclo de especialidad, sino las situaciones concretas de su trabajo diario.

Es por ello que el valor agregado de este tipo de trabajo, en una asignatura como es Análisis Matemático II de segundo año del Ciclo Básico, es descubrir, implícitamente, su implicancia en la Ingeniería.

8. Referencias

Blanco, Nieves (1994). *Las intenciones educativas*, en Ángulo Rasco, José Félix y Blanco, Nieves (coords.) (1994). Teoría y desarrollo del currículum. Málaga: Aljibe, pp.205-231.

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). *Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning*. Educational Psychologist, 26 (3 & 4).

Gagné, R. M. (1971). *Las condiciones del aprendizaje*. Ed. Aguilar, Madrid. Trabajado por Gutiérrez R. (1989). Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Gagné. Departamento de Didáctica de las Ciencias. IEPS. Madrid. Revista Enseñanza de las Ciencias. Volumen 7 (2). 150-151.

Klausmier, H. J. (1984). *Educational Psychology* (5th Ed.). New York: Harper and Row.

Perkins, D. (2003) *La escuela Inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*, Gedisa, Barcelona.

Perkins D., Salomon G. (1992). *Transfer of Learning. International Encyclopedia of Education*, Second Edition. Oxford, England: Pergamon Press. Disponible en <http://jaymctighe.com/wordpress/wp-content/uploads/2011/04/Transfer-of-Learning-Perkins-and-Salomon.pdf>

Riccomi, H y otros tres autores. (2012). *La formulación, el modelado y la resolución de problemas para la enseñanza del análisis matemático II en Carreras de Ingeniería de la Facultad Regional San Nicolás*. Clicap 2012. San Rafael Mendoza. Argentina.

UTN Rectorado – Secretaría Académica, Mayo 1997. Materias Integradoras. Observaciones y recomendaciones para 1997.

23TCE.Implementación de nuevos instrumento tecnológicos (apps) en el proceso de enseñanza del cálculo estructural

Implementation of new technological tools (apps) in the process of teaching structural calculation

Amilcar Pedro Orazzi.

- 2. Universidad nacional de La Plata. Avda. 7 n°877. Mail de contacto: estructurarte2112@hotmail.com**

Resumen

La presente experiencia se enmarca en la corriente educativa planteada por Howard Rheingold y Marc Prensky. Nos encuadramos en lo planteado por Rheingold (2002) cuando se refiere a la evolución de las nuevas tecnologías en las últimas décadas y observa que entorno a éstas se han desarrollado organizaciones colectivas espontáneas, virtuales e inteligentes; y a partir de esa realidad han aparecido nuevos usos de la tecnología en el campo de la educación, con el diseño de estrategias pedagógicas para integrar a los nuevos medios -entre ellos, la telefonía móvil- en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En tanto Prensky (2012) plantea propuestas específicas sobre la educación en la era digital, propugnando que los docentes cambien su pedagogía de manera que sean más eficaces para los estudiantes del siglo XXI, en lo cual también comulgamos.

El objetivo de la Cátedra de Estructuras es tener una mayor gestión sobre las regularidades funcionales de las situaciones de enseñanza y brindar a este proceso de nuevos enfoques y formas que nos brindan las nuevas tecnologías, en este caso particular la utilización de las aplicaciones para dispositivos de comunicación móviles como herramienta didáctica.

En esta ponencia presentamos el planteo de la Cátedra en diseñar una propuesta superadora planificando estrategias metodológicas afines y reformulando las prácticas educativas para la implementación de las aplicaciones Mal math y Math Helper Lite en las actividades áulicas, para la resolución de problemáticas que conjuga el diseño arquitectónico, las estructuras y la matemática donde podemos encontrar resolución de derivadas, integrales, funciones, sistema de ecuaciones y geometría en los cálculos estructurales y de materiales.

Las actividades a presentar en esta ponencia son dos, la primera es la utilización de la aplicación Mal Math como herramienta asistente para la resolución de una tenso estructura en donde por medio de la aplicación vamos a calcular el ángulo de inclinación de la viga de arriostramiento, la longitud de la cuerda, la tensión máxima a la cual está sometido el cable y el área mínima de dicho cable.

La segunda actividad consiste en la utilización de la aplicación Math Helper Lite para la resolución de un ejercicio asociado con la dosificación de un hormigón que posee 3 variables (cantidad de agua, aglomerante y áridos), para lo cual se plantea un sistema de 3 ecuaciones con 3 incógnitas, y la obtención de las cantidades de cada uno de los componentes será obtenida por medio del uso de la aplicación.

Palabras clave: implementación, instrumentos, apps, estructuras.

Abstract

The present document presents the detailed instructions for the edition of the manuscripts submitted to the CLICAP. The abstract should be no longer than 200 words.

The present experience is framed in the educational current posed by Howard Rheingold and Marc Prensky.

We are in agreement with Rheingold (2002) when he refers to the evolution of new technologies in the last decades and observes that spontaneous, virtual and intelligent collective organizations have developed around them; and from that reality have appeared new uses of technology in the field of education, with the design of pedagogical strategies to integrate the new media, among them, mobile telephony, in the teaching-learning processes.

While Prensky (2012) proposes specific proposals on education in the digital age, advocating that teachers change their pedagogy in a way that will be more effective for students of the 21st century, in which we also take communion. The objective of the Chair of Structures is to have a greater management over the functional regularities of teaching situations and to provide to this process new approaches and forms that new technologies offer us, in this particular case the use of applications for devices mobile communication as a didactic tool.

In this paper we present the proposal of the Chair in designing an overcoming proposal by planning related methodological strategies and reformulating the educational practices for the implementation of the applications Mal math and Math Helper Lite in the aulic activities, for the resolution of problems that conjugate the architectural design , structures and mathematics where we can find resolution of derivatives, integrals, functions, system of equations and geometry in structural and material calculations.

The activities to be presented in this paper are two, the first is the use of the Mal Math application as an assistant tool for the resolution of a tense structure where by means of the application we will calculate the angle of inclination of the bracing beam, the length of the rope, the maximum tension to which the rope is subjected and the minimum area of the rope.

The second activity consists in the use of the Math Helper Lite application for the resolution of an exercise associated with the dosing of a concrete that has 3 variables (quantity of water, binder and aggregates), for which a system of 3 equations with 3 unknowns, and obtaining the quantities of each of the components will be obtained through the use of the application.

Keywords: implementation, instruments, apps, structures..

1.- Introducción

El objetivo es tener una mayor gestión sobre las regularidades funcionales de las situaciones de enseñanza y dotar a la enseñanza y el aprendizaje de nuevos enfoques y formas con la utilización de elementos que nos brindan las nuevas tecnologías, en este caso particular la utilización de Apps de dispositivos de comunicación móviles como herramienta didáctica.

La Cátedra Matemática a instrumentado a lo largo de estos últimos años la incorporación de dispositivos de comunicación móviles para la realización de actividades que van desde trabajos prácticos hasta seminarios, en esta ponencia en particular vamos a hacer referencia a dos actividades prácticas, una con la app mal math y la otra con la app math helper.

En la utilización de las Apps es el alumno quien construye el conocimiento a partir de las herramientas y pautas dadas por el profesor. Toda situación didáctica comprende la intervención del profesor sobre la dupla alumno-medio con el objeto de hacer funcionar las situaciones didácticas y los aprendizajes que ellas provocan.

2.- Objetivos

- Objetivos generales

. Desarrollo de competencias por parte de los alumnos.

. El uso de las aplicaciones del celular con fines didácticos, incentivando la imaginación, la creatividad y fomentando el adecuado uso dentro del aula.

- Objetivos particulares

. Utilizar la App Mal Math para la resolución de integrales y derivadas como herramienta matemática para el desarrollo del diseño arquitectónico.

. Utilizar la App Math Helper Lite para la resolución de funciones, sistema de ecuaciones, matrices, vectores, geometría, representaciones gráficas, límites y teoría de probabilidades como herramienta matemática para el desarrollo del diseño arquitectónico.

3.- Análisis de la estrategia didáctica

Ante la propuesta de utilizar aplicaciones del celular como herramienta educativa, se plantearon los siguientes puntos para hacer una evaluación de la situación: definir al alumnado, su tecnología, sus gustos, usos, costumbres..., pensar en la elección del dispositivo y del número de dispositivos: tabletas o móviles, propios o no, por grupos o individual, la definición del tiempo de uso y concreción de las acciones curriculares: toda la jornada, por materias, por proyectos, etc. la delimitar el uso en el aula y la participación: cuándo, cómo, qué y quién, y la evaluación: del mismo modo cuándo, cómo, qué y quién.

4.- Fundamentación de la propuesta

La Cátedra de Matemática en el intento de definir las mejores estrategias y técnicas, los recursos más adecuados y las más apropiadas mediaciones para la mayor calidad de la docencia universitaria; se propone reformular las prácticas educativas innovando y experimentando lo que nos hace actuar de una u otra manera como profesionales de la educación superior.

En este caso la innovación está establecida por la utilización de las aplicaciones del celular como elemento didáctico, lo cual ha reformulado las prácticas áulicas.

5.- Participación de los alumnos

Parte de los componentes fundamentales de los procesos educativos tienen que ver con el compromiso de los estudiantes.

Su participación y permanencia en los procesos, aunque parezca obvio decirlo, es condición necesaria para su éxito.

Aún más, las motivaciones de los estudiantes y su entusiasmo para ser parte de dichos procesos genera impactos positivos, no sólo en los posibles resultados de aprendizaje y desarrollo de determinadas competencias, sino en el clima de aprendizaje, en las expectativas de los actores y en los resultados de promoción de los estudiantes de un nivel a otro.

Estos procesos generan además dinámicas de cambio en las motivaciones y expectativas de los docentes, las que a su vez se retroalimentan con las de los propios estudiantes, generando el fortalecimiento de los vínculos en la generación de condiciones para el desarrollo de los aprendizajes.

Al incorporar las app en el proceso educativo intentamos que los alumnos se sientan más estimulados a la participación, motivarlos,

entusiasmarlos para con esto lograr mejores resultados en el proceso de enseñanza aprendizaje,

6.- Metodología

Son 2 las actividades áulicas que se desarrollaron con las aplicaciones para celulares, la primera con la aplicación Mal Math y la segunda con la aplicación Math Helper Like.

A continuación desarrollaré cada actividad.

6.1.- Actividad con la aplicación para celular Mal Math

La aplicación Mal Math la vamos a utilizar para resolver integrales y derivadas, en ejercicios planteados dentro de un seminario.

6.1.1.- Protocolo de la actividad áulica

El seminario se realiza en una jornada única, la cual es designada y comunicada a los alumnos con 15 días de anticipación, siendo su asistencia por parte de ellos obligatoria. La cantidad máxima de alumnos por grupo es de 5.

Se requiere que por lo menos se disponga de un celular con la aplicación por grupo.

6.1.2.- Instructivo de descarga

La App Mal Math se descarga de forma libre y gratuita de Play Store.

La Play Store es una plataforma de distribución digital de aplicaciones para los dispositivos, así como una tienda en línea desarrollada y operada por Google.

Esta plataforma permite a los usuarios navegar y descargar aplicaciones, juegos, música, libros, revistas y películas.

En caso que el alumno no haya podido realizarla por motivos de falta de conocimiento sobre el uso del celular, la descarga se realizará en el día del seminario con la asistencia de un docente.

La descarga solo dura unos pocos minutos, y el uso de la aplicación es inmediato.

6.1.3.- Instructivo de uso de la aplicación

Se encuentra designado un docente el cual por medio de un power point, explica que la pantalla del celular se divide en dos partes, la inferior donde se encuentra un teclado numérico, que además posee los símbolos de las distintas funciones, potencias, radicación, logaritmos, etc. y la parte superior que es

donde se visualiza lo que uno escribe, esto lo podemos observar en la imagen anterior.

El docente también da varios ejemplos para que el alumno comprenda como es su uso.

6.1.4.- Instructivo de la actividad Áulica

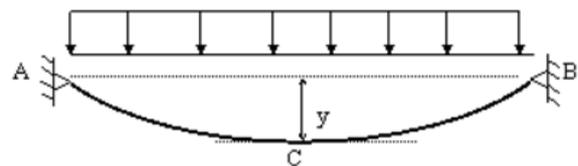
La actividad áulica comprende el desarrollo de ejercicios en donde el alumno parte de la resolución la debe realizar por medio de la aplicación, comprendiendo los temas de integrales y derivadas.

Una vez realizado el cálculo de los ejercicios por medio de la aplicación, se procederá a transcribir cada uno de los pasos de la resolución, agregando imágenes de las distintas etapas del desarrollo, por medio de capturas de pantalla, para ilustrar el uso de la aplicación.

Vamos a citar uno de los ejercicios del seminario, veremos su enunciado y muy brevemente su desarrollo, a los efectos de comprender como se utiliza la aplicación.

Enunciado del ejercicio:

Sabiendo que las vigas de arriostramiento de una tenso estructura se encuentran separadas a una determinada distancia $L= 100$ m, sometidas a una carga uniformemente distribuida $w= 50$ kN/m y conociendo que la tensión admisible del acero es 1800 kN/mm².



Hallar:

- 1.- El ángulo de inclinación de la viga de arriostramiento.
- 2.- La longitud de la cuerda.
- 3.- La tensión máxima a la cual está sometido el cable.
- 4.- El área mínima de dicho cable.

El alumno deberá realizar el cálculo del ángulo de inclinación de la viga de arriostramiento, como la longitud del cable por medio de la utilización de la aplicación.

Para el cálculo del ángulo de inclinación de la viga de arriostramiento se debe realizar la derivada de la función:

$$y = \frac{\omega \cdot x^2}{2H}$$

Esta derivada es la que el alumno la debe realizar con la aplicación.

Para el cálculo de la longitud de la cuerda deberá realizar la integral.

$$L = \int \sqrt{1 + \left(\frac{\omega x}{H}\right)^2} dx$$

A título ilustrativo se muestra una imagen de la aplicación con el desarrollo de una integral indefinida

6.1.5.- Evaluación

La evaluación del trabajo se realizará teniendo en cuenta la presentación, el contenido matemático y la destreza en el uso de la aplicación.

6.1.6.- Comentarios sobre la utilización de los conceptos de derivadas e integrales en otras ramas de las ciencias

El conocimiento de derivadas e integrales y la aplicación de esta app no se limitan solo a la utilización del análisis arquitectónico sino que también son aplicables en las distintas ramas de la ingeniería, medicina, economía, etc.

Por ejemplo las derivadas se utilizan en las siguientes ramas de la ingeniería:

Ingeniería electrónica: Estudio de circuitos eléctricos, ley de Ohm, cálculo de consumo eléctrico, etc...

Ingeniería Industrial y Alimenticia: En el caso de industrias alimenticias para la transferencia y desarrollo de modelos matemáticos de cantidad de movimiento, de calor y de masa, cálculos de rendimiento y evaluación de la eficiencia de los procesos.

Ingeniería Química: Determinación de volúmenes, cálculos de cantidad de masa, leyes de los gases ideales, etc.

Ingeniería Civil: Relaciona las ecuaciones de las cargas estáticas con las ecuaciones de corte y de momento flector, ecuación de la elástica de deformación.

Ingeniería en sistemas: Se aplica por sobre todo al diseño de programas que involucren velocidades.

Ingeniería Mecánica y Física: cálculo de inercias, velocidades, aceleraciones, fuerzas externas e internas que actúan en un mecanismo, en la estática, inercia, comportamiento de energía térmica, flujo de calor.

Así podríamos mencionar utilidades que se dan a las derivadas en la medicina (muchas de las enfermedades pueden ser descritas por ecuaciones, en las que se estudian el crecimiento de bacterias o células malignas) o en la economía (la maximización de beneficios y la minimización de costos, optimizaciones).

Las integrales podemos citar en una forma más general que se utilizan es para el cálculo de áreas, volúmenes, ecuación de continuidad, cantidad de movimiento, ecuación de conservación de la energía, longitud de onda, en las distintas ramas de la ingeniería, en la medicina en el estudio de la velocidad de propagación de una enfermedad, velocidad de reacción de un medicamento, tasa de crecimiento poblacional de bacterias, la concentración en determinado tiempo de una mezcla, las fuerzas de los huesos, tensiones y presiones.

6.2.- Actividad con la aplicación para celular Math Helper Like

Esta aplicación se utiliza para resolver sistemas de ecuaciones, vectores, geometría, representaciones gráficas de funciones, etc.

A continuación veremos algunas capturas de pantalla ilustrando las utilidades de esta aplicación.

6.2.1.- Protocolo de la actividad áulica - Instructivo de descarga - Instructivo de uso de la aplicación

El protocolo de la actividad áulica, el instructivo de descarga y de uso de la aplicación es análogo al caso anterior, por lo cual para no ser repetitivo, continuare directamente con el instructivo de la actividad áulica.

6.2.2.- Instructivo de la actividad Áulica

Se utiliza la aplicación Math Helper Like en sistemas de ecuaciones, vectores, geometría, y representaciones gráficas de funciones.

En el ejercicio que se va a mostrar a continuación se va a utilizar la aplicación Math Helper para resolver un sistema de 3 ecuaciones con 3 incógnitas, como comentario previo mencionaré que el ejercicio siguiente como el anterior y los demás del seminario están orientados a un marco arquitectónicos, en este caso vamos a tratar una dosificación de hormigón,

en la cual aparecen 3 variables que son las cantidades de agua, aglomerante y áridos, el ejercicio consiste en encontrar las cantidades de cada uno ellos para esa dosificación en particular.

Enunciado del ejercicio:

Se pretende realizar una dosificación en la cual el 60% del agua, mas el 50% del aglomerante, representa el 30% del total de los componentes.

El 20% del agua mas el 60% del aglomerante mas el 60% de los áridos representa la mitad de todos los componentes.

Hay 100 unidades más de aglomerantes que de agua.

Hallar las cantidades respectivas de cada uno de los componentes de la dosificación.

Planteado la aplicación para resolver un sistema de 3 ecuaciones con 3 incógnitas.

A cada variable se le asignara una letra para el planteo de las ecuaciones.

Cantidad de agua -- x

Cantidad de aglomerante – y

Cantidad de áridos -- z

Sistema de ecuaciones.

$$\begin{cases} 3x + 2y - 3z = 0 \\ -3x + y + z = 0 \\ y = x + 100 \end{cases}$$

Resolvemos el sistema de ecuaciones por medio de la aplicación Math Helper, y de esta forma hallamos las cantidades de cada componente.

6.2.3.- Evaluación

La evaluación del trabajo se realizará teniendo en cuenta la presentación, el contenido matemático y la destreza en el uso de la aplicación.

6.2.4.- Comentarios sobre la utilización de los conceptos de derivadas e integrales en otras ramas de las ciencias

A continuación mencionaré las distintas aplicaciones que tienen los conceptos tratados en otras ramas de la ciencia, con esto quiero mostrar el potencial de utilidades que tiene la App Math Helper Like.

Los vectores se usan, en las distintas ramas de la ingeniería (ambiental, electrónica, hidráulica, mecánica, construcciones, etc.) para calcular el equilibrio de fuerzas, desplazamiento y movimiento de fluidos, calculo medio del viento, en la medicina en el estudio de las palancas producidas en las articulaciones, en la arquitectura para el análisis estructural de las fuerzas, en la Matemática, en la Física, etc.

Las ecuaciones se utilizan en las distintas ramas de la ciencia aplicada como la mecánica, la geometría, la estadística, la hidráulica, la economía, la ingeniería, la matemática, etc.

La geometría tiene aplicaciones importantes en muchas disciplinas.

Tiene una particular importancia en la arquitectura, ya que se utiliza para calcular el espacio, ángulos y distancias que tienen un interés inmediato para el diseño arquitectónico.

El arte utiliza la geometría para todo lo que tiene que ver con la profundidad espacial. Las ecuaciones de fractales son una rama de la geometría que tiene que ver con las dimensiones recursivas o autosimilares.

Las funciones son utilizadas en las distintas ramas de la ingeniería (química, civil, electrónica) en la física, en la astronomía, en la arquitectura.

7.- Conclusiones

La utilización de Apps como herramientas de enseñanza han tenido una aceptación masiva por parte de los alumnos, en donde encontraron nuevas formas de asimilar los contenidos, esto lo vemos en los resultados muy positivos que han dado los trabajos prácticos y seminarios realizados con estas aplicaciones.

Como dato estadístico y de diagnostico la cátedra durante el año lectivo realiza periódicamente encuestas en las cuales se le pide al alumno que opine sobre las nuevas herramientas implementadas, para tener un análisis de las situaciones lo más preciso posible.

Al encuestarlos sobre la utilización de las Apps Mal Math y Math Helper Like, los resultados fueron muy positivos, en primer lugar porque los alumnos descubrieron que el celular tiene utilidades más allá de lo referente a la comunicación, redes sociales o juegos y que es también una herramienta para el desarrollo de actividades académicas.

En segundo lugar los alumnos mencionaron que le sorprendieron la rapidez y eficiencia de los

resultados, concluyendo en que es una herramienta que optimiza las prácticas.

En tercer lugar, por nuestra parte hemos observado que el interés por parte de los alumnos en la utilización de las apps ha sido muy grande, lo cual ha generado que las apps sean un elemento de captación de atención, motivación y participación de los alumnos.

El uso de los dispositivos móviles de comunicación ha implicado modificar sustancialmente las prácticas de enseñanza, en este caso con la incorporación de nuevos trabajos prácticos.

Las oportunidades de acceso y construcción del conocimiento que se ofrecen ha implicado un aprovechamiento eficaz e integral, el desarrollo de nuevas prácticas de gestión educativa y el despliegue de nuevas estrategias y metodologías pedagógicas.

Este es un ámbito importante de innovación, en el que el desarrollo de iniciativas juega un importante rol catalizador.

La conexión de las prácticas de enseñanza y aprendizaje con la experiencia que creciente y cotidianamente tienen los estudiantes con ambientes digitales, multimediales e interactivos, hace de este componente un elemento de gran relevancia para conectar los proyectos y los resultados esperados.

8.- Bibliografía

Castell, M.; Fernandez-Ardevol, M.; Linchuan Qiu, J.; Sey, A. (2006): *Comunicación móvil y sociedad: una perspectiva global*. Barcelona: Ariel, Fundación Telefónica.

Morales, M (2010): *Dispositivos móviles al servicio de la educación*. Disponible en:
http://www.elearningsocial.com/article.php?article_id=411

MEMORIAS

Congreso Latinoamericano

Clicap
Ingeniería y Ciencias Aplicadas

- » **Bernardo de Irigoyen 375**
- » **5600. San Rafael, Mendoza, Argentina**
- » **Tel: +54 260 4421947 / 4424136 Int: 1508**
- » **Informes e inscripción: clicap@fcai.uncu.edu.ar**
- » **Resumen y Trabajo Completo: vence el día 17 de Noviembre 2017.**
- » **Fecha de aceptación de trabajos: 15 de Diciembre de 2017.**
- » **<http://fcai.uncuyo.edu.ar/clicap-2018>**

