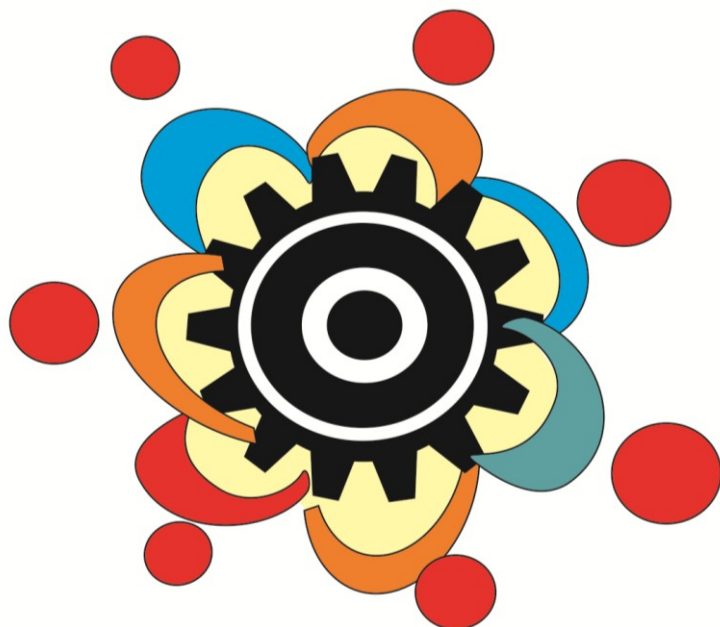


# Aprender con Tecnologías

## Estrategias de Abordaje



Stella Maris Massa  
Lucrecia Ethel Moro  
Gustavo Alfredo Bacino  
(compiladores)



UNIVERSIDAD NACIONAL  
de MAR DEL PLATA



Facultad  
de Ingeniería



# **Aprender con Tecnologías**

## **Estrategias de Abordaje**

Stella Maris Massa  
Lucrecia Ethel Moro  
Gustavo Alfredo Bacino  
(compiladores)

Primera Edición, 2015

Aprender con tecnologías, estrategias de abordaje / Stella Maris Massa... [et al.]; compilado por Stella Maris Massa; Lucrecia Ethel Moro; Gustavo Alfredo Bacino; editado por Oscar Antonio Morcela. - 1a ed adaptada. - Mar del Plata: Universidad Nacional de Mar del Plata, 2015.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-544-675-5

I. Tecnología de la Educación. I. Massa, Stella Maris II. Massa, Stella Maris, comp. III. Moro, Lucrecia Ethel, comp. IV. Bacino, Gustavo Alfredo, comp. V. Morcela, Oscar Antonio, ed.

CDD 371

Diseño de Portada: Guillermo Massa



Universidad Nacional de Mar del Plata  
Facultad de Ingeniería  
Grupo de Ingeniería en Desarrollos Informáticos (G.I.D.I.)  
Av. Juan B Justo 4302  
7600 Mar del Plata, Buenos Aires.  
(+54-223) 481-6600  
<http://www.fi.mdp.edu.ar>  
<http://gidi.fi.mdp.edu.ar>

ISBN 978-987-544-675-5

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723

# Índice

|                                                                                                                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Prólogo .....                                                                                                                                                 | 7          |
| Introducción .....                                                                                                                                            | 11         |
| <b>Eje Temático 1: “Objetos de Aprendizaje” .....</b>                                                                                                         | <b>15</b>  |
| <i>Capítulo 1: Evaluación de la calidad pedagógica y tecnológica de los Objetos de Aprendizaje mediante expertos y docentes, por Stella Maris Massa .....</i> | <i>17</i>  |
| <i>Capítulo 2: Modelo de proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA), por Stella Maris Massa .....</i>                                       | <i>35</i>  |
| <i>Capítulo 3: Los complejos sin complejo... en el límite, por María E. Fernández y Adriana L. Pirro .....</i>                                                | <i>53</i>  |
| <b>Eje Temático 2: “Evaluación, Competencias y TIC en la Educación Superior” .....</b>                                                                        | <b>71</b>  |
| <i>Capítulo 4: Instrumentos de evaluación para un ambiente de Aprendizaje Basado en Problemas y mediado por tecnología, por Gustavo A. Bacino.....</i>        | <i>73</i>  |
| <i>Capítulo 5: Mapas conceptuales y desarrollo de competencias. Límite funcional, por Adriana L. Pirro y María E. Fernández ....</i>                          | <i>93</i>  |
| <i>Capítulo 6: Desarrollo y validación de una rúbrica para la evaluación de competencias genéricas, por Oscar Antonio Morcela .....</i>                       | <i>107</i> |
| <i>Capítulo 7: Construcción de una diagnosis sobre el alcance de competencias en estudiantes de la escuela secundaria, por Lucrecia E. Moro .....</i>         | <i>119</i> |

**Eje Temático 3: “Experiencias en Entornos Virtuales” .....139**

*Capítulo 8: Prácticas de laboratorio virtuales y remotas en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje, por Miguel A. Revuelta .....141*

*Capítulo 9: El uso de las tecnologías móviles: una experiencia en clases de ciencias, por Lucrecia E. Moro. ....157*

*Capítulo 10: Aula Extendida, Aprendizaje Basado en Problemas y Trabajo Colaborativo en Línea. Una experiencia en Carreras de Ingeniería, por Gustavo A. Bacino .....177*

*Capítulo 11: Construcción cooperativa de conocimiento: una experiencia en el uso de wikis, por Oscar Antonio Morcela ....201*

## Prólogo

Soy de la idea de que un libro siempre debe celebrarse. La posibilidad de documentar ideas y distribuirlas para que circulen y se facilite la construcción compartida puede entenderse como una fiesta. Más aún si se trata de un libro producto de la investigación docente en la enseñanza con tecnología digital. La tecnología, como un caleidoscopio, cada vez nos muestra una cara nueva, desconocida, que presenta luces y sombras al mismo tiempo. Por esto, la enseñanza con tecnología digital es un tema de amplio debate y resignificación en las comunidades docentes alrededor del mundo.

Yendo al libro que estamos iniciando aquí, los compiladores, docentes e investigadores de amplia trayectoria en este campo, han documentado su vasta experiencia en la enseñanza en la Universidad Nacional de Mar del Plata. Han estructurado este libro alrededor de tres ejes que muestran temas centrales en la enseñanza con tecnología digital.

El primero se enfoca en el tema de la **producción, uso y evaluación de los llamados Objetos de Aprendizaje (OA)**. En el campo de la enseñanza con tecnología digital, e instalado por la interdisciplinariedad que pone al paradigma de trabajo con objetos en el centro de la escena, los OA representan un tema central en la actualidad. Esto ha llevado a las instituciones y a los docentes a invertir tiempo y esfuerzo para armar grupos de investigación, diseño y desarrollo de este tipo de materiales educativos. La Universidad Nacional de Mar del Plata ha sido pionera en este tema, llevando adelante investigaciones profundas acerca de patrones de diseño y evaluación de OA y presentando temas de tensión y debate, a nivel de investigación docente, tesis de Maestría e incluso de Doctorado. Por eso, los artículos que aquí se incluyen consideran el necesario *background* teórico para comprender las tensiones de este campo en su real dimensión.

El segundo eje revisita un tema de amplio espectro: **las competencias, tanto de docentes como alumnos**. Podríamos anticipar este tema retomando un concepto de competencia. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE,

2005, p.4]<sup>1</sup> sostiene que *“una competencia es más que conocimientos y destrezas. Involucra la habilidad de enfrentar demandas complejas, apoyándose en y movilizando recursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular. Por ejemplo, la habilidad de comunicarse efectivamente es una competencia que se puede apoyar en el conocimiento de un individuo del lenguaje, destrezas prácticas en tecnología e información y actitudes con las personas que se comunica”*. Esto significa demostrar conocimiento en acción. ¡Compleja tarea para el docente contemporáneo, que trabaja los 7 días de la semana! Cada vez que accede a sus dispositivos digitales y se encuentra frente a la demanda de un alumno aparece, a la vez, el dilema de resignificar su posición como docente y decidir qué hacer. Las ideas de la didáctica acerca de los tiempos de enseñanza (síncrono-asíncrono), la privacidad y la simetría docente-alumno se revisan a cada momento. Lo mismo podríamos decir de las competencias de los alumnos, que deben reposicionarse a la luz de las tecnologías, aplicando competencias digitales académicas y no sólo las competencias sociales de uso de tecnología que se desarrollan en la vida cotidiana.

Finalmente, nos encontramos con el tema del **diseño**. Como esquema mediador entre la teoría y la resolución de problemas [Ciapuscio, 1996]<sup>2</sup> el diseño nos permite anticipar una realidad futura e intentar darle una forma deseada, arbitrando las decisiones y recursos para que tome esa forma... pero la tecnología viscosa, líquida [Bauman, 2002]<sup>3</sup> cambia de forma a cada momento y nos obliga a pensar nuevos diseños, itinerarios, trayectos. Diseños personalizados, a demanda de cada alumno o grupo de alumnos. Pues bien, del tema de diseño y tecnología se ocupa el tercer eje de este libro. Aborda, además, temas de enorme actualidad como son los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje, los laboratorios virtuales, los dispositivos móviles como herramientas válidas para la enseñanza y para el aprendizaje ubicuo, la evaluación mediante rúbricas y la construcción de conocimiento en espacios de trabajo cooperativo y colaborativo.

---

<sup>1</sup> OCDE. (2005). La definición y selección de competencias clave.

<sup>2</sup> Ciapuscio, H. (1996). El conocimiento tecnológico. Revista Redes. Centro de Estudios e Investigaciones. Universidad Nacional de Quilmes. Vol. III, Nro. 6. Buenos Aires, mayo.

<sup>3</sup> Bauman, Z. (2002). Modernidad líquida. México: Fondo de Cultura Económica.



Además de tocar áreas que, a pesar de los avances de la investigación, siguen siendo “de frontera” en el ámbito de la Tecnología Educativa, este libro muestra cómo se trabaja en estas latitudes, con alumnos y docentes enmarcados en instituciones reales. Cómo nuestros docentes resuelven los problemas en su contexto. Eso le agrega un importante valor de realidad.

Por eso los invito a celebrar la lectura de estas páginas, a recorrerlas para conocer experiencias, valorar buenas prácticas, anticipar posibles problemas y adentrarnos aún más en el siempre incierto y apasionante camino de la enseñanza con tecnología.

¡Quedan invitados a la fiesta!

***M. A. Z.***



**María Alejandra Zangara**  
alejandra.zangara@gmail.com

*Magíster en “Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología” CEA (Centro de Estudios Avanzados) de la Universidad de Buenos Aires.*

*Doctoranda en el Doctorado en Ciencias Informáticas de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata. Profesora en Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.*

- *Directora de “Educación a Distancia y Tecnología aplicada en Educación” en la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata*

- *Docente de la Universidad Nacional de La Plata, en la carrera de Profesor y Licenciado en Ciencias de la Educación, Cátedra de Tecnología Educativa. Cargo Ganado por Concurso Público el 18 de Diciembre de 2000, revalidado el 17 de Noviembre de 2011. Jefa de Trabajos Prácticos desde 2012.*

- *Docente Adjunta de la Facultad de Informática de UNLP, con dedicación semi exclusiva. Tareas asociadas al PostGrado y a las materias que se dictan en la modalidad semipresencial, desde Noviembre de 2007. Tareas de gestión, investigación, formación de recursos humanos (coordinación de tesistas) y docencia en Postgrado.*

*Evaluadora de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) para carreras en la modalidad de “Educación a Distancia” desde 2012 y continúa.*

# Introducción

*“Dejo a los varios porvenires (no a todos) mi  
jardín de senderos que se bifurcan”*

*Jorge Luis Borges*

## La Bitácora de esta obra

Comenzamos a construir este libro por diferentes senderos. Recorrimos las rutas que nos llevaron a encontrarnos hace dos años y juntos emprendidos la tarea de volcar nuestras experiencias en esta obra. Un sueño compartido que se materializa en estas páginas.

Nos reconocemos como docentes en primer lugar, personas inquietas, apasionadas y ocupadas en enseñar a nuestros estudiantes y finalmente investigadores comprometidos en la tarea de generar conocimiento para compartirlo con toda la comunidad científica.

Provenimos de diferentes campos científicos, pero confluimos y la obra que presentamos es el producto de ello.

Lo considero como un ejemplo de sinergia, varias personas sincronizadas que completan sus esfuerzos e intereses logrando alcanzar un resultado cualitativamente superior al que saldría de la suma de sus aportes individuales.

Partimos desde una premisa: *“La era digital ha llegado y vino para quedarse”*. Nos atraviesa en la vida cotidiana y nuestros estudiantes están inmersos en estos nuevos ambientes. Las instituciones educativas y todos los que formamos parte no podemos mirar a un costado y pensar que todo es como antes. Scolari (2013)<sup>4</sup> lo llama *“miopía académica”*. Somos parte de este engranaje y las nuevas generaciones esperan que el cambio se produzca.

---

<sup>4</sup> Scolari, Carlos A. (ed.) (2013). Homo Videoludens 2.0. De Pacman a la gamification. Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius. Universitat de Barcelona, Barcelona.

Este nuevo paradigma requiere establecer una interacción entre el contenido, la propuesta pedagógica y las herramientas tecnológicas más adecuadas con la mirada en el desarrollo de determinada competencia curricular.

Comulgo firmemente con la idea de que debemos modificar nuestras prácticas pues tal como señala Savater (1997)<sup>5</sup>: *“a menudo la escuela enseña contenidos del siglo XIX con profesores del siglo XX a alumnos el siglo XXI”*.

En este sentido reafirmo las palabras de Monereo y Pozo (2001: 50)<sup>6</sup>: *“Si Platón reviviera cambiaría la metáfora: el mundo que conocemos no son sombras en las paredes de una caverna, sino reflejos digitales en la pantalla de un televisor”* a lo que agrego: *“que los jóvenes recrean a través de Internet y en las pantallas de sus celulares”*.

Desde lo formal, este eBook reúne una serie de artículos elaborados en el marco del Proyecto de Investigación: “Recursos educativos abiertos e intervenciones de gestión, diseño e implementación” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

El proyecto tuvo como objetivo: “enriquecer un acervo clasificado e indexado de Recursos Educativos Abiertos en Ingeniería dentro del campo de la innovación educativa, a través de un trabajo colaborativo con profesores e investigadores de educación media y universitaria, con el fin de apoyar la mejora de los procesos educativos presenciales y a distancia, para el desarrollo profesional de la docencia, la reducción del rezago educativo y la brecha digital a partir del acceso más igualitario a recursos educativos”.

En el transcurso de los dos años de vigencia del proyecto (2014-2015) hemos presentado en diferentes Reuniones Científicas nacionales e internacionales los resultados de nuestras investigaciones.

Esta obra integra el contenido generado durante el desarrollo del proyecto a través de once capítulos organizados en tres ejes concebidos como ramas de un mismo saber: ***“el aprendizaje con tecnologías”***.

Cubre un amplio espectro de estrategias que van desde la sistematización de los procesos de creación de objetos de aprendizaje

---

<sup>5</sup> Savater, F. (1997). *El valor de educar*. Barcelona: Ariel.

<sup>6</sup> Monereo, C.; Pozo, J. I. (2001). En qué siglo vive la escuela. *Cuadernos de Pedagogía*, 298, pp. 50-55.

considerando criterios de calidad pedagógicos, curriculares y tecnológicos; instrumentos de evaluación por competencias: la rúbrica o matriz de valoración y finalmente el diseño y la puesta en marcha de experiencias de enseñanza y aprendizaje con tecnología que potencian el desarrollo de competencias.

Los siete autores que componemos esta obra hemos tratado de incluir en ella nuestros trabajos más representativos. Lo pensamos con la idea de que el lector pueda realizar su propio recorrido y lo perciba como un aporte, un granito de arena a su práctica docente que incluya a las TIC como estrategia de aprendizaje.

***S. M. M.***

***Stella Maris Massa***  
smassa@fi.mdp.edu.ar



*Doctora en Ciencias Informáticas de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata. Magister en Enseñanza de la Matemática en el Nivel Superior de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán. Licenciada en Ciencias*

*Matemáticas y Profesora de Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata.*

*Profesora Asociada con dedicación Exclusiva en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Docente de las Asignaturas Computación y Seguridad en Sistemas. Profesora de la Carrera de Posgrado “Maestría y Especialización en Informática Educativa”.*

*Co-directora de los proyectos de investigación de la Universidad Nacional de Mar del Plata: “Recursos educativos abiertos e intervenciones de gestión, diseño e implementación” y “Enseñanza y practicas disruptivas en diseño (diseño industrial y arquitectura) II. Creatividad y co-creatividad en el medio postdigital”. Asesora del proyecto: “Optimización de la calidad de los Sistemas Móviles mediante la implementación de nuevas arquitecturas, realidad aumentada, técnicas de visualización y redes móviles Ad-Hoc. Aplicaciones en m-learning y Gestión de Conocimiento” de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. Desde el año 2010 es Coordinadora del “Programa de Tutorías de la Facultad de Ingeniería” de la Universidad Nacional de Mar del Plata.*

*Sus áreas de investigación son: tecnología educativa, experiencia de usuario, ingeniería de Software.*

## **Eje Temático 1**

**“Objetos de Aprendizaje”**





# **Evaluación de la calidad pedagógica y tecnológica de los Objetos de Aprendizaje mediante expertos y docentes**

## **Resumen**

Las instituciones que promueven experiencias educativas basadas en el uso de Recursos Educativos Digitales, tanto internos como externos, deberían replantear los ciclos de vida de producción de los mismos.

En ocasiones los autores desenfocan el objetivo final que tienen los estudiantes que van a interactuar con dichos recursos, el aprender.

En este sentido, se considera que los Recursos Educativos Digitales deberían diseñarse abordando conceptos y metodologías propios de la Interacción Persona-Ordenador (IPO). Siguiendo el encuadre IPO, el estudiante no está aislado realizando su tarea sino que se encuentra inmerso e interactúa en un contexto socio-cultural. Para que esto sea posible existe un complejo proceso de desarrollo del Recurso y no debería caer en el error frecuente de centrarse solamente en la parte tecnológica y obviar la parte humana.

Se expone y fundamenta el sentido de calidad con que se aborda la evaluación de recursos educativos denominados Objetos de Aprendizaje (OA). En particular este capítulo se focaliza en una de las dimensiones de análisis de la evaluación que involucra a expertos y docentes. Esta propuesta forma parte de una metodología sistemática de evaluación de un OA en todos los momentos de su proceso de desarrollo a través de diferentes actividades, criterios, instrumentos, técnicas y evaluadores, mediante el Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA).

**Palabras clave:** Objeto de aprendizaje, Evaluación, Usabilidad

## **1. Introducción**

Se observa que, en la prácticas contemporáneas y vinculados con los entornos virtuales interconectados a la Web, los docentes reformulan los modos y abordajes de sus intervenciones, sus clases y sus materiales.

En consonancia, los procesos de aprendizaje devenidos requieren materiales digitales que expresen y afiancen estos cambios. Es así que toma relevancia el concepto de Objeto de Aprendizaje (OA).

Desde una reflexión epistemológica, los OA pueden ser emprendidos desde diversos enfoques teóricos y metodológicos para el diseño y uso en educación, según diferentes posibilidades de relación sujeto-objeto.

Por otra parte, los OA deben cumplir con ciertas características que permitan su reutilización en diversas situaciones sin problemas de compatibilidad con otras plataformas. Varias organizaciones se encuentran desarrollando estándares y especificaciones e-learning. Sin embargo, la posibilidad de que los OA puedan ser intercambiados no significa que el contenido de éstos sea de calidad o que su diseño atienda a objetivos educativos específicos inmersos en un contexto de aprendizaje.

Con esta perspectiva, la calidad toma un sentido que va más allá de lo tecnológico y abarca otros aspectos.

En este capítulo se aborda la problemática de la evaluación de la calidad de los OA y se presenta una solución desde la visión de expertos y docentes mediante técnicas propias de la disciplina IPO.

Este capítulo es una nueva versión de la ya presentada en Massa, Rodríguez Barros (2014).

## **2. Marco Conceptual**

### **2.1. De los Recursos Educativos Abiertos a los Objetos de aprendizaje abiertos**

El crecimiento del acceso abierto ha sido facilitado por las prácticas de derechos de autor que surgieron en la comunidad de software libre en los 80's. La idea de utilizar el derecho de autor para permitir el acceso, la reutilización y más desarrollo de activos digitales fue tomada rápidamente en el contexto educativo por David Wiley, quien acuñó el término “contenido abierto” en 1998 (Grossman, 1998) y la idea fue desarrollada de manera más formal por la iniciativa Creative Commons, lanzada por Lawrence Lessig y sus colaboradores en 2002 (Plotkin, 2002).

Los Recursos Educativos Abiertos (REA) son “recursos para la enseñanza, el aprendizaje y la investigación que son de dominio público o han sido liberados bajo licencias de propiedad intelectual que permiten su libre uso o reelaboración por otros” (Smith & Casserly, 2006, p. 8).

El concepto de Recursos Educativos Abiertos (REA) describe los recursos educativos (incluyendo mapas curriculares, materiales del curso, libros de texto, vídeos en streaming, aplicaciones multimedia, podcasts y cualquier otro material digital que ha sido diseñado para su uso en la enseñanza y el aprendizaje), abiertamente disponibles para su uso por los educadores y estudiantes, sin necesidad de pagar regalías o derechos de licencia (Butcher, 2011).

Varios autores coinciden en que los REA son ahora vistos como una forma natural de implementar la educación a distancia, la educación abierta y los nuevos enfoques pedagógicos (OCDE, 2007; Thomas & Brown, 2011; Okada, Connolly, & Scott, 2012; Ehlers, 2011).

Este fenómeno de los REA se ha considerado de tal la importancia para el futuro de la enseñanza y la educación que en el Congreso Mundial de la UNESCO (2012) se publicó la Declaración de París de REA en la que se solicita a los Estados miembros a fomentar y facilitar su uso y desarrollo. También es una prioridad propuesta por la Comisión Europea en su Comunicación sobre Repensando la Educación (EUROPEAN COMMISSION, 2012).

En particular, por los REA deviene el concepto de objetos de aprendizaje (OA). La diversidad de definiciones que pueden encontrarse alrededor de los OA es bastante amplia (L'Allier, 1998; Wiley, 2000; Friesen, Fischer & Roberts, 2004; Chan, 2002; Garcia Aretio, 2005). Si bien la mayoría comparte elementos importantes que permiten identificarlo, se ha asumido y extendido la dada por APROA (2005):

*La mínima estructura independiente que contiene un objetivo, un contenido, una actividad de aprendizaje, un metadato y un mecanismo de evaluación, el cual puede ser desarrollado con tecnologías de infocomunicación de manera de posibilitar su reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo. (párr. 2)*

Esta definición ampliada por Massa (2013) es entendida desde la concepción del OA como unidad independiente que engloba el objetivo de aprendizaje con los contenidos involucrados en éste, las actividades diseñadas para alcanzar dicho objetivo y una evaluación de los saberes referidos al mismo.

Es de destacar que a menudo se confunde a los Objetos de Aprendizaje con objetos digitales meramente informativos. Los cuales son recursos digitales reutilizables pero que sólo ofrecen al usuario información, y no hay actividades de aprendizaje ni elementos de contextualización (Barritt & Alderman, 2004; Wiley, 2000). Tal como señala Chiappe Laverde (2009), no deberíamos sorprendernos que muchos de los contenidos educativos digitales que se encuentran en los repositorios disponibles en

Internet hayan sido catalogados como Objetos de Aprendizaje, aunque no tengan su estructura ni se desempeñen como tales (según la definición que se ha abordado).

Para definir un Objeto de Aprendizaje abierto (OAA), se retoma el concepto que define Wiley (2000, p. 4) de un OA como “cualquier recurso digital que pueda ser reutilizado para favorecer el aprendizaje”. Fulantelli, Gentile, Taibi, & Allegra (2008, p. 5) definen el OAA como “cualquier recurso digital abierto que puede ser reutilizado para apoyar el aprendizaje”. El término “abierto” sugiere temas producidos en formato abierto o temas en formato abierto en ambiente colaborativo, donde el archivo fuente está disponible con el fin de editar y personalizar el contenido en base a las necesidades particulares.

Siendo los Objetos de Aprendizaje recursos educativos abiertos, su eje es la reutilización, como característica distintiva de otros materiales educativos digitales (Alvarez et al., 2014).

Las definiciones y aclaraciones realizadas en los párrafos anteriores aportan el marco conceptual para el desarrollo, catalogación y evaluación de los OA.

## **2.2. La calidad de los Objetos de aprendizaje**

El concepto de calidad y su medición ha estado en discusión en los últimos años. En colaboración con las principales instituciones europeas, la UNESCO participa en la iniciativa OPAL (Open Educational Quality) para elaborar un marco relativo a la utilización de los recursos educativos de libre acceso que mejore la calidad y refuerce la capacidad innovadora en la educación<sup>7</sup>.

Se ha detectado que proyectos como OpenCourseWare del MIT, el OpenLearn de la Universidad Abierta del Reino Unido, Connexions de la Universidad de Rice (EEUU), el Proyecto OportUnidad, los repositorios MERLOT de California State University Center for Distributed Learning, TEMOA del Sistema Tecnológico de Monterrey de México, TECA del Consorcio CEDERJ (Centro de Educação Superior a Distância do Rio de Janeiro), Colombia Aprende del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, Portal EDUCAR de Argentina, resultan ser iniciativas de implementación de repositorios para compartir en la Web que tienen como objetivos la creación colaborativa de prácticas de reutilización, metodologías de investigación y criterios en cuanto a la calidad de los REA (Inamorato, Cobo y Costa, 2012; Jones y McNaught, 2010; Baraniuk, 2007; Camilleri et al., 2012; RELPE<sup>8</sup>).

---

<sup>7</sup> <http://www.unesco.org/new/es/communication-and-information/access-to-knowledge/open-educational-resources/>

<sup>8</sup> [www.relpe.org/](http://www.relpe.org/)

Otras iniciativas individuales apuestan por medir la calidad de los recursos de manera automática (Ochoa y Duval, 2008); proponen un indicador automático y único que integre criterios de valoración (opinión de expertos y usuarios), descripción (metadatos) y empíricos (datos de uso), (Sanz, Dodero y Sánchez, 2011); presentan una validación de OAA a través de consultas a expertos y usuarios (Ramírez y González, 2011; Tiscareña López y Ramírez, 2011). Butcher (2011) apoya fuertemente la perspectiva de que la responsabilidad de asegurar la calidad de los REA utilizados en los procesos de enseñanza y de aprendizaje residirá en la institución, programa/curso coordinadores y educadores individuales responsables de dicho proceso. Esta postura sostiene la práctica que mayoritariamente realizan las instituciones o los educadores cuando seleccionan libros de texto, eligen un video, utilizan el plan de clase de otra persona, etc. Por lo tanto, la calidad de los REA dependerá de los recursos que optan por utilizar, cómo los adaptan para que sean contextualmente relevantes, y cómo los integran en las actividades de enseñanza y de aprendizaje. Wiley (2013) considera que el grado en el que los materiales educativos apoyan el aprendizaje es el único significado de la calidad que debería importar.

En síntesis, se acuerda con OCDE (2009) en que hay diferentes alternativas de acercarse a problemas de gestión de la calidad de los OA, REA y OAA:

a) Evaluación de pares que es uno de los mayores procesos de garantía de la calidad en la academia (Repositorio MERLOT).

b) Comprobación de la calidad interior antes de la publicación de los cursos, pero estos procesos no estarían abiertos (iniciativas OCW, OpenLearn y OpenER). Por otra parte estas organizaciones utilizan su reputación para persuadir al usuario que los materiales en el sitio Web son de buena calidad.

c) Decisión de usuarios particulares sobre la calidad alta, útil o buena del recurso de aprendizaje. Es un tipo de enfoque de bajo nivel o ascendente, a menudo utilizado en los sitios basados con Internet. El argumento para tal enfoque sería que la calidad no es una parte inherente de un recurso de aprendizaje sino contextual. Es sólo la situación de aprendizaje específica la que determina si un recurso es útil o no, y por consiguiente el usuario debe ser su propio juez (Repositorios Connexions, TEMOA).

d) Comentarios boca a boca de los usuarios productores/consumidores

Durante la conferencia Open Education 2009 *Crossing the chasm*, Wiley realizó una presentación relacionada con la evaluación de recursos educativos abiertos, en la cual señaló lo siguiente:

*La calidad no es una cualidad independiente de un Recurso Educativo Abierto. De la misma manera que un problema de*

*matemáticas es más fácil para una persona y más difícil para otra, un Recurso Educativo Abierto será de alta calidad, o muy útil para una persona, menos para otra, no tanto para una tercera... La idea de calidad no significa nada hasta que el OER entra en contacto con una persona que está tratando de aprender algo a partir de su uso. Es en ese momento en el que la calidad “ocurre”.<sup>9</sup>*

Teniendo en cuenta estas recomendaciones, la propuesta de evaluación de los OA que se propone en este capítulo considera las metodologías propias de la Interacción Persona-Ordenador (IPO), permitiendo relevar elementos significativos con el propósito de proporcionar a los estudiantes mejores experiencias a partir de un mayor grado de implicación de todos los actores del proceso de enseñanza y aprendizaje (Massa, 2013).

La disciplina IPO se basa en un Proceso de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) en donde el usuario tiene un grado de implicación en todos los puntos del desarrollo del sistema (Hassan Montero, 2013). Cabe destacar, como señala Mor, Garreta & Galofréy (2007), que la aplicación de técnicas y métodos de DCU en entornos y contenidos de aprendizaje virtual como los OA, requiere de adaptaciones ya que los principales usuarios son estudiantes y consecuentemente tienen un objetivo concreto el aprender. Asimismo se valora la complejidad en los criterios asumidos durante la evaluación para, además, aportar a la habilitación y facilitación de condiciones de interactividad, productividad, comprensión y claridad de uso junto a la disminución de desorientación, la sobrecarga cognitiva y la producción de sentido (Rodríguez Barros, 2011).

### **3. Metodología de evaluación de Objetos de Aprendizaje por expertos y docentes**

La evaluación de los OA que se propone en este capítulo se dirige a los aspectos pedagógicos y tecnológicos del recurso teniendo en cuenta las categorías psicopedagógica, didáctico-curricular, diseño de interfaz y de navegación.

La propuesta de evaluación presentada forma parte de una metodología sistemática de evaluación de un OA en todos los momentos de su proceso de desarrollo a través de diferentes actividades, criterios, instrumentos, técnicas y evaluadores, mediante el Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA) (Massa, 2013).

---

<sup>9</sup> <http://www.ustream.tv/recorded/1983441>

### 3.1. Etapas de la Evaluación Heurística

#### 3.1.1. Planificación

##### *i) Selección de los evaluadores*

Respecto al perfil de los revisores, aunque no es imprescindible que sean expertos en Usabilidad, diferentes estudios demuestran que conforme más experiencia tengan, mayor será el número de problemas que puedan detectar (González, Lores y Pascual, 2001).

En relación al número de evaluadores diferentes autores (Nielsen y Landauer, 1993; Virzi, 1992; Lewis, 1994; Turner, Nielsen & Lewis, 2002) han publicado artículos sobre el tema del tamaño de la muestra en las pruebas de Usabilidad. En estos artículos, los autores presentan un modelo matemático para determinar el tamaño de la muestra, presentan evidencia empírica de los modelos y realizan varias afirmaciones importantes, indicando que la mayoría de los problemas de usabilidad se detectan de 3 a 5 sujetos, la ejecución de la misma prueba con sujetos adicionales es poco probable que revele nueva información, la mayoría de los problemas de Usabilidad graves son detectados por los primeros pocos sujetos. Es decir, introducir más evaluadores no compensa en cuanto al número de errores detectados y, en cambio, encarece la prueba (Nielsen, 2006).

Fueron seleccionados 5 evaluadores de acuerdo a los perfiles que indican Turner, Nielsen & Lewis (2002):

- Consultor de experiencia de usuario (Evaluador 1)
- Consultor de experiencia de usuario y experto en contenido (Evaluador 2)
- Experto de software relacionado con las tecnologías Web (Evaluador 3)
- Experto en experiencia de usuario (Evaluador 4)
- Especialista del área del contenido educativo (Evaluador 5)

##### *ii) Elaboración de un paquete de inspección*

Se utilizó la plantilla de evaluación GEHOA (Guía de Evaluación Heurística para Objetos de Aprendizaje).

Diferentes criterios han sido desarrollados para la evaluación de software y diseño de la interfaz, en este caso partimos de los principios heurísticos. Los principios heurísticos son criterios que pretenden aplicar normas conversacionales a la interacción entre una persona y la interfaz de un sistema o producto, de modo que éstos se entiendan y trabajen juntos de forma efectiva. Cada criterio heurístico contiene una serie de sub-reglas o sub-heurísticas, que son las preguntas que detallan las características de los criterios y suelen ser bastante generales. La selección de las sub-heurísticas se realiza teniendo en cuenta la aplicación o sistema a evaluar. Una vez seleccionados se procede a adecuarlos al contexto de uso (en este caso los

OA). Esta adaptación y sus problemáticas han sido indagadas por la Usabilidad Transcultural (Harrison & McKinnon, 1999).

Cada criterio se valora según la escala de Nielsen (1995):

1. No estoy de acuerdo que este es un problema de Usabilidad en absoluto.
2. Hay sólo un problema de aspecto (cosmética), no tiene por qué solucionarse a menos que el tiempo adicional está disponible en el proyecto.
3. Problema de usabilidad menor, solucionar esto debe ser de baja prioridad.
4. Problema de usabilidad mayor, importante para solucionar por lo que se debe dar alta prioridad.
5. Catástrofe de Usabilidad, imprescindible para solucionar antes de que el producto pueda ser implantado.

Se incluye también la opción N/S (No Sabe) para el caso en que el experto no conozca el criterio. Esta opción no tiene puntaje asignado para que no interfiera en la valoración final. Cada categoría contiene además un ítem para comentarios del evaluador. Esta información cualitativa complementa la información cuantitativa.

El modelo de Plantilla considera dos dimensiones, la pedagógica y la técnica que se analizan a continuación.

#### *a) Dimensión pedagógica*

Si pensamos en los OA como recursos digitales que se diseñan mediante editores de páginas web, se podrían rescatar criterios de evaluación de calidad de sitios web en donde el concepto de Usabilidad juega un papel importante. Si pensamos en los OA como recursos pedagógicos, los criterios de evaluación de calidad deben referirse al destinatario, al contenido y los objetivos específicos entre otros aspectos.

Conciliando ambos criterios y extendiendo los atributos definidos por Nielsen (1993), denominamos “Usabilidad pedagógica” a:

*La facilidad de aprendizaje, **eficiencia de uso pedagógico** y la satisfacción con las que las personas son capaces de realizar sus tareas gracias al uso del producto con el que está interactuando.*

Se entiende como eficiencia de uso pedagógico como la capacidad de propiciar aprendizajes significativos mediante interacciones generadas en la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP). La ZDP, es un concepto desarrollado por Vygotsky (1979, p. 133): “No es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema”.



Para que realmente sea significativo el aprendizaje (concepto acuñado por Ausubel, 1983), éste debe reunir varias condiciones, la nueva información debe relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe, depende también de la disposición (motivación y actitud) de éste por aprender así como de la naturaleza de los materiales o contenidos de aprendizaje.

Tal como indica Del Río Lugo (1999), la ZDP es vista como un proceso de apropiación instrumental, un espacio estratégico para el desenvolvimiento del desarrollo humano en dónde el agente promotor de desarrollo puede no ser necesariamente una persona. El papel de las herramientas culturales (un libro, la computadora, un software, la música, un video, etc.) pueden funcionar como agentes de desarrollo.

Desde esa perspectiva, tomamos la expresión acuñada por Bruner (1988), “amplificadores de la mente” para hacer referencia al software diseñado bajo los parámetros de Usabilidad ya que en palabras de Velázquez y Sosa (2009, p. 11) es: “La fuerza del potencial cognitivo radica en que la Usabilidad exige que los sistemas se adapten a los usuarios y no a la inversa” y en el caso de los OA estos usuarios son estudiantes y consecuentemente tienen un objetivo principal y concreto el aprender.

Para la selección de las dimensiones pedagógicas se parte de la definición de “Usabilidad pedagógica” presentada anteriormente y la concepción de Ausubel (1983) del material potencialmente significativo. El autor destaca dos dimensiones del material:

1. Significatividad lógica: coherencia en la estructura interna del material, secuencia lógica en los procesos y consecuencia en las relaciones entre sus elementos componentes.
2. Significatividad psicológica: conexión del conocimiento nuevo con el previo. Se refiere a que los contenidos sean comprensibles desde la estructura cognitiva que posee el sujeto que aprende.

Teniendo en cuenta recomendaciones de Coll et al. (1999) y Díaz Barriga, Hernández (2002), se incluyeron en la plantilla GEHOA una serie de criterios para la creación de ZDP en la interacción profesor/estudiantes:

1. Insertar actividades en el ámbito de marcos u objetivos más amplios de manera que tome significado de manera más adecuada.
2. Proveer una Ayuda ajustada (combinación de los conocimientos previos del estudiante y del apoyo e instrumentos).
3. Posibilitar la participación de todos los estudiantes en las distintas actividades y tareas en diversos formatos.
4. Promover la utilización y profundización autónoma de los conocimientos regulando de manera más eficaz sus propios

procesos de aprendizaje. Generar actividades con distintos niveles de ayuda.

5. Utilizar el lenguaje de la manera más clara y explícita posible, definir, ejemplificar o caracterizar los términos nuevos; establecer relaciones explícitas entre conceptos, principios, procedimientos, normas.

Por otra parte, las sub-heurísticas de la plantilla GEHOA son el resultado de una revisión de varias propuestas de modelos de evaluación de la calidad de recursos educativos digitales desarrollados en Universidades, entre las que se destacan la UNED (García Aretio, Ruíz & Domínguez, 2007); MADI, Universidad Complutense de Madrid (Fernández, Domínguez, y de Armas Ranero, 2012); Universidad de Salamanca (Morales, Gómez & García Peñalvo, 2008); Universitat Oberta de Catalunya (Mor, Garreta & Galofré, 2007); Universidad Autónoma de Aguas Calientes (Ruiz González, Muñoz Arteaga y Álvarez Rodríguez, 2007); Instituto Tecnológico Estudios Superiores Monterrey (Cruz Meléndez, Alfaro Rivera & Ramírez Montoya, 2012). Asimismo, conjuga varios de los criterios comúnmente compartidos por la mayoría de los modelos de evaluación de OA publicados (Becta, 2007; Leacock & Nesbit, 2007; DESIRE, 2000; Kurilovas, Birenienė & Serikovien, 2011; MELT, 2007).

#### *b) Dimensión técnica*

Los criterios para la dimensión técnica se basaron en los diez principios heurísticos de Nielsen (1994), las ocho reglas de oro para el diseño de interfaces descritas por Schneidermann (1986), la adaptación a la Web de los principios de Instone (1996), los principios para el diseño de sistemas centrados en el usuario de Mayhew (1999) y las recomendaciones de Granollers (2004).

Los diez principios heurísticos propuestos por Nielsen remiten a Visibilidad del estado del sistema; Adecuación entre el sistema y el mundo real; Libertad y control por parte del usuario; Consistencia y estándares; Prevención de errores; Reconocimiento antes que recuerdo; Flexibilidad y eficiencia en el uso; Diseño estético y minimalista; Ayuda a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores; Ayuda y documentación.

Se tomaron dos categorías a evaluar sobre el diseño de los OA: Diseño de interfaz, Estructura y Navegación. Cada uno de los criterios heurísticos seleccionados se agrupó en estas dos categorías, ver en Tabla 1.

En cuanto a los indicadores de calidad, se tuvieron en cuenta dos indicadores:

#### *a) Valoración de cada experto en cada categoría*

Cada experto puntúa cada una de las sub-heurísticas, se acumulan los puntajes en cada Categoría obteniendo 4 puntajes por cada experto. Se

comparan los puntajes de cada experto en una misma categoría. Además se compara el puntaje promedio de cada experto en cada categoría con el puntaje máximo catástrofe (peor puntuación posible).

**Tabla 1 - Categorías y criterios heurísticos de la plantilla GEHOA**

|                                 | Categoría                           | Sub-heurísticas                    | Nº de Sub-heurísticas |
|---------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|
| <b>USABILIDAD PEDAGÓGICA</b>    | <b>Significatividad psicológica</b> | Motivación                         | 2                     |
|                                 |                                     | Competencias                       | 2                     |
|                                 |                                     | Interacción e interactividad       | 2                     |
|                                 |                                     | Conocimientos previos              | 2                     |
|                                 |                                     | Innovación y autonomía             | 2                     |
|                                 | <b>Significatividad lógica</b>      | Objetivos                          | 3                     |
|                                 |                                     | Contenidos                         | 12                    |
|                                 |                                     | Actividades                        | 5                     |
| <b>USABILIDAD DE SITIOS WEB</b> | <b>Diseño de interfaz</b>           | Lenguaje de los usuarios           | 7                     |
|                                 |                                     | Control y libertad para el usuario | 4                     |
|                                 |                                     | Diseño estético y minimalista      | 6                     |
|                                 | <b>Estructura y navegación</b>      | Visibilidad del estado del sistema | 3                     |
|                                 |                                     | Consistencia y estándares          | 3                     |
|                                 |                                     | Reconocimiento más que memoria     | 4                     |
|                                 |                                     | Flexibilidad y eficiencia de uso   | 1                     |
|                                 |                                     | Navegación visible                 | 2                     |
|                                 |                                     | Errores                            | 1                     |

*b) Valoración global*

Se calculó como promedio ponderado, cada peso es la proporción de criterios heurísticos asociados a cada categoría, ver en Tabla 2.

**Tabla 2 - Pesos de cada categoría de la plantilla GEHOA**

| Categoría                           | Nº Sub-heurísticas | Peso |
|-------------------------------------|--------------------|------|
| <b>Significatividad psicológica</b> | 10                 | 16%  |
| <b>Significatividad lógica</b>      | 20                 | 33%  |
| <b>Diseño de interfaz</b>           | 17                 | 28%  |
| <b>Estructura y navegación</b>      | 14                 | 23%  |
| <b>Total</b>                        | 61                 | 100% |

En este caso se comparan los promedios ponderados de cada experto. Finalmente se comparan los puntajes con el puntaje máximo catástrofe (peor puntuación posible).

*iii) Selección de escenarios de tareas para realizar la evaluación*

El análisis se debe limitar a una colección razonable pero representativa de tareas de prueba, que deben ser tan concretas y realistas como sean posibles (Abascal et al., 2006). La selección de las tareas se debe basar en el análisis de requisitos.

**3.1.2. Puesta en marcha (evaluación individual con cada experto)**

*i) Entrenamiento previo a la evaluación*

Se informa a los evaluadores sobre el tema, contexto de aplicación, perfiles de usuario, descripción del sistema (Figura 1).



**Figura 1 - Entrenamiento previo a la evaluación**

*ii) Evaluación del OA propiamente dicha por parte del experto*

Se registra la prueba mediante videos y observaciones de campo. Cada experto completa la Plantilla GEHOA. Al finalizar cada evaluador expresa en voz alta sus pensamientos, sentimientos y opiniones sobre el OA (Figura 2).

*iii) Revisión*

Se analizan cada una de las evaluaciones realizadas para presentar un informe con todos los problemas y sus posibles resoluciones, teniendo en cuenta que el análisis obtenido es cuantitativo y cualitativo.



**Figura 2 - Evaluación por parte de experto**

#### **4. Resultados experimentales**

El proceso de evaluación heurística descrito en este capítulo puede verse aplicado a casos experimentales en Massa, Pirro, Fernández y Daher (2011); Massa (2013); Massa, Rodríguez Barros (2014) y en Pirro, Massa y Fernández (2015).

#### **5. Reflexiones finales**

Este capítulo presenta una propuesta de evaluación de la calidad de un OA que combina criterios pedagógicos y técnicos.

El desarrollo de OA supone una mirada desde las problemáticas educativas estudiadas y estudiables, intervenidas e intervenibles por comunidades científicas y desde la acción de los usuarios sobre dichos objetos.

Reflexionando acerca de la calidad, indudablemente en los extremos tendríamos por un lado OA con diseños usables y contenidos pedagógicos pobres y por otro, contenidos altamente eficientes y diseños pobres. En verdad, lograr un producto que cumpla con todos los criterios es imposible, pero siempre existen puntos de equilibrio y en ese camino nos encontramos. El desafío es generar OA de mayor calidad integrándolos a los ambientes de aprendizaje y propiciando nuevos recorridos del curriculum que favorezcan el desarrollo de las competencias previstas en el mismo.

Esta perspectiva de calidad ecléctica es la que ilustra la metodología de evaluación presentada en este capítulo.

## Referencias

- Abascal, J., Aedo, I., Cañas, J., Gea, M., Gil, A. B., Lorés, J., Martínez, A. B., Ortega, M., Valero, P. y Vélez, M. (2006). *La interacción persona-ordenador*. De. Lorés J. Libro electrónico editado por AIPO. Recuperado de <http://griho.udl.es/ipo/>.
- Alvarez, L., Carballo, Y., Collazos, C., Echenagusía, J., Gutiérrez R., Hernández, Y., Hernández, F., Muñoz, J., Solano A. y Velázquez, C. (2014). *Objetos de Aprendizaje de Contenidos Abiertos Accesibles: del Diseño a la Reutilización* (1a ed.). Iniciativa Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn).
- APROA (2005). *Aprendiendo con Objetos de Aprendizaje. Manual de Buenas Prácticas para el Desarrollo de Objetos de Aprendizaje*. Recuperado de [http://146.83.43.182/aproa/1116/article-68380.html#h2\\_](http://146.83.43.182/aproa/1116/article-68380.html#h2_)
- Ausubel, D. (1983). *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Baraniuk, R. G. (2007). Challenges and Opportunities for the Open Education Movement: A Connexions Case Study. In T.iyoshi & M. S. Vijay Kumar, (Eds). *Opening Up Education: The Collective Advancement of Education through Open Technology, Open Content, and Open Knowledge*. (pp. 229–247). The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England.
- Barritt, C. & Alderman, F. L. (2004). *Creating a Reusable Learning Objects Strategy*. John Wiley & Sons, Inc. Published by Pfeiffer.
- Becta Quality (2007). *Principles for digital learning resources. Summary Information*. United Kingdom: BECTA. Recuperado de [http://archive.teachfind.com/becta/industry.becta.org.uk/content\\_files/industry/resources/Articles/Learning\\_resource\\_development/quality\\_principles.doc](http://archive.teachfind.com/becta/industry.becta.org.uk/content_files/industry/resources/Articles/Learning_resource_development/quality_principles.doc)
- Bruner, J. S. (1988). *Desarrollo Cognitivo y Educación*. España: Morata.
- Butcher, N. (2011). *A basic guide to open educational resources (OER)*. UNESCO. Vancouver: Commonwealth of Learning.
- Camilleri, A., Ferrari, L., Haywood, J., Maina, M., Pérez-Mateo, M., Montes Soldado, R., Noura, C., Sangrà, A. y Tannhäuser, A. (2012). *Open Learning Recognition: Taking open Educational Resources a Step Further*. EFQUEL European Foundation for Quality in e-Learning.
- Chan, M. E. (2002). Objetos de aprendizaje: Una herramienta para la innovación educativa. *Apertura: Centro de Recursos de Innovación Educativa*, 2, 3-11.
- Chiappe Laverde, A. (2009). Objetos de aprendizaje 2.0: una vía alternativa para la producción colaborativa de contenido educativo abierto. En C. Valencia y A. T. Jiménez, (Eds.). *Objetos de Aprendizaje Prácticas y perspectivas educativas* (pp. 60-72). Cali: Pontificia Universidad Javeriana.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. y Zabala, A. (1999). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- Cruz Meléndez, A., Alfaro Rivera, J. A. y Ramírez Montoya, M. S. (2012). Objeto de aprendizaje abierto para la formación docente orientado a desarrollar competencias de pensamiento crítico con énfasis en habilidades cognitivas. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 15 (1), 103-125.
- Del Río Lugo, N. (1999). Bordando sobre la zona de desarrollo próximo. *Educación*, 9, 8-11. Recuperado de [http://cmap.upb.edu.co/rid=1186179924796\\_526735513\\_1416](http://cmap.upb.edu.co/rid=1186179924796_526735513_1416).

- Desire Project Team (2000). *2.1 Quality selection - DESIRE Information gateways handbook*. DESIRE project. Recuperado de <http://www.desire.org/handbook/2-1.html>.
- Díaz Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (2a. ed.). México: McGraw Hill.
- Ehlers, U. (2011). From open educational resources to open educational practices. *E-learning Papers*, 23, 1–8. Recuperado de <http://www.openeducationeuropa.eu/em/download/file/fid/22240>
- EUROPEAN COMMISSION (2012). *Rethinking education: Investing in skills for better socio-economic outcomes*. Strasbourg: European Commission.
- Fernández, A., Domínguez Romero, E. y de Armas Ranero, I. (2012). *Herramienta de evaluación de la Calidad de Objetos de Aprendizaje (COdA): guía del usuario*. España: Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de [eprints.ucm.es/12533/1/CodA\\_v1\\_0\\_definitivo.pdf](http://eprints.ucm.es/12533/1/CodA_v1_0_definitivo.pdf)
- Friesen, N., Fischer, S. & Roberts, A. (2004). CanCore Guidelines for the Implementation of Learning Object Metadata (IEEE 1484.12.1-2002) v.2. En N. Friesen, & R. McGreal, (Eds.). *CanCore: best practices for learning object metadata in ubiquitous computing environments, Pervasive Computing and Communications Workshops*, 2005. PerCom 2005 Workshops. Third IEEE International Conference. (pp. 317-321).
- Fulantelli, G., Gentile, M., Taibi, M. & Allegra, M. (2008). The open learning object model to promote open educational resources. *Journal of Interactive Media in Education*, 1, 1-11. doi: 10.5334/2008-9
- García Aretio, L. (2005). *Objetos de aprendizaje. Características y repositorios*. Recuperado de <http://ares.unimet.edu.ve/programacion/cursos/tobj/articObj2.pdf>.
- García Aretio, L., Ruíz, M. y Domínguez, D. (2007). *De la educación a distancia a la educación virtual*. Barcelona: Ariel.
- González, P., Lorés, J. y Pascual, A. (2001). Evaluación Heurística. En Abascal, et al. *La interacción persona ordenador*. España: AIPO. Recuperado de [http://www.aipo.es/libro/libroe.php#evaluacion\\_heuristica](http://www.aipo.es/libro/libroe.php#evaluacion_heuristica).
- Granollers, T. (2004). *MPlu+a. Una metodología que integra la Ingeniería del Software, la Interacción Persona-Ordenador y la Accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares*. Tesis Doctoral. España: Universitat de Lleida.
- Grossman, L. (1998). *New Free License to Cover Content Online*. Netly News. Recuperado de <http://web.archive.org/web/20000619122406/http://www.time.com/time/digital/daily/0,2822,621,00.html>.
- Harrison, G. & Mckinnon, J. (1999). Cross-cultural research in management control systems design: A review of the current state. *Accounting, Organizations and Society*, 24, 483–506.
- Hassan Montero, Y. (2013). *Introducción a la Interacción Persona-Ordenador*. Universitat Oberta de Catalunya.
- Inamorato, A., Cobo, C. y Costa, C. (2012). *Recursos Educativos Abiertos: Casos de América Latina y Europa en la Educación Superior*. Brasil: Universidade Federal Fluminense.

- Instone, K. (1996). *Site usability Evaluation*. Recuperado de en <http://instone.org/heuristics>.
- Jones, J. & McNaught, C. (2010). Learning object evaluation and reuse. En N. Ferran & J. Minguillón, (Eds.). *Content management for e-learning*. Nueva York: Springer.
- Kurilovas, E., Birenienė, V. & Serikovien, J. (2011). Methodology for evaluating quality and reusability of learning objects. *Electronic Journal of e-Learning*, 9 (1), 39–51. Recuperado de <http://www.ejel.org/issue/download.html?idArticle=166>.
- L'Allier, J. (1998). *NETg's Precision Skilling: The linking of occupational skills descriptors to training interventions*. Recuperado de <http://www.netg.com/research/pskillpaper.htm>.
- Leacock, T. L. & Nesbit, J. C. (2007). A framework for evaluating the Quality of multimedia learning resources. *Educational Technology and Society*, 10(2), 44-59. Recuperado de [www.ifets.info/journals/10\\_2/5.pdf](http://www.ifets.info/journals/10_2/5.pdf).
- Lewis, J. R. (1994). Sample sizes for usability studies: Additional considerations. *Human Factors*, 36 (2), 368-378. Recuperado de <http://drjim.0catch.com/SampleSizesForUsabilityStudie.pdf>.
- MADI-UNED. *Protocolo Evaluación Materiales Impresos*. IUED. Recuperado de [http://www.uned.es/iued/subsitio/html/documentos/Protocolo\\_MADI.pdf](http://www.uned.es/iued/subsitio/html/documentos/Protocolo_MADI.pdf).
- Massa S. M., Pirro A. L., Fernández, M. E. y Daher, N. (2011). Métricas de calidad de Objetos de Aprendizaje: una mirada pedagógica entrelazada con la tecnología. *VI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TEYET 2011)*. Salta. REDUNCI. Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18416/Documento\\_completo\\_.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18416/Documento_completo_.pdf?sequence=1)
- Massa, S. M. (2013). *Objetos de aprendizaje: Metodología de desarrollo y evaluación de calidad*. Tesis Doctoral. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Massa, S. M. y Rodríguez Barros, D. (2014). Objetos de Aprendizaje: propuesta de evaluación de calidad pedagógica y tecnológica. En *Actas del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Bs. As. Argentina. Organización Estados Iberoamericanos (OEI).
- Mayhew, D. J. (1999). *The Usability Engineering Lifecicle. A practioner's handbook for user interface desing*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- MELT. (2007). *Metadata Ecology for Learning and Teaching project web site*. Recuperado de [http://info.melt-project.eu/shared/data/melt/melt\\_brochure30\\_5final.pdf](http://info.melt-project.eu/shared/data/melt/melt_brochure30_5final.pdf).
- Mor, M., Garreta, M, y Galofré, M. (2007). Diseño Centrado en el Usuario en Entornos Virtuales de Aprendizaje, de la Usabilidad a la Experiencia del Estudiante. *Actas del IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos Educativos Reutilizables (SPDECE'07)*. Recuperado de <http://spdece07.ehu.es/actas/Mor.pdf>.
- Morales, E. M., Gómez, D.A. y García Peñalvo, F. J. (2008). HEODAR.: Herramienta para la Evaluación de Objetos Didácticos de Aprendizaje Reutilizables. En J. Salamanca, A. Velázquez Iturbide, F. García Peñalvo y A. Gil González (Coords.). *Actas del X Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE'08)*. Colección Aquilafuente, ediciones Universidad de Salamanca.



- Nielsen J. & Landauer, T. (1993). A mathematical model of the finding of usability problems. In Proceedings of CHI '93, Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human factors in computing systems.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Boston: Academic Press Professional.
- Nielsen, J. (1994). *Ten Usability Heuristics*. USA: Nielsen Norman Group. Recuperado de [http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic\\_list.html](http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html).
- Nielsen, J. (1995). *Severity Ratings for Usability Problems*. USA: Nielsen Norman Group. Recuperado de <http://www.nngroup.com/articles/how-to-rate-the-severity-of-usability-problems/>
- Nielsen, J. (2006). *Quantitative Studies: How Many Users to Test?*. [en línea]. USA: Nielsen Norman Group. Recuperado de [http://www.useit.com/alertbox/quantitative\\_testing.html](http://www.useit.com/alertbox/quantitative_testing.html).
- OCDE (2007). *Giving knowledge for free: The emergence of open educational resources*. Paris: OCDE.
- OCDE (2009). *El conocimiento libre y los recursos educativos abiertos*. Junta de Junta de Extremadura: España.
- Ochoa, X. & Duval, E. (2008). Relevance ranking metrics for learning objects. *IEEE Transactions on learning technologies*, 1(1), 34-48.
- Okada, A., Connolly, T., & Scott, P. (2012). *Collaborative Learning 2.0: Open Educational Resources*. USA: IGI Global.
- Pirro A. L., Massa S. M., Fernández, M. E. (2015). La calidad de los objetos de aprendizaje. Una aplicación de la plantilla GEHOA. En *XVI Encuentro Internacional Virtual Educa. Virtual Educa*. México. Guadalajara. Recuperado de <http://virtualeduca.org/forove/tematicas-2015/156-seminario-desarrollo-tecnologico-para-la-innovacion-educativa-presentacion-de-aplicaciones-prototipos-y-proyectos-vinculados-al-desarrollo/404-la-calidad-de-los-objetos-de-aprendizaje-una-aplicacion-de-la-plantilla-gehoa>.
- Plotkin, H. (2002). *All Hail Creative Commons: Stanford professor and author Lawrence Lessig plans a legal insurrection*. SFGate. Recuperado de <http://www.sfgate.com/news/article/All-Hail-Creative-Commons-Stanford-professor-2874018.php>.
- Ramírez, M. S. y González, J. R. (2011). Validación de objetos de aprendizaje abiertos a través de consultas a expertos y usuarios. En *XII Encuentro de Virtual Educa*. Distrito Federal, México. Recuperado de [http://www.ruv.itesm.mx/convenio/catedra/recursos/material/cn\\_19.pdf](http://www.ruv.itesm.mx/convenio/catedra/recursos/material/cn_19.pdf)
- Rodriguez Barros, D. (2011). Redes sociales en entornos Web 2.0 y diseño de dispositivos para modelar las interacciones sociales. El caso de estudio de la Red (IA) desde la perspectiva del diseño de interfaces. En B. Galán, (Ed.). *Diseño, proyecto y desarrollo*. (pp. 163-184). Buenos Aires: Wolkowicz.
- Ruiz González R., Muñoz Arteaga J. y Álvarez Rodríguez, S. (2007). *Evaluación de objetos de aprendizaje a través del aseguramiento de competencias*. México: Universidad Autónoma de Aguas calientes, Centro de Ciencias. Recuperado de <http://espacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:19233&dsID=n03ruizgonz07.pdf>.
- Sanz, J., Doderó, J. y Sánchez, S. (2011). Determinando la relevancia de los recursos educativos abiertos a través de la integración de diferentes indicadores de calidad. *Revista de universidad y sociedad del conocimiento (RUSC)*, 8 (2), 46-60. Recuperado de

- <http://journals.uoc.edu/index.php/rusc/article/view/v8n2-sanz-dodero-sanchez/v8n2-sanz-dodero-sanchez-esp>
- Shneiderman, B. (1986). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. USA: Addison-Wesley.
- Smith, M. & Casserly, C. (2006). The Promise of Open Educational Resources. *Change: The Magazine of Higher Learning*, 38 (5), 8-17.
- Thomas, D., & Brown, J. S. (2011). *A new culture of learning: Cultivating the imagination for a world of constant change*. USA: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Tiscareña, A., López, A. y Ramírez, M. (2011). Objeto de aprendizaje abierto orientado a desarrollar la competencia en el manejo del inglés. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 36, 1-11. Recuperado de [http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec36/pdf/Edutec-e\\_n36\\_Tiscareno\\_Lopez\\_Ramirez.pdf](http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec36/pdf/Edutec-e_n36_Tiscareno_Lopez_Ramirez.pdf)
- Turner, C. W., Nielsen, J., & Lewis, J. R. (2002). Current issues in the determination of usability test sample size: How many users is enough?. In *Usability Professionals' Association 2002 Conference Proceedings*. USA: Chicago.
- UNESCO (2012). Declaración de París sobre Recursos educativos abiertos. [en línea]. UNESCO. Recuperado de [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/Events/Spanish\\_Paris\\_OER\\_Declaration.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/Events/Spanish_Paris_OER_Declaration.pdf)
- Velázquez, I. y Sosa, M. (2009). La usabilidad del software educativo como potenciador de nuevas formas de pensamiento. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(4), 1-12. Recuperado de [www.rieoei.org/deloslectores/3032Sosa.pdf](http://www.rieoei.org/deloslectores/3032Sosa.pdf)
- Virzi, R. A. (1992). Refining the test phase of usability evaluation: how many subjects is enough?. *Human Factors*, 34(4), 457-468.
- Vygotsky, S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Buenos Aires: Grijalbo.
- Wiley, D. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. En D. Wiley (Ed.). *The Instructional Use of Learning Objects*. [Association for Instructional Technology](#) and the [Association for Educational Communications and Technology](#).
- Wiley, D. (2013). *On Quality and OER*. Recuperado de <http://opencontent.org/blog/archives/2947>

## **Modelo de proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA)**

### **Resumen**

En este capítulo se presenta un Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (OA). La aparición del concepto de OA, permite considerar los recursos educativos como unidades mínimas de contenido didáctico con sentido por sí mismos que sirvan de anclaje para aprendizajes posteriores. Asimismo, los OA, deben poseer elementos motivadores e interactivos, haciendo uso de la narrativa hipermedial con instancias comunicativas y colaborativas. Entonces, en su creación, convergen varias áreas de conocimiento como: Pedagogía, Ingeniería de Software, Tecnología, Diseño multimedial y Comunicación.

En este Modelo de Proceso se integran técnicas y métodos propios del Diseño Centrado en el Usuario con la naturaleza y metas educativas de estos objetos digitales. Esta propuesta tiene como objetivo mejorar la calidad del Objeto de Aprendizaje, enfatizando la evaluación por parte de los usuarios en cada etapa de su desarrollo. El mayor grado de implicación de todos los actores del proceso de enseñanza y de aprendizaje permitirá relevar elementos significativos en el diseño de estos objetos proporcionando a los estudiantes mejores experiencias educativas.

**Palabras clave:** Modelo de proceso, Objeto de aprendizaje, Usabilidad

## **1. Introducción**

La sociedad en su conjunto necesita proporcionar los medios y los recursos para dar respuesta a las nuevas formas de enseñanza y aprendizaje en las que están implícitas las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), el paradigma educativo y la socialización, entre otros. En este sentido, la acumulación del capital académico que se da por ejercicio de la enseñanza a partir de los diferentes recursos didácticos generados por los docentes, puede trascender el uso individual en el aula al ponerlo a disposición en red.

El desafío es lograr un equilibrio inteligente para generar OA de mayor calidad integrándolos a los ambientes de aprendizaje y propiciando nuevos recorridos del currículo que favorezcan el desarrollo de las competencias previstas en el mismo. En este sentido, es necesario generar metodologías para evaluarlos en todos los momentos del proceso de desarrollo a través de diferentes criterios, instrumentos y técnicas, indicando además quiénes deben participar en esta tarea.

Se presenta a continuación un Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA).

Para la construcción del modelo se analizaron los diseños: pedagógico, funcional, gráfico, tecnológico y operacional de las propuestas existentes y se elaboraron criterios de valoración de un OA de acuerdo a las funcionalidades, los estándares y el contexto educativo de implementación.

El Modelo de Proceso propuesto contempla en cada una de sus fases iterativas los aspectos tecnológicos y pedagógicos del OA.

Este capítulo es una nueva versión de la ya presentada en Massa y Rico (2012).

## **2. Metodología transferible de desarrollo de un OA**

Los sistemas interactivos se caracterizan por la importancia del diálogo con el usuario y la interfaz determina en gran medida la percepción e impresión que el usuario posee de una aplicación.

En particular en el caso de los OA, éste es considerado un objeto interactivo cuando se construye no sólo con un contenido sino que además tiene la capacidad de registrar el progreso de los estudiantes y las diferentes interacciones que dicho usuario (estudiante) realiza sobre una unidad de contenido concreta.

Coincidimos con Mor, Garreta y Galofréy (2007) en cuanto a que deberían diseñarse también considerando los conceptos y metodologías propios de la Interacción Persona-Ordenador (IPO). Se basa en un Proceso de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) en donde el proceso de diseño y

desarrollo debe estar conducido por el usuario, sus necesidades, características y objetivos (Hassan-Montero y Ortega-Santamaría, 2013).

Consideramos que la incorporación de los principios del DCU en la construcción de los OA con las adaptaciones pertinentes es la más adecuada, ya que permitirá relevar elementos significativos en el diseño de estos objetos proporcionando a los estudiantes mejores experiencias a partir de un mayor grado de implicación de todos los actores del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Si pensamos en los OA como recursos digitales que se diseñan mediante editores de páginas web, se podrían rescatar criterios de evaluación de calidad de sitios web en donde el concepto de usabilidad juega un papel importante.

Si pensamos en los OA como recursos pedagógicos, los criterios de evaluación de calidad deben referirse al destinatario, al contenido y a los objetivos específicos entre otros aspectos.

Conciliando ambos criterios y extendiendo los atributos definidos por Nielsen (1993), denominamos “usabilidad pedagógica” a la facilidad de aprendizaje, eficiencia de uso pedagógico y la satisfacción con que las personas son capaces de realizar sus tareas gracias al uso del producto con el que están interactuando. La eficiencia de uso pedagógico se entiende como la capacidad de propiciar aprendizajes significativos mediante interacciones generadas en la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP).

La ZDP es la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema (Vygotsky, 1979). En relación a ello, el Nivel de Desarrollo Potencial es determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con un compañero más capaz o una herramienta cultural (Del Río Lugo, 1999).

Para que realmente sea significativo el aprendizaje (concepto acuñado por Ausubel, 1983), éste debe reunir varias condiciones: la nueva información debe relacionarse de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe, dependiendo también de la disposición (motivación y actitud) de éste por aprender, así como de la naturaleza de los materiales o contenidos de aprendizaje.

### **3. Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA)**

Existen antecedentes de otras propuestas de modelos de desarrollo de OA o recursos educativos digitales desarrollados en Universidades o grupos de investigación, entre las que destacan UNED (*García Aretio*, Ruíz, y Domínguez, 2007); Universidad de Salamanca (Morales, Gómez, y García-

Peñalvo, 2008); Universitat Oberta de Catalunya (Mor, Garreta y Galofré, 2007); Universidad Autónoma de Aguas Calientes (Barajas-Saavedra, Muñoz-Arteaga, y Álvarez-Rodríguez, 2007); y Universidad de Buenos Aires (Cataldi, 2000).

En el Modelo MPOBA se integran las actividades del DCU con los modelos de desarrollo de software de sistemas interactivos entre los que podemos citar el presentado por Granollers (2004) en su Tesis Doctoral.

En el caso de los OA y del software educativo, existen investigaciones que han incluido el Diseño Centrado en el Usuario en su proceso de desarrollo como:

- a) Ferran, Guerrero-Roldan, Mor y Minguiñon (2009) y Mor, Garreta y Galofré (2007): Repositorios de OA.
- b) Churchill & Hedberg (2008) de la University of Hong Kong y Bradley, Haynes, Cook, Boyle, & Smith(2009): OA para dispositivos móviles.
- e) Menéndez, Prieto y Zapata (2010): Plataforma Educativa AGORA (Ayuda para la Gestión de Objetos Reusables de Aprendizaje).
- f) Santos et al. (2009): Diseño de navegación de una Plataforma Educativa.

En el modelo MPOBA se han caracterizado y seleccionado las técnicas pertenecientes al campo de la Interacción Persona-Ordenador (IPO) según criterios relevantes para la integración desde una perspectiva de la Ingeniería de Software. Está organizado en una serie de fases que se ejecutarán repetidamente durante el desarrollo de un OA determinado.

A continuación se presentará la actividad previa a la ejecución de las distintas fases y luego cada una ellas junto con sus objetivos y las acciones involucradas.

En la Figura 1, puede observarse esquemáticamente el Modelo MPOBA.

El esquema de la Figura 1 nos muestra las diferentes fases en las que se divide el modelo de proceso y cómo se relacionan cada una de ellas.

Podemos observar también que el modelo no sigue un sentido lineal ni restrictivo. Estas fases no deben verse nunca como si fueran fases estancas y sucesivas sino fases iterativas. El equipo de desarrollo del OA, junto con los requerimientos a implementar, son los que marcarán cuantas iteraciones son necesarias.

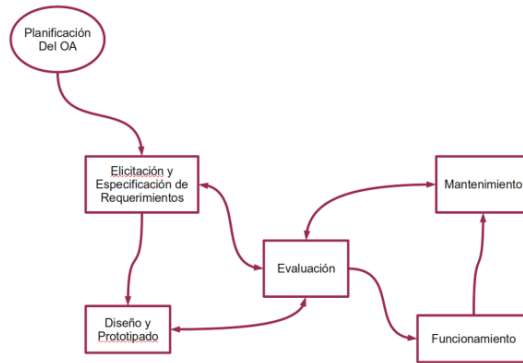
A continuación se describen cada una de las fases.

### **3.1. Actividad previa: Planificación del OA**

Dado que los OA se incorporan a un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) en el que se pueden encontrar otros OA, previo a la realización de las fases, se debe contar con el siguiente análisis preliminar:

a) Caracterización de los usuarios finales: investigación bibliográfica relativa a profesores y estudiantes y su relación con los temas posibles a abordar en el OA.

b) Plataforma educativa (EVEA) en dónde se incorporará el OA: se estudiarán y documentarán el conjunto de posibilidades que la Plataforma ofrece, así como las restricciones tecnológicas que impone, los perfiles y roles que define.



**Figura 1 - Modelo de proceso MPOBA**

### **3.2. Fase: Elicitación y especificación de requerimientos**

a) Elicitación de conocimiento para la generación de requerimientos

Las técnicas de evaluación utilizadas son: Entrevistas a profesores, Indagación contextual (estudio de las tareas actuales de profesores y estudiantes y finalmente Focus Group con implicados en el proceso de enseñanza.

b) Especificación

b.1) Definición de los objetivos del OA

Se determinan qué objetivos se esperan alcanzar mediante el sistema software a desarrollar. En la primera iteración se realizará una primera identificación de los objetivos. En las iteraciones posteriores puede que sea necesario revisarlos si se han identificado conflictos que les afecten.

b.2) Verificación de la especificación generada con respecto a sus requerimientos

La validación de los requerimientos se realizará a partir de descripciones formales de Escenarios en lenguaje natural que describen los requerimientos del sistema, mostrando cómo se efectúan los procesos de

enseñanza y de aprendizaje y qué actores o perfiles de usuario intervienen en éstos a través de las secuencias de tareas descritas para cada uno de los Escenarios. Para su construcción se sigue el enfoque de Leite, Hadad, Doorn & Kaplan (2000) para su construcción. En el caso de los OA, el término "escenario" se utiliza para indicar una secuencia discreta de pasos dentro de un sistema de gestión del aprendizaje o de otro tipo de aprendizaje relacionada con el sistema (Sicilia y Lytras Miltiadis, 2005). La Tabla 1 describe un esquema de escenario según Leite.

**Tabla 1 - Esquema de escenario de Leite**

| <b>Componente</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título            | Identificación del escenario.                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Objetivo          | Meta a ser alcanzada en el dominio de la aplicación. El escenario describe la forma de lograr el objetivo.                                                                                                                                                                                |
| Contexto          | Describe las acciones previas necesarias para iniciar el escenario, las precondiciones, la ubicación física y temporal.                                                                                                                                                                   |
| Recursos          | Identifican los objetos con los cuales los actores trabajan.                                                                                                                                                                                                                              |
| Actores           | Detalla las entidades que se involucran activamente en el escenario.                                                                                                                                                                                                                      |
| Set de episodios  | Cada episodio representa una acción realizada por un actor, donde participan otros actores y se utilizan recursos. Los episodios se ejecutan secuencialmente. Un episodio también puede referenciar a un escenario. Se incluyen restricciones del escenario o episodio según corresponda. |
| Excepciones       | Menciona los casos de excepción, que pueden corresponder a otros escenarios.                                                                                                                                                                                                              |
| Dudas             | Puntos pendientes a clarificar con el usuario.                                                                                                                                                                                                                                            |

### **b.3) Selección de Escenarios**

A partir de la validación de requerimientos, se propone la descripción de escenarios evaluados como etapa previa al Diseño de la Navegación e interfaz del usuario.

## **3.3. Diseño**

Powell (2001) señala que un sitio Web se conforma, desde el ámbito del diseño, a partir del contenido, la forma, la función y la finalidad; que se establecen según los requerimientos particulares cada proyecto.

### **a) Diseño del OA, desde el punto de vista pedagógico**

Se deben seleccionar: los recursos didácticos, las estrategias de enseñanza que promuevan un aprendizaje significativo (Díaz Barriga y



Hernández, 2002), las actividades de aprendizaje (Fernandez y Salinero, 1999) y la evaluación de los aprendizajes.

### **b) Diseño de Navegación**

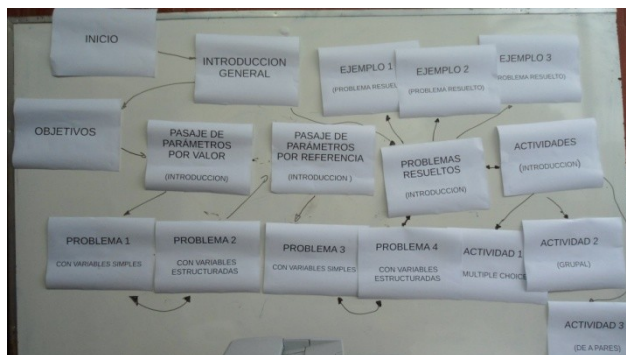
Es un elemento importante en la estructuración de la información. Mediante la organización y secuenciación de los contenidos se pretende facilitar el aprendizaje. Y además se intenta facilitar el acceso a la información. La integración de ambas perspectivas supone la creación de materiales didácticos en formato hipertextual eficientes.

### **c) Actividades**

En esta fase iterativa las actividades consisten en la construcción de distintos prototipos que se van reformulando y desarrollando luego de las actividades de evaluación. Desde la perspectiva del DCU, los prototipos son evolutivos desde los de baja fidelidad a los de alta fidelidad. Se realizan prototipos en papel y maquetas digitales.

El Diseño de la Navegación se facilita a partir de la estructura aportada por técnicas como Card Sorting. Esta técnica consiste en solicitar a un grupo de usuarios representativos (expertos en contenido en el caso de los OA) que agrupen los conceptos representados en cada tarjeta por su similitud semántica. Su propósito es identificar qué conceptos, de los representados en cada tarjeta, tienen relación semántica entre sí, e incluso cuál es el grado de esa relación (Hassan- Montero, 2013).

Estas pruebas pueden ser realizadas de forma manual o virtual. En el caso manual, los conceptos son representados en tarjetas reales (papel o cartón), la Figura 2 muestra un ejemplo de aplicación de la técnica Card Sorting.

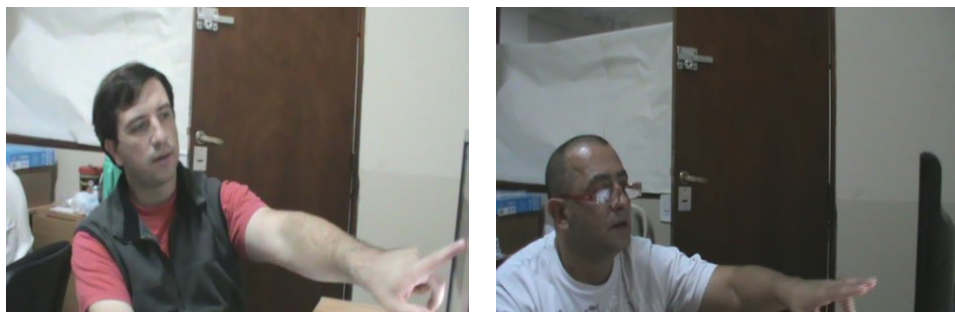


**Figura 2 - Recorrido ideal del OA: de acuerdo a la jerarquía de los expertos**

Las técnicas de evaluación de prototipos del Modelo son: Recorrido Cognitivo y Pensamiento en voz alta con implicados en el proceso de enseñanza.

La técnica “Pensamiento en voz alta” (*thinking aloud*) consiste en solicitar al usuario que exprese verbalmente qué está pensando, qué no entiende, por qué lleva a cabo una acción o duda mientras que interacciona con el prototipo de OA (Hassan-Montero, 2013).

El recorrido cognitivo con usuarios (Hassan-Montero, 2013) se centra en evaluar en un diseño su facilidad de aprendizaje, básicamente por exploración y está motivado por la observación que muchos usuarios prefieren aprender software a base de explorar sus posibilidades (Wharton et al., 1994). La Figura 3 ilustra el proceso de aplicación de esta técnica.



**Figura 3 - Observación del experto**

### **3.4. Puesta en funcionamiento del OA**

Esta fase agrupa toda la programación del software necesario para concretar la creación del OA.

Para construir un OA se requieren los mismos conocimientos que se necesitan para construir cualquier otro material digital (imágenes, vídeos, páginas web, películas flash, etc.). Por otra parte, la reutilización de contenidos entre sistemas distintos requiere que los OA estén estandarizados, por lo que muchas organizaciones dedican sus esfuerzos al desarrollo de estándares LOM (2002), especificaciones (IMS Global<sup>10</sup>) y modelos de referencia SCORM 2004 (2009) que faciliten la interoperabilidad y la reutilización del OA.

---

<sup>10</sup> [www.imsglobal.org](http://www.imsglobal.org)

### a) Construcción del prototipo de Software (Creación del OA)

Básicamente consiste en:

1. Construcción del OA con un herramienta de Software (Figura 4)
2. Etiquetado: proceso de agregación de metadatos (Figura 5)
3. Empaquetado: agrupación de los distintos contenidos educativos y la descripción de la estructura de estos contenidos (Figura 6)

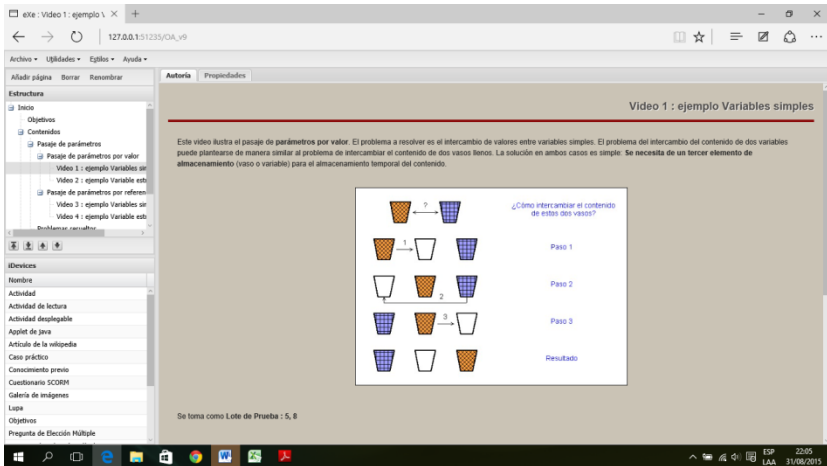


Figura 4 - Construcción del OA con una herramienta de Software (Exelearning)

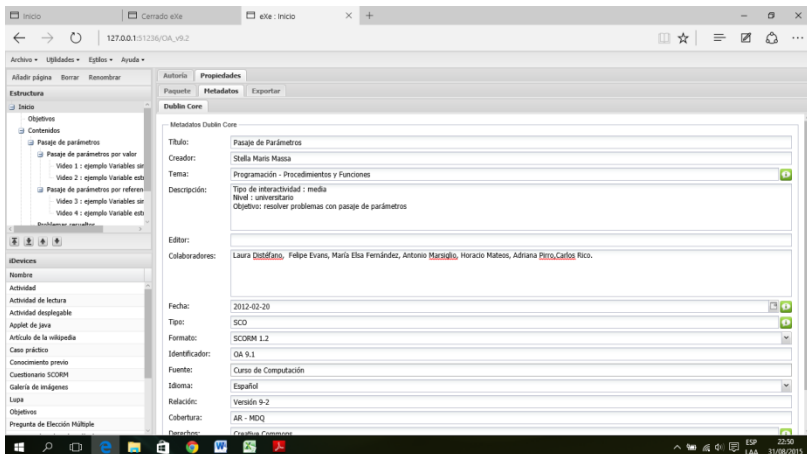
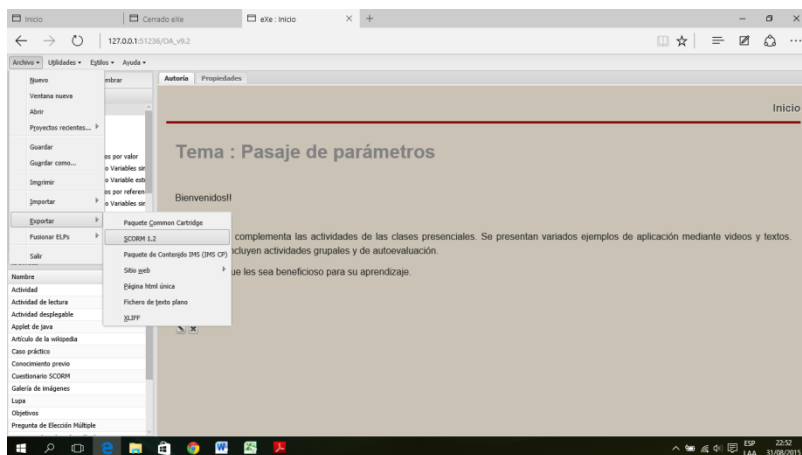


Figura 5 - Etiquetado: proceso de agregación de metadatos



**Figura 6 - Empaquetado: agrupación de los distintos contenidos educativos y la descripción de la estructura de estos contenidos**

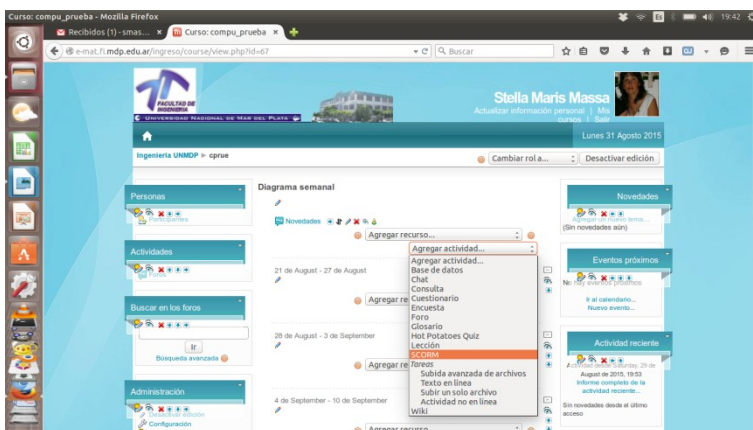
En esta etapa se evalúan los atributos del OA mediante la inspección de sus características. Para ello se debe realizar una inspección minuciosa para comprobar la compatibilidad con los estándares, granularidad y otros requisitos esenciales de la estructura del OA. Se utilizan los principios de diseño de un OA de Hamel & Ryan-Jones (2002), como guía y orientación para la inspección.

### **b) Implementación del Prototipo de software**

La implementación consiste en la importación del paquete (OA etiquetado y empaquetado) a un EVEA. El objetivo de importar el paquete, es publicarlo en un Curso de prueba del EVEA para que esté disponible para expertos evaluadores (ver Figura 7). El prototipo de software se implementa después de varias iteraciones de Prototipado-Evaluación y su intención es empear a ver realmente cómo responde el sistema.

La evaluación en esta fase es altamente valiosa para no malgastar tiempo en desarrollar software que después deberá seguramente ser cambiado Granollers (2004).

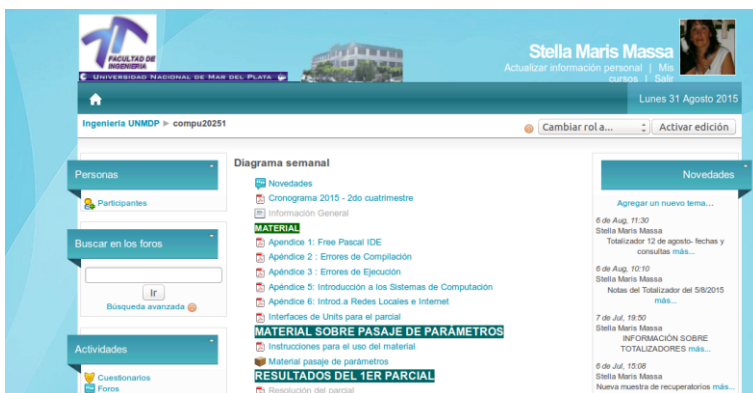
En esta etapa del Modelo, las técnicas de evaluación utilizadas con expertos fueron: Evaluación heurística (presentado en detalle en el Capítulo 1 del eje 1), Observación del experto y Recorrido Cognitivo.



**Figura 7 - Incorporación del prototipo de software (Scorm) en un Curso de Prueba de la Plataforma Educativa**

### c) Implantación del Prototipo de Software

En esta etapa se incorpora el paquete (OA etiquetado y empaquetado) a un Curso del EVEA para que esté disponible para estudiantes y de esta manera se produzca un proceso de interacción del OA con los usuarios finales (Ver Figura 8).



**Figura 8 - Implantación del Prototipo de Software**

En esta fase el factor más importante es la reacción o retroalimentación del usuario (User Feedback) (Mayhew, 1999), que proporciona información para: el mantenimiento y posibles mejoras del producto, la implementación de futuras revisiones del producto y el diseño y

desarrollo de productos relacionados que serán utilizados por los mismos usuarios o de características similares.

Las técnicas de evaluación utilizadas son:

i) Cuestionario de satisfacción a los estudiantes (CUSEOA) (Massa, 2013) que contiene:

1. Un conjunto de ítems bajo la forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita expresen su acuerdo o desacuerdo (Escala de Likert)
2. Una lista de adjetivos que se deben relacionar con el OA (Escala de Diferencial Semántico)
3. Preguntas abiertas para recoger información general subjetiva que pueden dar sugerencias interesantes y encontrar errores no previstos.

ii) Grabación de uso (registros de LOG)

Típicamente, los EVEA contienen un registro de la interfaz y estadísticas sobre la frecuencia con la que cada usuario ha utilizado el OA y la frecuencia con que los diversos eventos de interés han ocurrido (Figura 9).

### 2-1-1 Quick Facts

|  Student 4<br>Attempt: 1   |            |                      |       |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------|-------|-------------------------------|
| Title                                                                                                       | Status     | Time                 | Score |                               |
| Organization                                                                                                |            |                      |       |                               |
|  2-1-1 Quick Facts         | Completed  |                      |       | <a href="#">Track details</a> |
|  2-1-1 Quick Facts Ex. 1  | Incomplete | 1 minutes 42 seconds |       | <a href="#">Track details</a> |
|  2-1-1 Quick Facts Ex. 2 | Incomplete | 20 seconds           | 60    | <a href="#">Track details</a> |
|  2-1-1 Quick Facts Ex. 3 | Incomplete | 15 seconds           | 18    | <a href="#">Track details</a> |
|  2-1-1 Quick Facts Ex. 4 | Browsed    |                      |       | <a href="#">Track details</a> |

**Figura 9 - Registros de Log en Moodle del SCORM**

El procedimiento consiste en la captura de los registros almacenados en el EVEA de cada estudiante que interactuó con el OA. Posteriormente se procede a cruzar esta información con los resultados del Cuestionario a fin de rescatar información más detallada de sus percepciones y analizar las respuestas de cada estudiante en el Cuestionario.

#### d) En producción

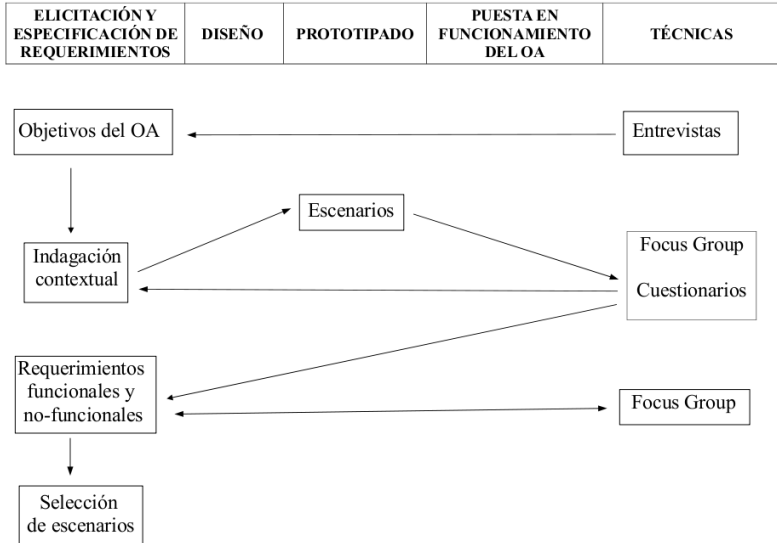
El OA sufrirá cambios a lo largo de su vida útil. Estos cambios pueden producirse por errores no detectados en las etapas anteriores, cambios en algunas de sus componentes o modificaciones funcionales no contempladas anteriormente.

### 4. La Hoja de trabajo del Modelo MPOBA

Dada la complejidad del modelo de proceso descripto, surge la necesidad de representar gráficamente una guía que refleje la evolución de los cambios producidos y que a la vez permita a todos los integrantes del equipo de desarrollo del OA, ver qué actividades del Modelo de Proceso se están llevando a cabo, cuándo lo están haciendo y qué relación tienen con las demás.

Este instrumento no reemplaza a la planificación temporal: PERT, CPM o un Diagrama de Gantt de un proyecto, sino que aporta otros elementos al proceso de desarrollo del OA.

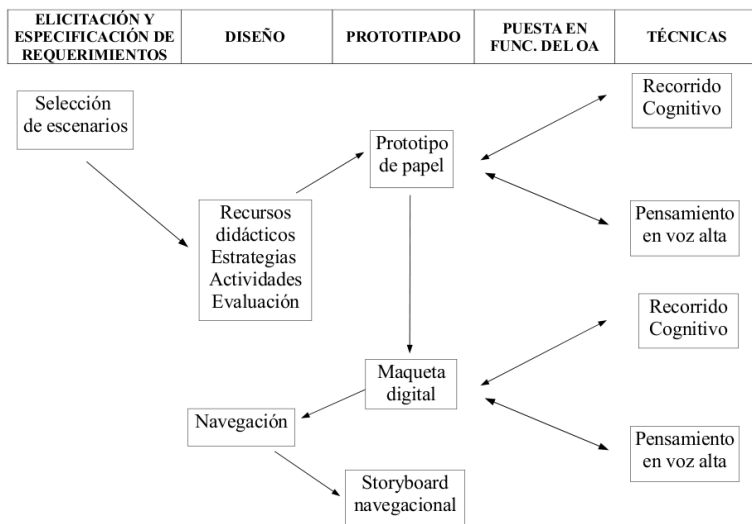
La secuencia temporal seguida puede comprobarse en una matriz de actividades, denominada “Hoja de Trabajo” (Figuras 10, 11 y 12) que refleja, en orden cronológico, todas las actividades a realizar.



**Figura 10 - Elicitación y Especificación de Requerimientos**

El esquema fue propuesto por Granollers (2004) en su tesis doctoral y dispone de una serie de columnas para cada una de las fases del Modelo MPOBA. Las flechas indican qué tarea precede o sigue a la tarea actual.

El objetivo además, es visualizar que desde todas las fases se promueve la participación activa de los usuarios, tanto en el Análisis de Requerimientos como en el Diseño y en la realización de prototipos y/o su posterior evaluación.



**Figura 11 – Diseño y Prototipado**

## 5. Proyectos desarrollados

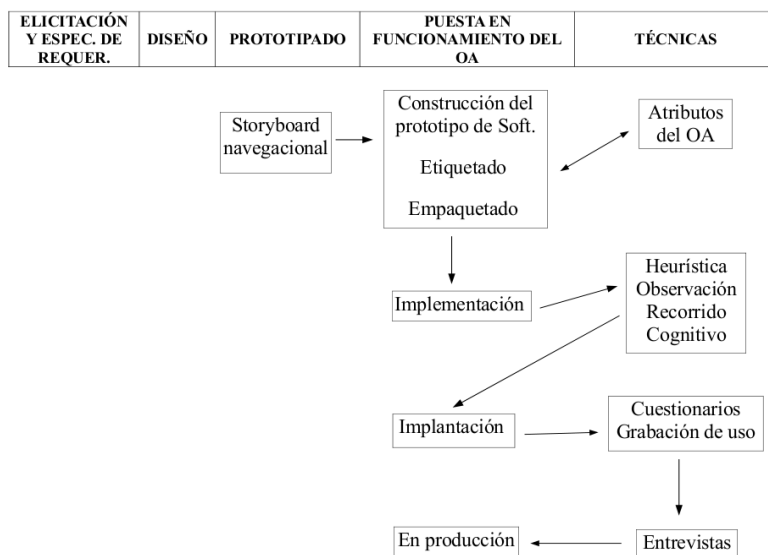
Se han desarrollado varios proyectos siguiendo el Modelo MPOBA que fueron presentados en Massa, De Giusti y Pesado (2011), Massa, De Giusti y Pesado (2012), Massa, Rico y Huapaya (2012), Massa y Rico (2013), Fernández, Daher, Pirro y Massa (2013), Pirro y Massa (2013), Fernández, Massa y Daher (2013), Pirro, Massa y Fernández (2015) y en la Tesis Doctoral de Massa (2013).

Los OA corresponden a contenidos de los cursos de Programación Inicial, Álgebra y Cálculo Inicial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Estos casos ilustran la aplicación del Modelo y permiten analizar la validez de cada una de las fases del mismo, las técnicas y los instrumentos. Por otra parte, las actividades planteadas permitieron reflexionar acerca de las



problemáticas presentes en la enseñanza y en el aprendizaje de las áreas involucradas con los OA que se desarrollaron y revelaron posibles mejoras en las estrategias para superarlas.



**Figura 12 – Puesta en Funcionamiento del OA**

## 6. Reflexiones finales

En este capítulo se presentó un Modelo de proceso para el desarrollo de OA, el MPOBA, que aporta una serie de particularidades para este tipo de software educativo. En este Modelo se integran las actividades del DCU con la metodología de desarrollo de software de sistemas interactivos. Consideramos que la incorporación de los principios del DCU en la construcción de los OA con las adaptaciones pertinentes permitirá relevar elementos significativos en el diseño de estos objetos proporcionando a los estudiantes mejores experiencias a partir de un mayor grado de implicación de todos los actores de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

El Modelo MPOBA, proporciona una diversidad de actividades en cada una de sus fases iterativas adaptables a diferentes OA y contextos educativos. Su generalidad y flexibilidad se combinan con la sistematicidad de los pasos a seguir claramente identificados.

Se propone una metodología sistemática para evaluar un OA en todos los momentos del proceso de desarrollo a través de diferentes actividades,

criterios, instrumentos y técnicas, indicando además quiénes deben participar en cada tarea. Se garantiza de esta manera uno de los principios del DCU: realizar evaluaciones de prototipos desde el principio del desarrollo, en forma continua.

---

## Referencias

- Ausubel, D. (1983): *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Barajas Saavedra, A., Muñoz Arteaga, J. y Álvarez Rodríguez, F. (2007): Modelo Instruccional el Diseño de Objetos de Aprendizaje: Modelo MDOA. En Actas del VIII Encuentro Virtual Educa Brasil 2007.
- Bradley, C., Haynes, R., Cook, J., Boyle, T., & Smith, C. (2009). Design and development of multimedia learning objects for mobile phones. In M. Ally (Ed.). *Mobile learning: Transforming the delivery of education and training* (pp. 157–182). Athabasca University Press, Edmonton,
- Cataldi, Z. (2000). *Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo*. Tesis de Maestría en en Tecnología Informática Aplicada en Educación. Universidad Nacional de la Plata.
- Churchill, D. & Hedberg, J. (2008). Learning Object Design Considerations for Small-Screen Handheld Devices. *Computers & Education*, 50 (3), 881-893. Recuperado de [http:// dx. doi.org/10.1016/ j.compedu.2006.09.004](http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2006.09.004)
- Del Río Lugo, N. (1999). Bordando sobre la zona de desarrollo próximo. *Educar*, 9(9).
- Díaz Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (2da. ed). México: McGraw Hill,
- Fernández M. E., Daher, N., Pirro, A., Massa, S. M. (2013). Análisis y Diseño de Escenarios de un Objeto de Aprendizaje para un Curso de Álgebra. En M.Prieto Mendez, S. Pech Campo y A. Pérez de la Cruz (Eds.). *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica*. Universidad Tecnológica de Cancún. Vol 1, pp. 199-206.
- Fernandez, C. y Salinero, M. (1999). El diseño de un plan de formación como estrategia de desarrollo empresarial: estructura, instrumentos y técnicas. *Revista Complutense de educación*, 10, 181-242. Recuperado de <http://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/viewFile/RCED9999120181A/17245>
- Fernández, M.E., Massa S.M., Daher, N. (2013). Diseño de un Objeto de Aprendizaje para un Curso de Álgebra Inicial. 6to Seminario Internacional de Educación a Distancia. Universidad Nacional de Cuyo. Argentina. Recuperado de [http://www.uncu.edu.ar/ seminario\\_rueda/upload/t93.pdf](http://www.uncu.edu.ar/ seminario_rueda/upload/t93.pdf)
- Ferran, N., Guerrero-Roldan, A.E., Mor, E. y Minguillon, J. (2009). User centered design of a learning object repository. In M. Kurosu (comp.). *Proceedings of the 1st International Conference on Human Centered Design, HCI International. Lecture Notes in Computer Science*.

- García Aretio, L., Ruíz, M. y Domínguez, D. (2007). De la educación a distancia a la educación virtual. Barcelona: Ariel.
- Granollers, T. (2004). MPlu+a. *Una metodología que integra la Ingeniería del Software, la Interacción Persona-Ordenador y la Accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares*. Tesis Doctoral. España: Universitat de Lleida.
- Hamel, C. J., and Ryan-Jones, D. (2002). Designing Instruction with Learning Objects. *International Journal of Educational Technology*, 1(3). Recuperado de <http://ascilite.org/archived-journals/ijet/v3n1/hamel/index.html>.
- Hassan-Montero, Y. (2013). *Introducción a la Interacción Persona-Ordenador*. Universitat Oberta de Catalunya.
- Hassan-Montero, Y., Ortega-Santamaría, S. (2013). Introducción a la Interacción Persona-Computadora. En L. Paz (Ed.). *Pioneros y Hacedores de Diseño de Interacción*. Buenos Aires: Godot.
- Leite, J., Hadad, G., Doorn, J. & Kaplan, G. (2000). A Scenario Construction Process. *Requirements Engineering Journal*, 5, 36-61. Recuperado de <http://www-di.inf.puc-rio.br/~julio/Slct-pub/rej2000.pdf>
- LOM (2002): *Learning Object v1 Metadata Final Draft*. New Cork, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE),
- Massa S.M., De Giusti, Pesado P. (2011). MPOBA: un Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje. En *Actas del IX Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación (WATIE 2011, CACIC 2011)*. (pp. 574-583). La Plata. Argentina. REDUNCI. Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18712/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18712/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Massa S.M., De Giusti, Pesado P. (2012). Métodos de evaluación de usabilidad: una propuesta de aplicación en Objetos de Aprendizaje. En *WICC 2012 | XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*. (pp. 922-926). Posadas, Argentina. REDUNCI. Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19339/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19339/Documento_completo.pdf?sequence=1).
- Massa S.M., Pesado P. (2012). Evaluación de la usabilidad de un Objeto de Aprendizaje por estudiantes. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET)*, 8, 65-76. Recuperado de <http://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/nuevo/files/No8/TEYET8-art07.pdf>
- Massa S.M., Rico, C., Huapaya, R. (2012). Generación de requerimientos de un Objeto de Aprendizaje a partir de escenarios: un caso de estudio para un curso de Programación Inicial. En *Actas del X Workshop de Tecnología Informática Aplicada en Educación (WATIE 2012, CACIC 2012)*. Bahía Blanca, Argentina. REDUNCI. Recuperado de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/23650/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/23650/Documento_completo.pdf?sequence=1).
- Massa, S. M., Rico, C. (2013). Objetos de aprendizaje: metodología de desarrollo y evaluación de la calidad. En Prieto Mendez, M. Pech Campo, S. y Pérez de la Cruz, A. (Eds). *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica*. Universidad Tecnológica de Cancún. Vol 1, pp. 69-76.
- Massa. S.M. (2013). *Objetos de aprendizaje: Metodología de desarrollo y evaluación de calidad*. Tesis Doctoral. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Mayhew, D. J.(1999). *The Usability Engineering Lifecicle. A practioner's handbook*

- for user interface desings*. San Francisco: Morgan Kaufmann,
- Menéndez, V. y Prieto M. (2010). Sistemas de Gestión Integral de Objetos de Aprendizaje. *IEEE RITA Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 5, 56-62. Recuperado de [http://www.cyd.conacyt.gob.mx/259/articulos/201005\\_uploads\\_IEEE-RITA.2010.V5.N2.A3.pdf](http://www.cyd.conacyt.gob.mx/259/articulos/201005_uploads_IEEE-RITA.2010.V5.N2.A3.pdf)
- Mor, M., Garreta, M. y Galoffré, M. (2007). Diseño Centrado en el Usuario en Entornos Virtuales de Aprendizaje, de la Usabilidad a la Experiencia del Estudiante. *Actas del IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos Educativos Re utilizables (SPDECE'07)*. Recuperado de <http://spdece07.ehu.es/actas/Mor.pdf>.
- Morales, E. M., Gómez, D.A. y García Peñalvo, F. J. (2008). HEODAR.: Herramienta para la Evaluación de Objetos Didácticos de Aprendizaje Reutilizables. En J. Salamanca, A. Velázquez Iturbide, F. García Peñalvo y A. Gil González (Coords.). *Actas del X Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE'08)*. Colección Aquilafuente, ediciones Universidad de Salamanca.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Boston: Academic Press Professional.
- Pirro A. L., Massa S.M. (2013). Diseño de Escenarios de aprendizaje para un Objeto de Aprendizaje de Cálculo Inicial. 6to Seminario Internacional de Educación a Distancia. Universidad Nacional de Cuyo. Argentina. Recuperado de [http://www.uncu.edu.ar/seminario\\_rueda/upload/t101.pdf](http://www.uncu.edu.ar/seminario_rueda/upload/t101.pdf).
- Pirro A. L., Massa S.M. y Fernández, M. E. (2015). La calidad de los objetos de aprendizaje. Una aplicación de la plantilla GEHOA. México. Guadalajara. 2015. En XVI Encuentro Internacional Virtual Educa. Virtual Educa. Recuperado de <http://virtualeduca.org/forove/tematicas-2015/156-seminario-desarrollo-tecnologico-para-la-innovacion-educativa-presentacion-de-aplicaciones-prototipos-y-proyectos-vinculados-al-desarrollo/404-la-calidad-de-los-objetos-de-aprendizaje-una-aplicacion-de-la-plantilla-gehoa>.
- Powell, T., (2001): *Diseño de sitios Web, Manual de referencia*. Madrid: McGraw Hill.
- Santos, O.C., Martín, L., Del Campo, E., Saneiro, M., Mazzone, E., Boticario, J.G. & Petrie, H. (2009). User-centered design methods for validating a recommendations model to enrich learning management systems with adaptive navigation support. In *Proceedings of the 6<sup>th</sup> Workshop on User-Centered Design and Evaluation of Adaptive Systems* (pp. 64-67). Recuperado de [https://adenu.ia.uned.es/web/sites/default/files/ceur2009\\_ocs-lm-ec-ms-em-jgb-hp.pdf](https://adenu.ia.uned.es/web/sites/default/files/ceur2009_ocs-lm-ec-ms-em-jgb-hp.pdf).
- SCORM 2004 (2009). *4th Edition Specification*. <http://www.adlnet.gov/capabilities/scorm/scorm-2004-4th>.
- Sicilia M. A. y Lytras Miltiadis D. (2005). Scenario-oriented reusable learning object characterizations. *International Journal of Knowledge and Learning*, 1, 332-341. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=C371963222CBA446660E7D1ED4194F3D?doi=10.1.1.59.8700&rep=rep1&type=pdf>
- Vygotsky, S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Buenos Aires: Grijalbo.

## **Los complejos sin complejo... en el límite**

### **Resumen**

Este capítulo describe el proceso de análisis y diseño de Objetos de Aprendizaje (OA) con una mirada pedagógica y tecnológica. Este proceso forma parte de una Metodología de desarrollo y evaluación de OA: “Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje” (MPOBA). Se presentan los resultados de la aplicación de esta metodología en la construcción de OA con contenidos de Cálculo Inicial y un primer curso de Álgebra, asignaturas del Ciclo básico de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP. En el diseño se contemplaron diversas estrategias de enseñanza y de aprendizaje y los procesos cognitivos en los que inciden. Cabe destacar que, es necesario realizar un proceso de evaluación por parte de expertos-usuarios, lo cual permitirá detectar los aspectos favorables y desfavorables de dichos OA, y realizar las modificaciones pertinentes antes de la implantación del prototipo.

La modalidad de implementación de los OA, se centra en el modelo de aula extendida (aula invertida) que permite a los estudiantes apoyar su proceso de aprendizaje a través del desarrollo de actividades virtuales, las cuales fortalecen y retroalimentan los conocimientos adquiridos en las clases presenciales. Este nuevo enfoque metodológico pretende enriquecer la calidad técnica de los OA y generar mejores experiencias educativas en los estudiantes.

**Palabras clave:** Objetos de aprendizaje, Escenarios, Diseño, Prototipos, Modelado

## **1. Introducción**

El desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación han favorecido el cambio de los ambientes rutinarios de aprendizaje por otros caracterizados por la innovación y la interacción permanente. Por lo tanto la creación de nuevos conocimientos, requiere la utilización de herramientas que permitan energizar el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Se deberán buscar otras estructuras para los contenidos que faciliten la flexibilidad en la formación y que utilicen otras formas complementarias de desarrollo de las materias que no sean, exclusivamente, las clases presenciales tradicionales. Es aquí donde la Educación a Distancia con sus distintas modalidades, ofrece una solución complementaria, y a veces más efectiva, para satisfacer las necesidades formativas del estudiante. Existe pues, un proceso de aprendizaje que requiere de materiales digitales educativos que lo propicien y donde el concepto de Objeto de Aprendizaje (OA) toma relevancia asumiendo la siguiente definición:

*La mínima estructura independiente que contiene un objetivo, un contenido, una actividad de aprendizaje, un metadato y un mecanismo de evaluación, el cual puede ser desarrollado con tecnologías de infocomunicación de manera de posibilitar su reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo. (Massa, 2013, p.12)*

Para la creación de los OA, se aplicó el Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA) (Massa, 2013).

En una primera instancia, se desarrollaron los Requerimientos de los OA utilizando la técnica de los Escenarios para la Validación de la Especificación.

Los Escenarios son descripciones parciales del funcionamiento del sistema, no son formales y se los puede representar con una variedad de recursos (Hada, Kaplan, Oliveros y Leite, 1997). En particular Luna Pérez, Mezura Godoy, Benítez Guerrero y García Gaona (2009) definen “Escenario de Aprendizaje” a la secuencia de pasos en una actividad de aprendizaje con un fin pedagógico específico. El cual comprende un conjunto de reglas a seguir para que los estudiantes puedan adquirir, reforzar o asimilar conocimientos dentro de un marco de estudio.

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) se caracteriza por involucrar a los estudiantes desde un inicio en el proceso de diseño y desarrollo del OA (Hassan, Fernández y Iazza, 2004). Como marco de referencia, el estándar ISO13407 (1999), incluye actividades que tienen como meta conocer a los usuarios, saber de sus necesidades, para qué se usará el OA, producir soluciones y evaluar el diseño en base a los requisitos. Este proceso, permite

que el OA a desarrollar responda a las características y necesidades de los estudiantes. Por lo tanto, desde esta perspectiva los Escenarios han sido propuestos como descripciones detalladas del contexto, que permiten elaborar decisiones de diseño (Carroll, 1995).

Este capítulo es una nueva versión de la ya presentada en los artículos de Fernández, Daher, Pirro y Massa (2013); Fernández, Massa y Daher (2013); Pirro y Massa (2013).

## **2. Planificación del OA**

Como actividad previa a la creación de los OA se requiere de una planificación del mismo: realizar un análisis preliminar referido a la caracterización de los usuarios finales (profesores y estudiantes), la selección de la Plataforma educativa (EVEA) en dónde se incorporará el OA y la determinación de los perfiles de usuario y roles.

La realidad en la Facultad de Ingeniería de la UNMDP, como en tantas otras, es que los cursos de 1º año del Ciclo Básico son numerosos y heterogéneos, con cantidad insuficiente de recursos humanos para el desarrollo de actividades presenciales y colaborativas.

En los espacios universitarios, generalmente, se caracteriza al docente asociando su imagen con la del profesor transmisor del conocimiento, preocupado por brindar información, esclarecer y explicar los contenidos presentados. En este contexto, el estudiante no tiene más que un rol pasivo y el proceso de aprendizaje se desarrolla en forma individual. Los docentes, tienen la certeza que se realiza el proceso de enseñanza tal como estaba diseñada, y queda la inquietud sobre lo que sucede con el aprendizaje.

Por otra parte, la transición de la Educación Secundaria a la Universidad es uno de los temas que más preocupa a matemáticos y educadores, y exige analizar distintas perspectivas: la percepción del estudiante, la percepción del profesor y los indicadores cognitivos propios del ámbito institucional y del área de conocimiento. La mayoría de las investigaciones realizadas sobre esta temática, se han centrado en las dificultades cognitivas y los saltos conceptuales que experimenta el estudiante, así como en los cambios en la forma de comunicación y la ausencia de la habilidad de pensamiento abstracto o lógico (Gómez Chacón, 2009).

Gascón (2009) se refiere a las discontinuidades didácticas, esto es, a los cambios bruscos en la manera de organizar el estudio de las matemáticas en el paso de Secundaria a la Universidad. Señala, entre otros, los cambios en la distribución de las responsabilidades matemáticas; la verificación e interpretación de resultados; cambio en el papel de las definiciones: de “descriptivo” a “constructivo”; cambios de las matemáticas “mostrativas” a

las matemáticas “demostrativas” y de una matemática “prealgebraica” a una abrupta algebrización.

Por otra parte, y con la experiencia de muchos años en el dictado de Álgebra, coincidimos con Aznar, Distéfano, Massa, Figueroa y Moler (2009), en que cuando los alumnos deben convertir del registro gráfico al algebraico, tienen grandes dificultades, dado que esta conversión requiere un esfuerzo cognitivo superior que la de pasar del registro algebraico al gráfico.

En cuanto al Cálculo inicial, su enseñanza constituye un gran desafío, ya que su aprendizaje trae aparejado numerosas dificultades. En primer lugar las provocadas por superar los modos de pensamiento numérico y algebraico y en segundo lugar las relacionadas con la conceptualización y formalización (Engler, Vrancken, Hecklein, Müller y Gregorini, 2007).

Tall (1992) propone presentar situaciones que provoquen un conflicto cognitivo, para que den lugar a un desequilibrio que conduzca a la superación de los obstáculos. También manifiesta que se debe favorecer las tres representaciones sobre el límite funcional: gráfica, numérica y simbólica.

La implantación de los OA está proyectada en las respectivas aulas virtuales de las asignaturas diseñadas en una Plataforma Educativa Moodle, la cual cumple con la condición de que los desarrollos educativos incorporados en el Proyecto Integral de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP estén basados en la filosofía del software libre.

### **3. Elicitación y especificación de requerimientos**

La Elicitación de requerimientos es el proceso mediante el cual se descubren las necesidades y propiedades necesarias para producir un modelo de requerimientos del OA, a partir de la comunicación con los usuarios. Este proceso comprende una serie de actividades para establecer lo que requiere el cliente, y con esos requerimientos identificados y validados llevar a cabo el desarrollo del sistema (Pressman, 2002).

Para la Elicitación de requerimientos se aplicaron distintas técnicas: entrevistas, indagación contextual, encuesta y focus group. Para la Especificación de requerimientos se definieron los objetivos del OA desde el punto de vista pedagógico y tecnológico, se seleccionaron los Escenarios y se verificaron y validaron sus requerimientos a partir de las descripciones formales en lenguaje natural. Seguidamente, en el contexto de la Facultad de Ingeniería, se describen la fase de Elicitación y especificación de requerimientos.

Los cursos de Álgebra A y Análisis Matemático A son obligatorios para las 10 carreras de Ingeniería que se dictan (Química, Mecánica, Eléctrica, Electrónica, Electromecánica, en Alimentos, en Materiales, Industrial, Informática y en Computación) y representan una población



semestral de 480 estudiantes, distribuidos en seis comisiones. Los procesos de intervención pedagógica se realizan semanalmente en dos modalidades:

- la clase magistral utilizando recursos como pizarrón y medios audiovisuales (4 hs), complementadas en muchos casos con el método heurístico y la conversación socrática y
- el taller-grupo operativo (4 hs) con resolución de problemas. Los estudiantes, en estos grupos, resuelven guías de trabajos prácticos por interacción con sus compañeros, con el material impreso de cátedra y con los docentes.

En esta fase, se realizó una indagación contextual de las tareas que realizan los usuarios involucrados. Se entrevistó a integrantes de ambas cátedras con diferentes perfiles (profesores y auxiliares), con el fin de recabar información sobre sus experiencias, opiniones y criterios referentes a la enseñanza y aprendizaje. En particular se preguntó cuáles son los temas que seleccionarían para el desarrollo del OA.

De las entrevistas surgió que las dificultades se presentan, principalmente, en la representación gráfica, la simbolización, la decodificación de la simbolización, en resumen, el pasaje de un registro a otro. Por otra parte, estas problemáticas están presentes tanto en las disciplinas de Álgebra como de Cálculo.

A continuación se describen las especificidades de cada una:

**a) Caso OA con contenidos de Álgebra**

Si bien en el intercambio de opiniones se propusieron temas tales como Polinomios, Sistemas de ecuaciones lineales y Números complejos, el tema sugerido fue: “la representación gráfica de los números complejos y de sus operaciones”, ya que favorece el uso de los tres registros de representación. Estos conceptos matemáticos, no sólo integran una unidad del programa de Álgebra, sino que trasciende a otras asignaturas del área Matemática y del Ciclo superior correspondientes a los planes de estudios que se dictan en la Facultad de Ingeniería.

**b) Caso OA con contenidos de Cálculo**

El tema seleccionado para el OA fue “Introducción al concepto de límite funcional”; presentación intuitiva de los contenidos principales involucrados; ejemplificación de los contenidos con diferentes medios (texto, imagen, video, audio, etc.); incorporación de actividades de evaluación individual y/o grupal. Con respecto a este tema y teniendo en cuenta las investigaciones realizadas (Blázquez y Ortega, 2001; Blázquez, Ortega, Gatica y Benegas, 2006) es conveniente presentar al alumno distintos sistemas de representación de la idea de límite antes de trabajar con la definición formal. Estos autores establecen los sistemas de representación verbal, numérico y gráfico, para luego arribar al registro algebraico que corresponde a las definiciones formales de límite funcional. Se entiende que la inclusión de estas representaciones en el OA, favorecerán la construcción

de una imagen conceptual más amplia, y por ende, con mayores posibilidades de que el alumno interprete y comprenda las definiciones conceptuales (algebraicas).

A partir del trabajo anterior y para poder definir los objetivos, propósito de esta tarea, es necesario conocer por qué se realizará, y por lo tanto conocer qué se espera alcanzar mediante la aplicación a desarrollar. En la Tabla 1 se muestran dichos objetivos.

**Tabla 1 - Objetivos de la aplicación a desarrollar**

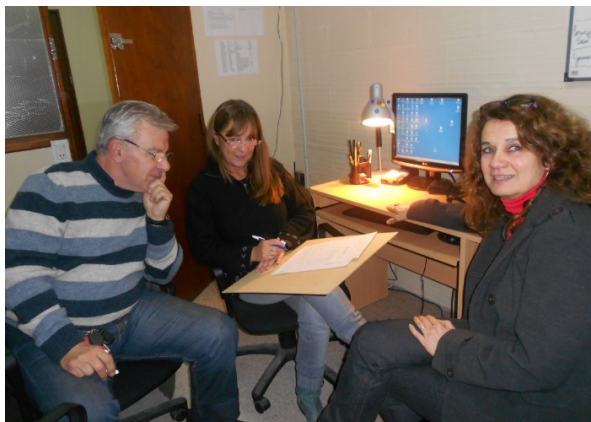
| Objetivos   | Curso de Álgebra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Curso de Cálculo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| General     | Resolver situaciones problemáticas en la representación de conjuntos de números complejos, a través de la conversión entre los tres registros básicos: registro coloquial, gráfico y algebraico.                                                                                                                                                                                                                     | Objetivo general: contribuir a la comprensión del concepto de límite funcional a través de los distintos registros de representación: verbal, numérico y gráfico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Específicos | Representar conjuntos de números complejos.<br>Operar con los números complejos expresados en forma polar.<br>Trabajar con las representaciones en un mismo registro y en diferentes registros.<br>Construir una articulación interna coherente con las diversas representaciones que pueden ser elegidas y usadas.<br>Comprender las ventajas de la representación de los números complejos en distintos registros. | Trabajar con las representaciones en un mismo registro y en diferentes registros<br>Construir una articulación interna coherente con las diversas representaciones que pueden ser elegidas y usadas.<br>Intuir el valor del límite de una función en un punto y en infinito, cuando existe, dada una tabla de valores, una gráfica o un enunciado verbal.<br>Interpretar en forma intuitiva el concepto de los límites laterales, dada una tabla o una gráfica, y establecer cuál es su relación con el límite de una función.<br>Argumentar la existencia o no del límite de una función y determinarlo cuando sea posible |

### **Verificación de la especificación generada con respecto a sus requerimientos**

La validación de los requerimientos se realizó a partir de descripciones formales de Escenarios en lenguaje natural, mostrando cómo se efectúan los procesos de enseñanza y de aprendizaje y qué actores o perfiles

de usuarios intervienen en éstos a través de las secuencias de tareas descriptas para cada uno de los Escenarios.

Se construyeron Escenarios de aprendizaje para describir los requerimientos de cada OA. Estos se negociaron entre los usuarios implicados y responsables del proyecto (Imágenes 1 y 2), se validaron y verificaron para asegurar que no presenten conflictos con los demás requisitos y que se correspondan con las necesidades reales de los usuarios (Durán, 2000). En la Tabla 2 se muestran los mismos para cada disciplina.



**Imagen 1 - Negociación con los usuarios**



**Imagen 2 - Entrevista de requerimientos**

**Tabla 2 - Escenarios de la aplicación a desarrollar**

| Curso de Álgebra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Curso de Cálculo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Escenario 1. Video explicativo:</b> representación gráfica de un conjunto de números complejos, donde a partir del registro gráfico, se analiza y se obtiene su correspondiente representación en el registro algebraico.</p> <p><b>Escenario 2. Ejercicios resueltos:</b> presentación de las características compartidas de números complejos y sus implicancias geométricas. El objetivo es afianzar los conceptos referidos a las distintas representaciones de números complejos.</p> <p><b>Escenario 3. Actividad individual 1:</b> del registro gráfico al registro coloquial. Cuestionario Múltiple – Choice.</p> <p><b>Escenario 4. Actividad individual 2:</b> del registro gráfico al registro coloquial o algebraico. Cuestionario Múltiple – Choice.</p> <p><b>Escenario 5. Actividad grupal:</b> cada grupo deberá relacionar las operaciones entre números complejos con las transformaciones geométricas que se producen en el plano complejo entre sus vectores representativos. Además deberán argumentar su respuesta.</p> | <p><b>Escenario 1. Video explicativo:</b> del caso “límite finito de variable finita cuyo objetivo es observar gráficamente la tendencia de la variable independiente a un punto <math>x = a</math> y la tendencia de la variable dependiente a un valor <math>L</math>”.</p> <p><b>Escenario 2. Actividad individual 1:</b> cuestionario (estrategia de preguntas intercaladas) a partir de distintas visualizaciones (gráficas o tablas de valores) cuyo objetivo es fortalecer la noción intuitiva de límite finito de variable finita.</p> <p><b>Escenario 3. Actividad individual 2:</b> Cuestionario (estrategia de preguntas intercaladas) con el objetivo de interpretar en forma intuitiva el concepto de los límites laterales, dada una tabla o una gráfica, y establecer cuál es su relación con el límite de una función.</p> <p><b>Escenario 4. Video explicativo</b> del caso “límite infinito de variable finita cuyo objetivo es observar gráficamente la tendencia de la variable independiente a un punto <math>x = a</math> y su relación con el comportamiento de la función en el entorno de dicho punto”.</p> <p><b>Escenario 5. Actividad individual 3:</b> Cuestionario de respuestas múltiples, relativo al límite infinito de variable finita, a partir de distintas visualizaciones, con el objetivo fortalecer el concepto del comportamiento de la función en el entorno de un punto.</p> <p><b>Escenario 6. Video explicativo</b> del caso “límite finito de variable infinita, cuyo objetivo es observar el comportamiento de la función cuando la variable independiente crece o decrece”.</p> <p><b>Escenario 7. Actividad individual 4:</b> problema dado en forma coloquial a partir del cual se deberá explicar y expresar fenómenos en los que interviene el concepto de límite finito de variable infinita.</p> <p><b>Escenario 8. Video explicativo</b> del caso “límite infinito de variable infinita, cuyo objetivo es observar el comportamiento de la función cuando la variable independiente crece o decrece”.</p> <p><b>Escenario 9. Actividad individual 5:</b> Cuestionario Múltiple – Choice relativo al límite infinito de variable infinita, a partir de distintas visualizaciones. El objetivo es fortalecer el concepto del comportamiento de la función cuando la variable independiente crece o decrece.</p> <p><b>Escenario 10. Actividad individual 6:</b> cuestionario (preguntas intercaladas), a partir de distintos registros de representación, cuyo objetivo es una integración de los conceptos desarrollados.</p> <p><b>Escenario 11. Actividad colaborativa:</b> Construcción de un mapa conceptual que aborde los distintos casos de límite funcional. El objetivo es permitir a los alumnos valorar su propio aprendizaje y al docente determinar el nivel de comprensión de los conceptos revisados</p> |

Posteriormente se realizaron nuevas reuniones con docentes de la cátedra de Álgebra por un lado y de Cálculo, por otro, con el fin de ampliar información sobre aquellos Escenarios cuya descripción resultara incompleta y/o confusa a partir de la información obtenida.

A partir de la validación de requerimientos, se propone la descripción de Escenarios evaluados como etapa previa al diseño del OA. En la Tabla 3 y 4 se ilustran Escenarios de cada asignatura.

**Tabla 3 - Álgebra. Escenario 1: Representación gráfica de un conjunto de números complejos**

| Componente              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre</b>           | Video explicativo: ejemplo de conversión del registro gráfico al algebraico de un conjunto de números complejos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Objetivo</b>         | Proporcionar información a través de imagen, sonido y texto sobre los pasos para escribir algebraicamente un conjunto de números complejos, dado en forma gráfica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Contexto</b>         | El usuario debe tener una cuenta Moodle del curso y una computadora con lo siguiente:<br>complemento de Adobe Flash Player 10.0.22 o posterior;<br>Firefox 1.1 o posterior (recomendable);<br>conexión de banda ancha de un mínimo de 500 Kbps.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Recursos</b>         | Video                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Actores</b>          | Estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Set de episodios</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario hace clic en el link: “Representación gráfica de los números complejos”, que hace referencia al video ejemplo de conversión del registro gráfico al algebraico de un conjunto de números complejos.</li> <li>2. Se despliega una ventana pop-up que presenta el objetivo del video, una aclaración y el video embebido.</li> <li>3. El usuario clikea en el video y comienza la reproducción. El video tiene controles para avanzar, retroceder, parar y pasar a pantalla completa.</li> <li>4. El video presenta un ejemplo de cómo realizar la conversión del registro gráfico al registro algebraico de un conjunto de números complejos.</li> <li>5. El video tiene la pantalla recreada con el graficador Geogebra.</li> <li>6. El usuario observa inicialmente la representación gráfica de un conjunto de números complejos sobre el cual se debe hacer la conversión al registro algebraico.</li> <li>7. El usuario observa la secuencia de gráficos que se deben tener en cuenta, para la conversión del registro gráfico al registro algebraico.</li> <li>8. El usuario escucha a un locutor que explica la secuencia descripta en el punto 7.</li> <li>9. Se repiten los pasos 7 y 8 en donde el usuario tiene la libertad</li> </ol> |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | de “avanzar”, “retroceder” o “parar” el video.<br>10. El usuario presiona el botón “parar” para finalizar la reproducción del video.                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Casos alternativos</b> | Si el usuario no tiene los complementos necesarios, el sistema se lo indicará, podrá descargarlos y luego ver el video.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Dudas</b>              | Ejemplo o ejercicio a seleccionar para la representación gráfica del conjunto de números complejos para realizar la conversión.<br>Aspectos claves a destacar visual y auditivamente.<br>Selección de las representaciones gráficas de los conjuntos de números complejos que orienten al alumno en el proceso de conversión del registro gráfico al registro algebraico. |

**Tabla 4 - Cálculo. Escenario 3: Cuestionario sobre el concepto de límites laterales**

| Componente              | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nombre</b>           | Actividad individual 2: Cuestionario sobre el concepto de límites laterales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Objetivo</b>         | Interpretar en forma intuitiva el concepto de los límites laterales, dada una tabla o una gráfica, y establecer cuál es su relación con el límite de una función.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Contexto</b>         | El usuario debe tener una cuenta Moodle del curso y una computadora con lo siguiente:<br>complemento de Adobe Flash Player 10.0.22 o posterior;<br>Firefox 1.1 o posterior (recomendable);<br>conexión de banda ancha de un mínimo de 500 Kbps.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Recursos</b>         | Cuestionario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Actores</b>          | Estudiante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Set de episodios</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario hace clic en el link: “Límites laterales. Su concepto. Relación con el límite de la función”, que hace referencia a la actividad de observación de gráficas y tablas para responder el cuestionario (preguntas intercaladas).</li> <li>2. Se despliega una ventana pop-up que presenta el objetivo de la actividad, instrucciones para su desarrollo y el cuestionario.</li> <li>3. El cuestionario tiene las gráficas y tablas embebidas, recreadas con el graficador Geogebra, y las preguntas intercaladas entre las mismas.</li> <li>4. El usuario observa las gráficas, tablas y las secuencias de preguntas que se les asocian. Las actividades tienen por objetivo visualizar la existencia de los límites laterales. Introducir su escritura simbólica y establecer su relación con el límite de la función.</li> <li>5. El usuario responde una pregunta.</li> <li>6. Se presenta una retroalimentación, se le informa si la respuesta es correcta o no. En caso de no serlo se le dan pistas para una nueva observación.</li> <li>7. Si la respuesta no es correcta, vuelve al punto 4.</li> <li>8. Se repiten los pasos 4 a 6 en donde el usuario tiene la libertad de</li> </ol> |

|                           |                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | observar nuevamente las gráficas y tablas, la secuencia de preguntas intercaladas.<br>9. El usuario presiona el botón “resumen” para acceder a un documento con las conclusiones más relevantes del tema. |
| <b>Casos alternativos</b> | Si el usuario no tiene los complementos necesarios, el sistema se lo indicará, podrá descargarlos y luego realizar la actividad.                                                                          |
| <b>Dudas</b>              | Gráficas y tablas a seleccionar para la observación de los límites laterales y su relación con el límite de la función.<br>Preguntas para responder.<br>Retroalimentación.<br>Documento Resumen.          |

## 4. Diseño

De acuerdo con Powell (2001) un sitio Web se conforma desde el ámbito del diseño, a partir del contenido, la forma, la función y la finalidad.

Para el diseño del OA se tuvieron en cuenta el punto de vista pedagógico y la estructuración de la información de los requerimientos.

En el caso del OA de Álgebra, se continuó con la Fase de Diseño del modelo MPOBA sobre uno de sus escenarios: Video explicativo (Tabla 2). Se trabajó con integrantes de la cátedra para la selección de los recursos didácticos y las estrategias de enseñanza que promuevan un aprendizaje significativo (Díaz Barriga Arceo y Hernández Rojas, 2002). Los resultados se muestran a continuación:

a) Definición del enunciado del ejercicio: se tuvo en cuenta la necesidad de reforzar la conversión desde la representación gráfica a la representación algebraica de un subconjunto de números complejos que cumplen con determinadas características sobre módulos y argumentos principales. Por lo tanto se puntualizó como anclajes los conocimientos previos y situaciones problemáticas planteadas en las clases prácticas tradicionales. Este ejercicio tiene por objetivo determinar condiciones sobre módulo y argumento de los números complejos representados gráficamente, y escribir por comprensión dicho subconjunto del plano complejo.

b) Textos que refuerzan los gráficos: a partir del análisis de cada uno de los gráficos asociados a las distintas características, se reforzaron con una representación algebraica haciendo hincapié en los conceptos relacionados de distancia entre números complejos y argumentos de números complejos.

c) Secuencia de gráficos: se tuvo en cuenta el análisis del punto b). En cada una de ellos se puntualiza la región del plano complejo a tener en cuenta para conjeturar el subconjunto de números complejos que se ha graficado.

## 5. Desarrollo de prototipos

Los prototipos son un material de soporte para evaluar si el diseñador ha comprendido el sistema durante las reuniones con usuarios, implicados y responsables del proyecto. Permiten crear diferentes vistas del sistema en las primeras etapas de su implementación de la manera más rápida y barata posible.

El uso de prototipos cuando se utiliza tempranamente, ayuda a comprender los requisitos que plantea el usuario, observar su comportamiento y su reacción ante el prototipo (Hix y Hartson, 1993).

Se pueden diseñar en distintitos materiales y formatos. A continuación se detallan algunas de las técnicas utilizadas para el desarrollo y construcción de los mismos:

**a) Prototipos de papel** es una técnica de baja fidelidad (Sommerville, 2011). Su utilización no precisa incorporar software; sólo es necesario que capture la funcionalidad del sistema y que comunique la información y sus interacciones adecuadamente (Granollers i Saltiveri, Lorés Vidal, Cañas Delgado, 2005).

**b) Maquetas digitales (wireframes)** son representaciones de calidad en formato digital que por su mayor nivel de detalle permite visualizar de una manera muy aproximada a la versión final el diseño de la interfaz (colores, estructura de navegación, botones, etc.) (Granollers i Saltiveri et al., 2005).

**c) Storyboards** tienen su origen en la industria cinematográfica. Consisten en una serie de dibujos o imágenes dispuestos en formato secuencial de viñetas que ilustran los distintos pasos de un sistema durante consecución de una determinada tarea. Permiten crear diferentes vistas del sistema en las primeras etapas de su implementación de la manera más rápida y barata posible. Es un material de soporte para evaluar si el diseñador ha comprendido el sistema durante las reuniones con usuarios, implicados y responsables del proyecto. No es adecuado para comprobar aspectos referentes a la interactividad del sistema (Granollers i Saltiveri et al., 2005).

En este caso, se construyeron prototipos de baja fidelidad en papel y maquetas digitales que fueron evaluadas por integrantes de la cátedra. Para ilustrar esta etapa, se presenta en la Figura 1 uno de los prototipos en papel.

Se puede observar el lugar en que se ubicarán cada uno de los elementos multimediales en el Escenario 1: Video explicativo. Este diseño proporciona información a través de imagen, sonido y texto sobre los pasos para escribir algebraicamente un subconjunto de números complejos, representados gráficamente.

En una nueva reunión con integrantes de la cátedra de Álgebra, se analizó la necesidad de reforzar los procesos cognitivos que debe realizar el estudiante desde la visualización y la explicación en off, con el registro algebraico, destacando los conocimientos previos trabajados en las clases



prácticas. Además, se aconsejó resaltar las ecuaciones e inecuaciones que serán necesarias para definir el subconjunto de números complejos, que se muestra en la Figura 2.

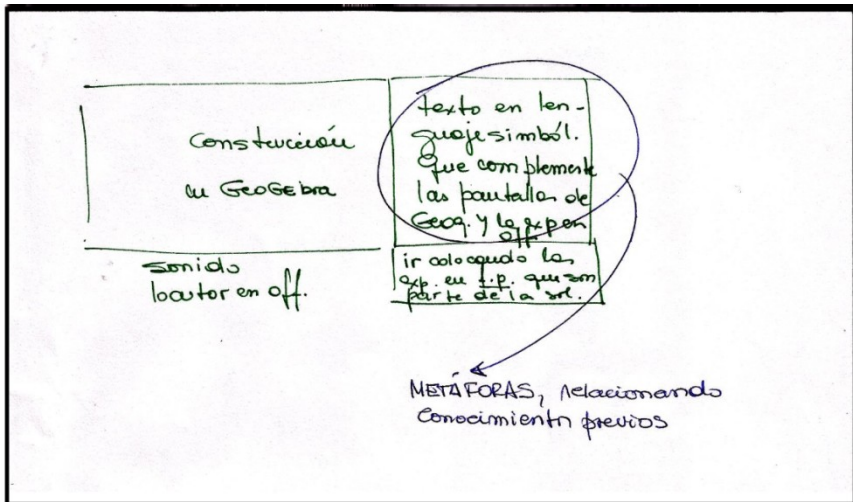


Figura 1 - Prototipo en papel versión 1

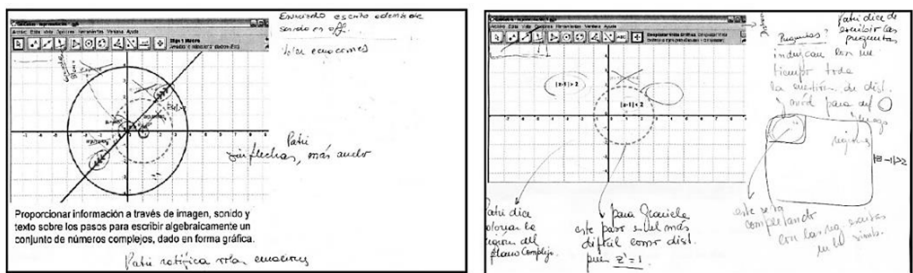


Figura 2 - Prototipo en papel versión 2

## Maqueta digital

A continuación en la Figura 3, se ilustra la evolución de la maqueta digital para el Escenario 1: Video explicativo. En la misma se muestra como fueron plasmados los pasos 5, 6 y 7 descritos en el escenario correspondiente en la Tabla 2.

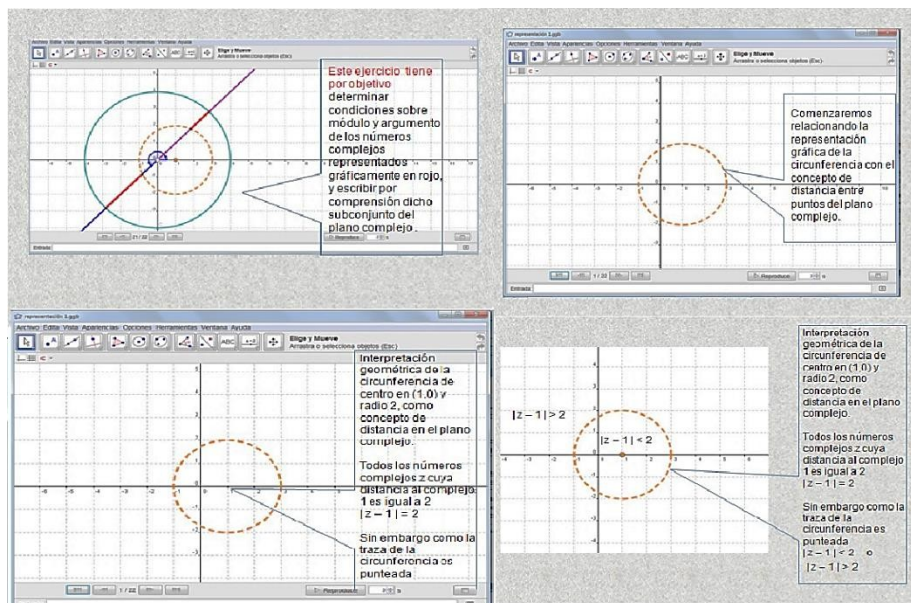


Figura 3 - Maqueta digital

## Storyboard

En la Figura 4 se visualiza una secuencia de imágenes que formarán parte del Escenario 1: Video explicativo. La primera imagen muestra la representación gráfica de un subconjunto de números complejos. Tiene por objetivo determinar condiciones sobre módulo y argumento de los números complejos representados gráficamente en los segmentos en rojo, y escribir por comprensión dicho subconjunto del plano complejo. En las siguientes imágenes se presentan gráficas de circunferencias y semirrectas que serán abordadas desde los conocimientos previos de los estudiantes (trabajo con las guías tradicionales), buscando las características relacionadas con el objetivo del ejemplo, es decir la identificación del rango de valores del módulo y de los argumentos. En cada instancia de identificación se realiza la conversión a su representación algebraica (registro algebraico) y se descartan aquellas que no correspondan.

Por último, se concluye que el subconjunto de números complejos a representar algebraicamente es el sistema integrado por las dos inecuaciones y la ecuación en función de los módulos y argumentos.

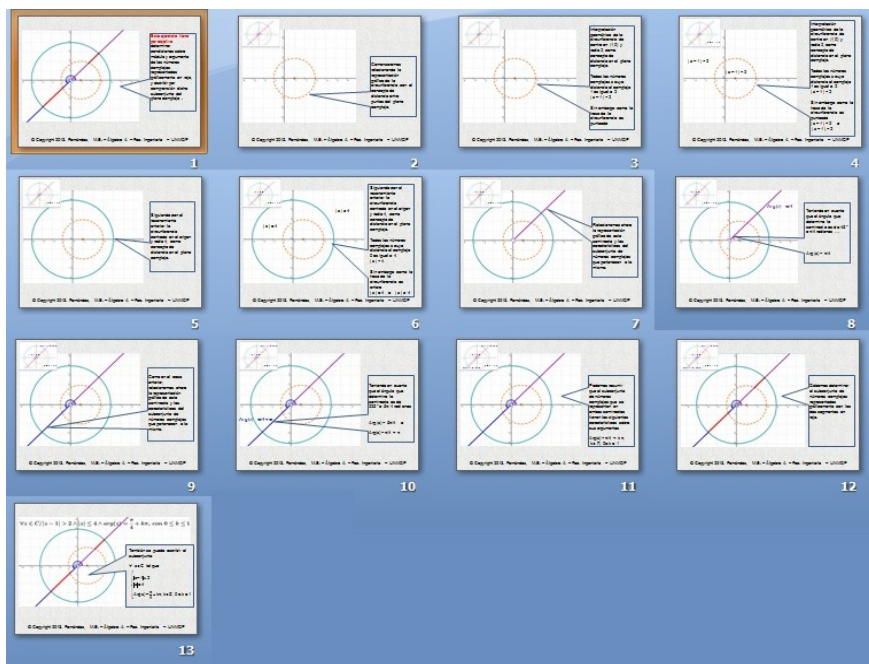


Figura 4 - Storyboard correspondiente al Video

## 6. Conclusiones

En este capítulo se aplicó el modelo de proceso MPOBA para el Análisis y las primeras fases de diseño del OA desde el punto de vista pedagógico y tecnológico que posibilitará su construcción.

Como valor agregado, estas actividades permitieron reflexionar sobre las problemáticas presentes tanto en la enseñanza como en el aprendizaje del Álgebra y del Cálculo, en particular de los Números complejos y de la Introducción al concepto de límite funcional, permitiendo rediseñar estrategias que contribuyan a superarlas.

Las fases que se deben completar corresponden al Diseño de Navegación, la Puesta en Funcionamiento en cursos de prueba de la Plataforma Educativa Moodle y finalmente la Implantación en los cursos a disponibilidad de los estudiantes. Durante todo el proceso se emplearán métodos de evaluación con la participación tanto de expertos como de todos los actores involucrados en el proceso de enseñanza y de aprendizaje.

Con la aplicación de esta metodología para el desarrollo de un OA se pretende mejorar la calidad y sistematizar cada una de las actividades implicadas en su creación.



**María Elsa Fernández**

meryfer@fi.mdp.edu.ar

*Profesora Adjunta Área Álgebra- Facultad de Ingeniería.*

*Jefe de Trabajos Prácticos Área Técnico-Constructiva- Facultad de Arquitectura.*

*Universidad Nacional de Mar del Plata.*

---

*Docentes, investigadoras y extensionistas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Profesoras de Matemática del ciclo básico, han ocupado distintos cargos de gestión institucional y se han especializado en Enseñanza de la Matemática y Tecnología Educativa aplicada a la educación.*

---

**Adriana Laura Pirro**

apirro@fi.mdp.edu.ar

*Profesora Asociada Área Análisis Matemático- Facultad de Ingeniería.*

*Coordinadora Área Ingreso Matemática- Facultad de Ingeniería.*

*Profesora Titular Matemática 1- Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.*

*Universidad Nacional de Mar del Plata.*



## Referencias

- Aznar, M., Distéfano, M., Massa, S., Figueroa, S. y Moler, E. (2009). Transformación de representaciones de Números Complejos del registro gráfico al algebraico: un análisis desde la Teoría de Registros Semióticos. Trabajos de investigación. Prop\_ 07. *Revista de Educación Matemática*, 25 (2) 1-6. Recuperado de <http://www.famaf.unc.edu.ar/vinculacion-2/divulgacion/revista-de-educacion-matematica/volumenes/25-2/>
- Blázquez, S. y Ortega, T. (2001). Los sistemas de representación en la enseñanza del límite. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa (RELIME)*, 4(3) 219-236. Recuperado de [http://www4.uva.es/didamatva/investigacion/Publicaciones/sistem\\_repres\\_ens\\_en\\_limit.pdf](http://www4.uva.es/didamatva/investigacion/Publicaciones/sistem_repres_ens_en_limit.pdf)
- Blázquez, S., Ortega, T., Gatica, S y Benegas, J. (2006). Una conceptualización de límite para el aprendizaje inicial de análisis matemático en la universidad. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa (RELIME)* 9(2) 189-210. Recuperado de <http://documat.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2096810>
- Carroll, J. (1995). Scenario - Based Design: Envisioning Work and Technology. Carroll, J. (Ed). *Introduction: The Scenario Perspective on System Development*, John System Development. New York, EEUU: Wiley & Sons.
- Díaz Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias de enseñanza para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (2a ed.) México: McGraw-Hill.
- Durán, A. (2000). Un Entorno Metodológico de Ingeniería de Requisitos para Sistemas de Información. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. Recuperado <http://www.lsi.us.es/~amador/publicaciones/tesis.pdf.zip>
- Engler, A., Vrancken, S., Hecklein, M., Müller, D. y Gregorini, M. (2007). Análisis de una propuesta didáctica para la enseñanza de límite finito de variable finita. *Unión Revista iberoamericana de educación matemática (RELIME)* 11, 113-132. Recuperado de [http://www.fisem.org/www/union/revistas/2007/11/Union\\_011.pdf](http://www.fisem.org/www/union/revistas/2007/11/Union_011.pdf)
- Fernández M., Daher, N., Pirro, A. y Massa, S. (2013). Análisis y Diseño de Escenarios de un Objeto de Aprendizaje para un Curso de Álgebra. En Prieto Méndez, M., Pech Campo, S. y Pérez de la Cruz, A. (Eds). *Tecnologías y Aprendizaje. Avances en Iberoamérica*. 1, (pp.199-206). Cancún: Universidad Tecnológica de Cancún.
- Fernández, M., Massa, S. y Daher, N. (2013). Diseño de un Objeto de Aprendizaje para un Curso de Álgebra Inicial. *Anales del VI Seminario Internacional de Educación a Distancia (RUEDA)*. Recuperado de [http://www.uncu.edu.ar/seminario\\_rueda/upload/t93.pdf](http://www.uncu.edu.ar/seminario_rueda/upload/t93.pdf).
- Gascón, J. (2009). El problema de la educación matemática entre la secundaria y la universidad. *Educação Matemática Pesquisa* 11(2) 273-302. Recuperado de <http://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/2184/1805>
- Gómez Chacón, I. (2009). Actitudes matemáticas: propuestas para la transición del bachillerato a la universidad. *Revista Educación Matemática*. 21(3), 5-32. Recuperado de <http://www.revista-educacion-matematica.com/>

- Granollers i Saltiveri, T., Lorés Vidal, J., Cañas Delgado, J. (2005). *Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario* (1a ed.). Barcelona: UOC.
- Hadad G., Kaplan G., Oliveros A. y Leite J. (1997). Construcción de Escenarios a partir del Léxico Extendido del Lenguaje. In *Proceedings 26 JAIIO, Sociedad Argentina de Informática y Comunicaciones*.
- Hassan Y., Fernández, F. y Iazza, G. (2004). Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información. *Hipertext.net*, 2. Recuperado de <http://www.hipertext.net/web/pag206.htm>
- Hix, D. & Hartson, H. (1993). *Developing User Interfaces: Ensuring Usability Through Product and Process*. New York: John Wiley and Sons.
- ISO 9241-210(2010). Ergonomics of human-system interaction -- Part 210: Human-centred design for interactive systems. Recuperado de [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_ics/catalogue\\_detail\\_ics.htm?csn\\_umber=52075](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csn_umber=52075)
- Luna Pérez, H., Mezura Godoy, C., Benítez Guerrero, E. y García Gaona, A. (2009). Modelado de escenarios colaborativos para e-learning. *Memorias del XXII Congreso Nacional y VIII Congreso Internacional de Informática y Computación (CNCIIC 2009)*. Ensenada, México.
- Massa, S. M. (2013). *Objetos de aprendizaje: Metodología de desarrollo y Evaluación de la calidad*. (Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. Argentina). [http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Doctorado/Tesis/2013\\_Massa\\_Stella\\_Maris.pdf](http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Doctorado/Tesis/2013_Massa_Stella_Maris.pdf)
- Pirro, A. y Massa, S.M. (2013). Diseño de Escenarios de aprendizaje para un Objeto de Aprendizaje de Cálculo Inicial. *Anales del VI Seminario Internacional de Educación a Distancia (RUEDA)*. Recuperado de [http://www.uncu.edu.ar/seminario\\_rueda/upload/t101.pdf](http://www.uncu.edu.ar/seminario_rueda/upload/t101.pdf).
- Pressman, R. (2002). *Ingeniería del Software. Un enfoque práctico*. (5a ed.). Madrid, España: McGraw-Hill Interamericana.
- Sommerville I. (2011). *Ingeniería de software*. (7a ed.). México DF, México: Prentice Hall – Pearson Educación.
- Tall, D. (1992). Students' Difficulties in Calculus. *Proceedings of Working Group 3 on Students' Difficulties in Calculus, ICME. 7*. 13-28. Recuperado de <https://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1993k-calculus-wg3-icme.pdf>

## **Eje Temático 2**

**“Evaluación, Competencias y TIC en la Educación Superior”**





# **Instrumentos de evaluación para un ambiente de Aprendizaje Basado en Problemas y mediado por tecnología**

## **Resumen**

En un ambiente de aprendizaje colaborativo, mediado por tecnología, donde se emplea como estrategia didáctica el aprendizaje basado en problemas, la evaluación adquiere un carácter protagónico pues debe acompañar el proceso desde su inicio, teniendo que existir coherencia entre los objetivos de aprendizaje fijados y los procedimientos de evaluación definidos. Además, el estudiante deberá percibir con antelación cómo y sobre qué se lo va a evaluar, lo que influirá positivamente en su proceso de aprendizaje y brindará al docente una forma de conocer los aprendizajes alcanzados por los estudiantes de forma cualitativa y cuantitativa.

Con el fin de evaluar actividades que se desarrollen en el foro de un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje se presenta en este capítulo el proceso de diseño de una rúbrica o matriz de valoración destinada a valorar el proceso de resolución de problemas. Además se definen indicadores que permiten reconocer y caracterizar las situaciones surgidas del aprendizaje colaborativo virtual, manifestadas a través del discurso escrito en foros grupales, identificando los mecanismos interpsicológicos del aprendizaje colaborativo.

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en problemas, Aprendizaje colaborativo, Análisis del discurso, Tecnología, Rúbrica

## **1. Introducción**

La evaluación es un proceso que siempre ha ocupado y preocupado a los especialistas en educación. En particular, la evaluación de actividades de enseñanza y aprendizaje mediadas por tecnología suele presentar un desafío mayor al de la evaluación presencial pues en aquélla modalidad no se cuenta con algunos elementos que sí se poseen en ésta, donde el intercambio se desarrolla frente a frente con los estudiantes.

Entendida como un procedimiento sistemático y continuo, que permite adquirir información válida, confiable y útil para la toma de decisiones, la evaluación constituye un elemento indispensable para garantizar el proceso de enseñanza y aprendizaje y, como en todo proceso formativo, se constituye en una cuestión fundamental que permite comprobar si los objetivos planteados se han cumplido y si el proceso de enseñanza y aprendizaje se está desarrollando de manera correcta (Belloch, 2007).

La evaluación no es ni puede ser un apéndice de la enseñanza ni del aprendizaje, comúnmente ubicado como un acto final desprendido de las acciones propias de los procesos de formación educativa. Asimismo, no existen formas de evaluación que sean absolutamente mejores que otras pues su calidad depende del grado de pertinencia al objeto evaluado, a los sujetos involucrados y a la situación en la que se ubiquen (Celman, 1998).

En este capítulo se presentan y justifican los instrumentos de evaluación empleados en un ambiente de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), mediado por tecnología a través de un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) y orientado a disciplinas tecnológicas básicas en ingeniería, en particular la Electrotecnia.

El ABP es una estrategia de aprendizaje centrado en el estudiante en la que éste se enfrenta a problemas contextualizados y mal estructurados similares a situaciones que se pueden presentar en el mundo real (Chan, 2008). Es decir que los enfrenta a un método de aprendizaje fundamentado en el principio de utilizar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos.

Los estudiantes son guiados mediante el ABP a descubrir el conocimiento por sí mismos enfrentando el problema y activando sus conocimientos previos aun poseyendo una incompleta comprensión o dominio del contenido inicial dado. Fomenta en los estudiantes el aprendizaje profundo y a ser responsables de su propio aprendizaje. El trabajo en equipo y la colaboración entre pares posibilitan el desarrollo del pensamiento crítico, el conocimiento del contenido y las habilidades de resolución de problemas (Newman, 2005).

En una metodología de aprendizaje colaborativo, resulta por lo tanto de interés una evaluación continua que asegure la recogida de información del proceso tanto de construcción del conocimiento como de la propia

dinámica colaborativa, debiendo ser los instrumentos para la evaluación: confiables, prácticos y útiles.

Con el fin de evaluar las actividades, fueron diseñadas una rúbrica o matriz de valoración destinada a valorar el proceso de resolución de problemas y se definieron indicadores que permiten reconocer y caracterizar las situaciones surgidas del aprendizaje colaborativo virtual, manifestadas a través del discurso escrito en foros grupales, identificando los mecanismos interpsicológicos del aprendizaje colaborativo.

Una posibilidad adicional con la que se cuenta cuando se trabaja a través de un EVEA es que se tiene acceso a ciertas herramientas proporcionadas por el sistema que permiten evaluar la participación de los estudiantes y hacer un seguimiento de sus conexiones y participación diaria. Este aspecto también resulta de interés e importancia, pues implica el papel activo que el estudiante adopta en su propio proceso de aprendizaje.

Este capítulo es una versión integrada y actualizada de las ya presentadas en Bacino, Massa y Zangara (CADI, 2012); Bacino, Massa y Zangara (CACIC, 2012); Bacino, Massa y Zangara (CcITA, 2013) y Bacino, Massa y Zangara (WICC, 2013).

## 2. Evaluación del aprendizaje

Tanto si se hace referencia a la enseñanza tradicional en su modalidad presencial, como si se alude a la educación a distancia mediada por tecnología, las funciones sustanciales de la evaluación del aprendizaje, son tres: diagnóstica o inicial, formativa y sumativa (Quesada Castillo, 2006). Estas tres funciones a las que Castillo Arredondo (2002) denomina “momentos de la evaluación” se representan en la Figura 1.

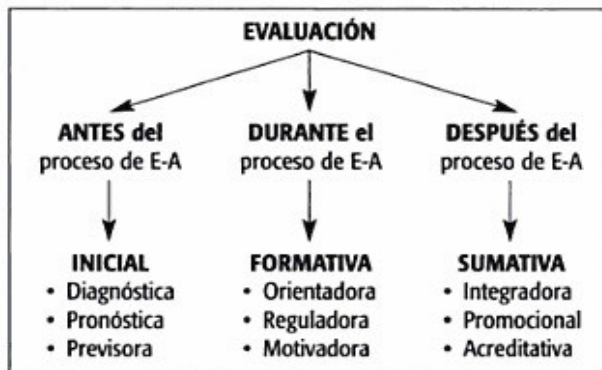


Figura 1 - Momentos de la evaluación

La función diagnóstica se relaciona con la posibilidad de evaluar el estado actual en el nivel de aprendizaje de los estudiantes, por ejemplo al principio de un curso. Posibilita la realización de adaptaciones a los contenidos del curso o de brindar capacitación complementaria a los cursantes, de resultar necesario y posible.

La función formativa se realiza a lo largo de un curso con el objeto de secundar al alumno en su proceso de aprendizaje. Si bien es útil en la modalidad presencial, se torna imprescindible en la modalidad a distancia, donde la mayor parte de la enseñanza se efectúa por medio de ella.

La función sumativa en tanto suele darse hacia el final del curso a fin de otorgar una calificación acorde al aprendizaje evaluado. Su importancia es similar tanto en la enseñanza presencial como en la educación a distancia, aunque resulta relevante que esta función no sea la única responsable de la evaluación como suele ocurrir en la enseñanza presencial tradicional.

Con respecto a los atributos fundamentales de la evaluación del aprendizaje, ya sea en modalidad presencial o en línea, Quesada Castillo (2006) plantea que estos son: confiabilidad, validez, objetividad y autenticidad.

Por confiabilidad se refiere a la confianza que genera un instrumento para reflejar el nivel de logro del estudiante, resultando un atributo insoslayable para la modalidad a distancia; por validez alude a que el instrumento mida lo que realmente se pretende, y no otra cosa; por objetividad, atributo que forma parte integrante de cualquier evaluación, hace referencia a la neutralidad con la que se califica a los estudiantes, mientras que la autenticidad relaciona a los contenidos de la evaluación con la realidad práctica de los estudiantes.

Habitualmente, la evaluación en la mayoría de las asignaturas propias de las carreras de ingeniería, ha consistido, y aún consiste en muchos casos, en exámenes parciales y finales de los contenidos, prácticos y teóricos, incluidos en los programas analíticos de las respectivas asignaturas. Estas instancias no suelen contemplar la participación en clase por parte del estudiante, e incluso tampoco su presencia, se limitan a calificar su actuación en esas pruebas.

El proceso de Bolonia, iniciado en 1999<sup>11</sup>, puso en marcha una trascendente transformación educativa, tendiente a orientar la educación de grado a la obtención de competencias. Este enfoque por competencias exige a los docentes contar con un amplio conjunto de conocimientos de metodologías y estrategias de enseñanza y aprendizaje. Entre estas metodologías activas se encuentran el ABP y el aprendizaje basado en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) que constituye una metodología para el desarrollo de competencias utilizando las TIC (Pimienta

---

<sup>11</sup> Este proceso condujo a la creación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Prieto, 2012).

Considerando lo anterior se hace evidente la necesidad de pensar la evaluación no ya como un acto puntual sino como un proceso continuo. En dar mayor importancia a la evaluación de los procesos de aprendizaje que a los resultados. Para satisfacer estas necesidades surge el enfoque conocido con la denominación de Evaluación Auténtica que plantea nuevas formas de concebir las estrategias y los procedimientos de evaluación, distintos de los que han prevalecido en los sistemas educativos, ya que se trata de una evaluación centrada fundamentalmente en procesos más que en resultados, donde el alumno debe asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje y la evaluación resulta un medio, y no un fin en sí misma, que le permitirá alcanzar los conocimientos propuestos en las diferentes disciplinas de la educación formal (Ahumada Acevedo, 2005).

La participación del estudiante se transforma en un aspecto central, pues lo transforma en protagonista de su propio aprendizaje y el docente adquiere el rol de mediador o facilitador. La evaluación auténtica se constituye así en una instancia destinada a mejorar la calidad y el nivel de los aprendizajes.

En la Tabla 1 se señalan, por comparación, las principales diferencias que existen entre un enfoque de evaluación auténtico y uno tradicional.

**Tabla 1 - Comparación entre un enfoque evaluativo tradicional y uno auténtico<sup>12</sup>**

|          |                                    | <b>Evaluación tradicional</b>                                     | <b>Evaluación auténtica</b>                                                   |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1</b> | <b>Función principal</b>           | Certificar o calificar los aprendizajes                           | Mejorar y orientar a los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje |
| <b>2</b> | <b>Relación con el aprendizaje</b> | Paralela al proceso de aprendizaje                                | Consustancial al aprender                                                     |
| <b>3</b> | <b>Información requerida</b>       | Evidencias concretas de logro de un aprendizaje                   | Evidencias y vivencias personales                                             |
| <b>4</b> | <b>Tipo de procedimientos</b>      | Pruebas orales o escritas. Pautas de observación rígidas          | Múltiples procedimientos y técnicas                                           |
| <b>5</b> | <b>Momento en que se realiza</b>   | Al finalizar un tema o una unidad (sumativa)                      | Asociada a las actividades diarias de enseñanza y aprendizaje (formativa)     |
| <b>6</b> | <b>Responsable principal</b>       | Procedimiento unidireccional externo al alumno (heteroevaluación) | Procedimiento colaborativo y multidireccional (auto y coevaluación)           |

<sup>12</sup> Tomada de Ahumada Acevedo (2005, p.44).

|    |                                  | <b>Evaluación tradicional</b>                                                      | <b>Evaluación auténtica</b>                                          |
|----|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 7  | <b>Análisis de los errores</b>   | Sancionan el error                                                                 | Reconocen el error y estimulan su superación                         |
| 8  | <b>Posibilidades de logro</b>    | Permiten evaluar la adquisición de determinados conocimientos                      | Permite evaluar competencias y desempeños                            |
| 9  | <b>Aprendizaje situado</b>       | Por lo general no le preocupa o desconoce el contexto en que ocurre el aprendizaje | Considera los contextos en donde ocurren los aprendizajes            |
| 10 | <b>Equidad en el trato</b>       | Distribuye a los alumnos en estratos creando jerarquías de excelencia              | Procura que todos los estudiantes aprendan a partir de su diversidad |
| 11 | <b>Reconocimiento al docente</b> | Fuente principal de conocimiento                                                   | Mediador entre los conocimientos previos y los nuevos                |

### 3. La evaluación en el aprendizaje basado en problemas

Uno de los desafíos fundamentales en el aprendizaje colaborativo está relacionado con las dificultades para evaluar correctamente la participación individual de cada uno de los integrantes del grupo, al tiempo que se promueve la interdependencia positiva del mismo, entendiendo por interdependencia positiva la dependencia mutua entre los integrantes del grupo para desarrollar la tarea y lograr los objetivos grupales (Casanova Uribe, Álvarez Valdivia y Gómez Alemany, 2009).

Las calificaciones individuales proveen un medio para asegurar la responsabilidad individual, pero pueden minimizar la importancia del esfuerzo en grupo (Barkley, Cross & Howell Major, 2005). Incluso pueden ser difíciles de determinar como contribución individual en el marco de la resolución de un problema. La calificación por el trabajo del grupo trata de asegurar que todos asuman responsabilidad por el nivel de éxito alcanzado en las tareas requeridas y que los miembros se apoyen mutuamente.

Cuando se utiliza un método como el ABP, las herramientas de evaluación que se utilicen no sólo deberán servir para medir el aprendizaje sino también constituir un instrumento más en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Poco sentido tendría exponerlos a exámenes convencionales cuando han participado de una experiencia de aprendizaje activo desarrollada en un entorno virtual y mediante una modalidad colaborativa.

Alcanzar la solución de un problema, tendrá por significado para el estudiante el haber recorrido un camino que se inicia con el planteo del problema por parte del docente y termina con algún resultado que incluye un

posible proceso de resolución y su argumentación, el análisis de los resultados obtenidos y las correspondientes conclusiones.

Evaluar ese trayecto implica contemplar la labor realizada desde dos puntos de vista claramente definidos: desde el producto de la acción grupal, es decir desde el resultado, que incluye el proceso completo llevado a cabo tendiente a la resolución del problema, hasta la acción colaborativa, reflejada en el aporte individual de cada alumno al trabajo desarrollado en el foro del EVEA.

En el ABP los criterios de evaluación deben considerar tanto el aporte individual como la tarea grupal y resulta conveniente proporcionarlos al mismo tiempo que los problemas. El conocimiento de los mismos por parte de los estudiantes influye decisivamente en su labor, pues sirven de guía hacia los objetivos pretendidos por el docente y les permite centrar su atención en los criterios fundamentales.

Una herramienta adecuada para este fin es la rúbrica que, como su nombre lo indica, es una matriz en la que se presentan los criterios específicos y fundamentales que permiten valorar los conocimientos y las competencias logradas por los estudiantes en un determinado trabajo, habiendo establecido previamente para cada criterio niveles de calidad que se puedan alcanzar en el desempeño de la tarea según el proceso seguido.

La elección de una rúbrica para evaluar el proceso de resolución de los problemas, se justifica en que éstas permiten mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, haciendo claras desde el principio cuales son las expectativas del docente y mostrando a los estudiantes como satisfacerlas.

Como describe Andrade (2005), las usamos para evidenciar nuestros objetivos de aprendizaje, comunicar los objetivos a los estudiantes, orientar nuestra información sobre el progreso de los estudiantes hacia los objetivos y juzgar los productos finales en términos del grado en que se cumplieron esos objetivos.

Cuando el resultado final incluye al proceso, como es el caso en el ABP, contar con una rúbrica clara como elemento de evaluación resulta esencial.

#### **4. Matriz de valoración o rúbrica**

Debido a los cambios que se experimentan en el proceso de enseñanza y aprendizaje tradicional cuando se utiliza una modalidad no presencial, se requiere de instrumentos de evaluación que brinden al docente los recursos necesarios que le permitan resolver las dificultades que esos cambios incorporan.

Estos cambios implican la utilización de instrumentos y recursos metodológicos y de evaluación de alto contenido formativo, que sean capaces

de movilizar diferentes competencias de los estudiantes, bajo la orientación del docente. Las clases tradicionales se deben complementar con el trabajo colaborativo o cooperativo en equipo, la elaboración de proyectos, la solución de problemas y el trabajo autónomo, todo ello asistido con el uso de las TIC. El docente deberá desempeñar además una función tutorial, asesora, orientadora e informativa, buscando una mayor participación, compromiso y motivación por parte de los estudiantes con su propio proceso de enseñanza y aprendizaje (Puigdemílvil, García Aguilar y Benedito, 2012).

En este contexto, se justifica el uso de la rúbrica, como instrumento metodológico, formativo y de evaluación, que consiste básicamente en una tabla donde se enumeran y especifican, lo más clara y objetivamente posible, los criterios de evaluación que serán tenidos en cuenta para un determinado trabajo, proyecto o problema, asignado a un estudiante o a un grupo de ellos. Resultan en definitiva, escalas de calificación que se utilizan para realizar evaluaciones de desempeño.

El estudiante percibirá con antelación cómo y sobre qué se lo va a evaluar, lo que influirá positivamente en su proceso de aprendizaje y el docente contará con una forma de conocer cualitativa y cuantitativamente los aprendizajes alcanzados por los estudiantes. Para ello es primordial que exista una coherencia entre los objetivos de aprendizaje fijados y los procedimientos de evaluación definidos.

Lo anterior no se limita sólo a la adquisición de conocimientos, sino también al desarrollo de capacidades y habilidades por parte del estudiante (Torres et al, 2011). Los criterios deben ser lo suficientemente precisos como para permitir valorar el aprendizaje, los conocimientos y/o las competencias, alcanzadas por los estudiantes en un determinado trabajo o proyecto.

Las rúbricas de evaluación pueden ser holísticas (también llamadas comprensivas) o analíticas, dependiendo del propósito educativo.

Las rúbricas holísticas permiten hacer una valoración de conjunto del desempeño del estudiante sin determinar o definir los aspectos fundamentales que corresponden al proceso o tema evaluado. Lo que importa es la calidad, el dominio y la comprensión general, no sólo del contenido específico sino también de las competencias que incluye la evaluación en un proceso global (Puigdemílvil, García Aguilar y Benedito, 2012).

Por su parte, las rúbricas de evaluación analíticas desglosan los aprendizajes en tareas específicas y utilizan criterios cuantitativos, de tal manera que el profesor evalúa por separado las diferentes partes del producto o desempeño, para posteriormente sumar el puntaje y obtener una calificación (Torres, Lirio, Olmedo et al, 2011).

Por lo tanto, si lo que se pretende es realizar la evaluación de distintos aspectos del desempeño colaborativo de los estudiantes en un EVEA, resulta conveniente aplicar una rúbrica del tipo holístico, ya que la misma permitirá valorar el comportamiento del estudiante en aspectos no directamente vinculados al resultado propiamente dicho.



En tanto, si lo que se intenta evaluar es el contenido propiamente dicho, es decir la resolución de problemas, resulta apropiado optar por una matriz del tipo analítico.

En ambos casos resulta conveniente realizar una serie de consideraciones para la construcción de las rúbricas, a saber:

1. Introducir un número razonable de parámetros de evaluación dimensiones o criterios.
2. Evitar los criterios de evaluación demasiado específicos o demasiado generales.
3. Evaluar sólo aquellos parámetros que puedan ser enseñados / aprendidos.
4. Utilizar descripciones objetivas.

Las rúbricas, al decir de Díaz Barriga (2006): “Son instrumentos de evaluación auténtica sobre todo porque sirven para medir el trabajo de los alumnos de acuerdo con “criterios de la vida real”. Implican una evaluación progresiva y el ejercicio de la reflexión y autoevaluación” (p.135).

Para el caso de una experiencia mediada por tecnología y que utilice como estrategia de aprendizaje el ABP, una rúbrica del tipo analítico permitirá aprovechar las ventajas que presenta la separación de los aprendizajes en tareas específicas y utilizar criterios cuantitativos, al mismo tiempo que posibilitará evaluar por separado sus diferentes partes para, posteriormente, sumar el puntaje y obtener una calificación.

Para definir los criterios o dimensiones puede seguirse un modelo como el de Polya (1957) que distingue cuatro fases en el trabajo de resolver problemas:

1. Comprender el problema
2. Elaborar un plan
3. Ejecutar el plan
4. Examinar la solución obtenida

Para evaluar cuantitativamente cada una de estas fases se realiza una división en partes, cada una de las cuales contempla una calificación numérica y un concepto. Cada criterio será ponderado de acuerdo a su importancia relativa en el proceso de resolución de los problemas. En la Figura 2 se representa esquemáticamente una rúbrica o matriz de valoración de contenidos de acuerdo con la descripción realizada.

| CRITERIOS<br>A EVALUAR | ESCALA DE CALIFICACIÓN |             |  |  |        | RESULTADOS                |
|------------------------|------------------------|-------------|--|--|--------|---------------------------|
|                        | Máxima                 | Intermedias |  |  | Mínima |                           |
|                        |                        |             |  |  |        |                           |
|                        |                        |             |  |  |        |                           |
|                        |                        |             |  |  |        |                           |
|                        |                        |             |  |  |        |                           |
|                        |                        |             |  |  |        |                           |
|                        |                        |             |  |  |        | Calificación<br>alcanzada |

**Figura 2 - Modelo esquemático de una rúbrica**

## 5. Análisis de contenido como metodología de evaluación del trabajo colaborativo

Una técnica de investigación que permite hacer inferencias reproducibles y válidas a partir de datos de su contexto es la conocida como análisis de contenido. Como técnica de investigación, el análisis de contenido implica procedimientos especializados para el procesamiento de datos científicos y, como todas las técnicas de investigación, su objetivo es proporcionar conocimientos, nuevas ideas, una representación de los hechos y una guía práctica para la acción. Se trata, en definitiva, de una herramienta (Krippendorff, 1980).

Ampliando la definición anterior, Neuendorf (2002) define el análisis de contenido como el análisis cuantitativo de los mensajes, que se basa en el método científico y no está limitado en cuanto a los tipos de variables que se pueden medir o al contexto en el que se crean o se presentan los mensajes.

El análisis de contenido parte del principio de que examinando textos es posible conocer no sólo su significado, sino información al respecto de su modo de producción. Es decir, trata los textos no sólo como signos dotados de un significado conocido por su emisor, sino como indicios que dicen sobre ese mismo emisor, o generalizando, indicios sobre el modo de producción de un texto.

Si bien en sus primeros momentos la técnica se limitó al análisis del contenido manifiesto de las comunicaciones, en la actualidad se reconoce que puede tener tanto una finalidad descriptiva, que pone de manifiesto la información explícita, como una finalidad inferencial que descubre el significado latente de la comunicación (Cabrera Rodríguez, 2011).

El procedimiento metodológico en sí, se caracteriza por analizar de

forma sistemática información originada en comunicaciones de procedencia oral, gráfica o escrita, identificando unidades de análisis que clasifica siguiendo un proceso de categorización (previo o elaborado a lo largo del análisis) y cuya interpretación posterior permite resumir el contenido manifiesto de la comunicación y obtener el significado latente del mismo.

Con posterioridad y como una evolución del análisis de contenido surgió el análisis o estudio del discurso que se refiere a la investigación de la relación entre la forma y la función en la comunicación verbal. Es decir que su objetivo es proporcionar una descripción explicativa de las relaciones complejas entre las formas de los elementos del discurso y sus funciones en la comunicación (Renkema, 2004).

A las formas de discurso tradicional se ha sumado, en las últimas décadas, el denominado “discurso electrónico” (netspeak) o comunicación mediada por computadora, con un impacto tan grande como el que en su momento tuvieron el teléfono o la televisión.

Del mismo modo que el discurso escrito y hablado hace referencia a diferentes tipos de discurso, ocurre lo mismo con el discurso mediado por computadora. En la actualidad se distingue entre comunicación sincrónica (en tiempo real) y asincrónica (no simultánea). En la Tabla 2 se muestran los tipos de discurso más comunes en la comunicación mediada por computadora.

**Tabla 2 - Tipos de discurso más comunes en la comunicación mediada por computadora<sup>13</sup>**

| Tipo de discurso | Ejemplos                                                   |                          |
|------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------|
| Sincrónico       | Chat, videoconferencias, mensaje instantáneo               | Herramientas de los EVEA |
| Asincrónico      | Correo electrónico, listas de discusión, blogs, sitios web |                          |

El empleo de esta técnica encuentra justificación en la necesidad de observar detalladamente el proceso de interacción durante el desarrollo de la tarea, con el objeto de descubrir los mecanismos implicados en el aprendizaje y en la generación de conocimiento (Casanova, 2008; Rocamora, 2008; Sulaiman, 2011).

Con la finalidad de estimar el trabajo colaborativo individual de cada estudiante, que se desarrolle en el foro de un EVEA, puede utilizarse la técnica de análisis de discurso aplicando un conjunto de indicadores, definidos al efecto, que permitirán identificar las situaciones surgidas del aprendizaje colaborativo virtual. En otras palabras, se deberá analizar el discurso generado como consecuencia de las comunicaciones producidas en

---

<sup>13</sup> Adaptada de Renkema (2004), p.69

los foros de discusión grupales entre los estudiantes.

Los mecanismos interpsicológicos que explican la eficacia del proceso de aprendizaje colaborativo son: el conflicto entre puntos de vista moderadamente divergentes; los mecanismos motivacionales, afectivos y relacionales, interdependencia positiva y relaciones psicosociales, y los mecanismos de regulación mutua a través del lenguaje (Casanova Uribe, 2008).

En el proceso de colaboración entre pares también se ponen en juego mecanismos de tipo motivacional, afectivo y relacional, que contribuyen a explicar su efectividad para el aprendizaje y el desarrollo de diversas capacidades en los estudiantes.

Estudios realizados sobre el aprendizaje colaborativo en contextos presenciales demuestran que su eficacia depende de múltiples condiciones y que los mecanismos interpsicológicos involucrados no aparecen de manera automática ni necesaria cuando se dispone a los estudiantes trabajando en grupo (Rocamora, 2008).

Las situaciones de colaboración entre alumnos permiten que se pongan en marcha estos procesos interpsicológicos de construcción del conocimiento, favoreciendo la relevancia del aprendizaje y la atribución de sentido al mismo con características en cierta medida diferentes a las que se producen en la interacción profesor-alumno.

Sin pretender profundizar en la temática, lo que excedería los alcances del presente capítulo, corresponde hacer algunas aclaraciones acerca de los mecanismos interpsicológicos indicados y que resultan de interés para la detección del aprendizaje colaborativo, a saber: interdependencia positiva; relaciones psicosociales y construcción de significado.

Los indicadores definidos o que se definan durante el procedimiento de análisis, deberán permitir no sólo determinar la presencia o ausencia de estos mecanismos, sino también valorar la existencia o no de aprendizaje colaborativo en el proceso de trabajo grupal, posibilitando evaluar la contribución de cada alumno para con el grupo y sus interacciones personales con los demás integrantes del mismo.

De las tres dimensiones mencionadas, las dos primeras (interdependencia positiva y relaciones psicosociales) contemplan aspectos de las relaciones entre pares que tienden a favorecer directa o indirectamente el trabajo colaborativo, mientras que la restante (construcción de significado) tiene en cuenta las participaciones de los estudiantes referidas a la elaboración de conocimiento conjunto entre los integrantes del grupo. En la Tabla 3 se muestran ejemplos de estos indicadores.

El objetivo perseguido, a través de este procedimiento, es el de utilizar estas herramientas (indicadores) para evaluar y comprender las situaciones surgidas del aprendizaje colaborativo virtual, manifestadas a través del discurso, y que permitan identificarlas.

**Tabla 3 - Indicadores para la evaluación del trabajo colaborativo**

| Mecanismos interpsicológicos | Indicadores | Definiciones                                                          |
|------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Interdependencia positiva    | Contribuye  | Ayuda y concurre con el resto del grupo al logro del objetivo         |
|                              | Propone     | Hace una propuesta tendiente a organizar el trabajo conjunto          |
|                              | Solicita    | Requiere, gestiona, pide algo de los otros miembros del grupo         |
|                              | Consulta    | Pide opinión, información, asesoramiento                              |
|                              | Aclara      | Hace perceptible, manifiesto, inteligible algo para los demás         |
| Construcción de significado  | Analiza     | Examina, compara, detalla resultados obtenidos                        |
|                              | Simplifica  | Facilita, resume, sintetiza algo haciéndolo menos complicado          |
|                              | Opina       | Juzga, valora acerca de la verdad de algo                             |
|                              | Demuestra   | Prueba, justifica, evidencia una idea o contenido                     |
|                              | Coincide    | Está de acuerdo en una idea, opinión o parecer sobre algo             |
|                              | Disiente    | Discrepa, no se muestra de acuerdo con el parecer de otro             |
|                              | Cuestiona   | Pone en duda lo afirmado por otro                                     |
|                              | Explica     | Aclara, interpreta, desarrolla aspectos de la resolución de problemas |
|                              | Aporta      | Muestra resultados parciales o totales                                |
|                              | Explicita   | Manifiesta, expresa claramente la tarea                               |
| Relaciones psicosociales     | Reconoce    | Aprueba, admite, acepta la opinión o aporte de otro                   |
|                              | Agradece    | Muestra gratitud, da gracias                                          |
|                              | Alienta     | Anima, estimula, motiva a alguien en su esfuerzo                      |
|                              | Sociabiliza | Saluda, incorpora comentarios o frases humorísticas                   |

## **6. Cuestionario de satisfacción a estudiantes**

En toda experiencia educativa, resulta de interés conocer la opinión de los usuarios finales (estudiantes) y el grado de satisfacción que los mismos obtengan. Para ello puede aplicarse un cuestionario de satisfacción, como el Cuestionario de Satisfacción de Estudiantes de un Objeto de Aprendizaje (CUSEOA) de Massa (2013).

Este instrumento es utilizado para la evaluación de la calidad de la experiencia desde el punto de vista del usuario final (el estudiante) y para obtener información cuantitativa y cualitativa sobre el grado de satisfacción y considera:

- Reacción global frente a la experiencia, mediante una escala de diferencial semántico (DS).
- Aspectos pedagógicos, mediante una escala de Likert.

El objetivo del cuestionario es conocer aspectos cuantitativos y cualitativos de la experiencia y permite al docente reflexionar sobre su actuación, reconocer aspectos positivos e identificar aquellos elementos pedagógicos que debieran mejorarse.

Para determinar aspectos cuantitativos es común utilizar escalas de actitud, en tanto que para los cualitativos están las preguntas abiertas, donde se deja completa libertad al sujeto para dar su respuesta.

Cuando se trata de evaluar actitudes, las escalas se encuentran entre las técnicas cuantitativas de mayor aplicación. Básicamente consisten de un cuestionario con una lista de enunciados (escalas clásicas de actitud) o con adjetivos bipolares (diferencial semántico). Los encuestados deberán responder con unos grados, según sus sensaciones o actitudes, hacia el instrumento o experiencia a ser evaluada (Traver Martí y García López, 2007).

Estas escalas permiten inferir las actitudes a partir de las respuestas que los sujetos dan ante una serie de frases o adjetivos. En el caso particular de las escalas de actitud tipo Likert, se ofrece una serie de afirmaciones al sujeto que debe valorar su grado de acuerdo o desacuerdo, de manera de reflejar su opinión acerca del tema objeto de la medida. Suele ser el más usado para la medición de actitudes en educación.

La medición de actitudes reconoce diferentes propósitos, relacionados con la evaluación de individuos y grupos, como así también con la evaluación de métodos, experiencias, etc., cuya eficacia se revela frecuentemente en el ámbito de las actitudes y valores (Morales Vallejo, 1984).

El diferencial semántico (DS) es un procedimiento destinado a medir la importancia que tienen ciertos objetos, hechos, situaciones o personas para

los encuestados. Esa significación se mide a partir de la localización del concepto del objeto analizado en un espacio semántico de dimensiones valorativas (Murillo Torrecilla, 2008).

Para la construcción del DS se comienza con la selección de los conceptos o cuestiones que se pretende analizar y a continuación se buscan los pares de adjetivos polares que se van a utilizar, que deben estar claramente enfrentados. Finalmente se elige la escala a utilizar, que por lo general consiste de 5 a 7 grados.

La aplicación de esta técnica permite obtener una serie de puntuaciones o posiciones espaciales para cada sujeto, que representan el significado de ese concepto o cuestión para cada persona encuestada. Esta información permite localizar grupos de personas con perfiles análogos, y relacionarla con determinadas características sociales o personales, o con las respuestas a otras cuestiones.

El DS es uno de los métodos más utilizados en el llamado “diseño emocional”, aportando información sobre las emociones que el objeto genera, obteniendo el valor connotativo y captando el significado afectivo que el usuario tiene de él (Mondragón Donés, Vergara Monedero y Company Calleja, 2005).

El procedimiento de aplicación consiste en poner al sujeto ante un objeto o imagen y solicitarle que emita un juicio subjetivo. El juicio debe darse de acuerdo a una escala con dos descriptores o adjetivos opuestos situados en los extremos.

## 6.1. Reacción global frente a la experiencia

Como se indicó con anterioridad, se le presenta al estudiante una serie de adjetivos bipolares y se solicita que lo clasifique en una escala de, digamos, 7 puntos (Figura 3). Para evitar prejuicios, suelen usarse escalas positivas. El rango real puede ser, por ejemplo  $-3$  a  $+3$ , donde  $-3$  significa máxima valoración para el descriptor de la izquierda y  $+3$  significa máxima valoración para el descriptor de la derecha, como se muestra en la Figura 3.

| PUNTAJE           | 1  | 2  | 3  | 4 | 5 | 6 | 7 |                      | No sabe/no contesta |
|-------------------|----|----|----|---|---|---|---|----------------------|---------------------|
| <i>difícil</i>    |    |    |    |   |   |   |   | <i>fácil</i>         |                     |
| <i>frustrante</i> |    |    |    |   |   |   |   | <i>satisfactorio</i> |                     |
| <i>aburrido</i>   |    |    |    |   |   |   |   | <i>ameno</i>         |                     |
| <i>rígido</i>     |    |    |    |   |   |   |   | <i>flexible</i>      |                     |
| PUNTAJE REAL      | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 |                      |                     |

Figura 3 - Escala de diferencial semántico con el puntaje real

## 6.2. Aspectos Pedagógicos

Para valorar los aspectos pedagógicos se utiliza una escala Likert, como la mostrada en la Figura 4, que corresponde a la segunda parte del CSE, con valores desde 1 correspondiente a “Totalmente en desacuerdo” a 5 para “Totalmente de acuerdo” (Massa, 2013).

|                                                                                            | Totalmente<br>de<br>acuerdo | De acuerdo | Indiferente | En<br>Desacuerdo | Totalmente<br>en<br>desacuerdo |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------|-------------|------------------|--------------------------------|
| <i>Los objetivos indican lo que se espera que sea aprendido</i>                            |                             |            |             |                  |                                |
| <i>El nivel de dificultad de los contenidos fue elevado para mis conocimientos previos</i> |                             |            |             |                  |                                |
| <i>Las actividades han sido claras y significativas para mi aprendizaje</i>                |                             |            |             |                  |                                |
| <i>Los plazos para realizar las actividades fueron insuficientes</i>                       |                             |            |             |                  |                                |
| <i>El trabajo en grupo favoreció mi aprendizaje</i>                                        |                             |            |             |                  |                                |
| <i>Mi aporte al grupo fue poco relevante</i>                                               |                             |            |             |                  |                                |
| <i>Recomendaría esta experiencia a otra persona</i>                                        |                             |            |             |                  |                                |

**Figura 4 - Parte B del instrumento CSE, escala de Likert**

## 6.3. Aspectos Cualitativos: Preguntas Abiertas

Las preguntas abiertas permiten obtener información adicional por lo que puede resultar conveniente la búsqueda de una respuesta amplia por parte de los encuestados.

Mediante las preguntas abiertas puede solicitarse información y opinión acerca de los aspectos más y menos interesantes que se le presentan al encuestado e indagar acerca de sus sensaciones personales durante una experiencia (Bacino y Massa, 2015).

## 7. Conclusiones

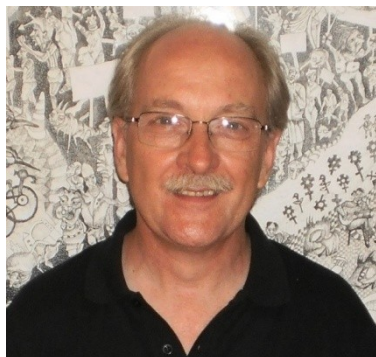
Como en todo proceso de enseñanza y aprendizaje, la evaluación es una cuestión fundamental, ya que permite comprobar si se cumplen los objetivos propuestos y si el proceso de formación en general se desarrolla de manera satisfactoria. Lo expresado tiene validez tanto si se trata de un proceso formativo convencional o de uno que involucre mediación por tecnología y, en particular, cuando se emplea un estrategia de aprendizaje como el ABP que ofrece un enfoque constructivista en el proceso de enseñanza y aprendizaje que requiere de los estudiantes un importante compromiso con la tarea.



Evaluar mediante rúbricas proporciona al proceso transparencia y coherencia en relación con las habilidades y conocimientos que se pretenden desarrollar y permite al estudiante conocer con antelación cuales son los criterios principales que deberá tener en cuenta y mediante los cuales será evaluado y esto implica no sólo el resultado final sino el proceso de razonamiento en su conjunto y hasta la presentación, todas competencias estrechamente relacionadas con su formación profesional.

El análisis del discurso de los estudiantes permite definir un conjunto de indicadores que posibilitan identificar y caracterizar los mecanismos interpsicológicos principales: interdependencia positiva, construcción de significado y relaciones psicosociales, característicos de los procesos de aprendizaje colaborativo.

Valorar el trabajo colaborativo facilita detectar la relación entre la calidad de los trabajos, medida mediante la rúbrica y el intercambio colaborativo hacia el interior de cada grupo.



**Gustavo Alfredo Bacino**

gustavo@fi.mdp.edu.ar

*Magíster en Tecnología Informática Aplicada en Educación por la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata.*

*Profesor adjunto en Electrotecnia 1 y 2; Electrotecnia (para Ing. Mecánica) y Calidad de la Energía Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata.*

*Sus áreas de investigación son Tecnología Educativa y Calidad de la Energía.*

*Ha ocupado diversos cargos en gestión: Consejero departamental, consejero académico, Secretario de Extensión y de Coordinación, Vicedirector y Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica.*

---

## Referencias

- Ahumada Acevedo, P. (2005). *Hacia una evaluación auténtica del aprendizaje*. Ediciones Editorial Paidós, México.
- Andrade, H. (2005). Teaching With Rubrics: The Good, the Bad, and the Ugly. *College Teaching*, 53(1), 27–31.
- Bacino, G., Massa, S. M. Impacto de una Experiencia de Aula Extendida con Aprendizaje Basado en Problemas en Electrotecnia. *XI Congreso Latinoamericano de Generación y Transporte de Energía Eléctrica (CLAGTEE 2015)*, del 8 al 11 de noviembre, São José dos Campos, Brasil.
- Bacino, G., Massa, S. M., Zangara, A. Diseño de una Matriz de Valoración de Contenidos para la Evaluación del Trabajo en Línea en la Modalidad de Aula Extendida. *I Congreso Argentino de Ingeniería (CADI 2012) – VII Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería*, 8 al 10 de agosto, Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Bacino, G., Massa, S. M., Zangara, A. Experiencia de Aula Extendida en Electrotecnia: Análisis del Discurso del Trabajo Colaborativo en un Entorno Virtual. *V Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías y*

- Aprendizaje (CcITA 2013)*, 4 al 6 de septiembre, Cancún, México.
- Bacino, G., Massa, S. M., Zangara, A. Experiencia de Aula Extendida en Ingeniería: Análisis de Resultados de la Matriz de Valoración de Contenidos en la Evaluación del Trabajo en Línea. *XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC 2012) - X Workshop Tecnología Informática aplicada en Educación (WTIAE)*, 8 al 12 de octubre, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.
- Bacino, G., Massa, S. M., Zangara, A. Indicadores para la Evaluación del Trabajo Colaborativo en Línea en el Área de Electrotecnia. *XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2013)*, 18 y 19 de abril, Paraná, Entre Ríos, Argentina.
- Barkley, E. F., Cross, K. P., & Howell Major, C. (2005). *Collaborative learning techniques*. San Francisco: John Wiley & Sons, Inc.
- Belloch, C. (2007). La evaluación en la formación virtual. Unidad de Tecnología Educativa (UTE). Universidad de Valencia.
- Cabrera Rodríguez, F. A. (2011). Técnicas e instrumentos de evaluación: una propuesta de clasificación. *REIRE, Revista d'Innovació I Recerca En Educació*, 4(2), 112–124.
- Casanova Uribe, M. O. (2008). *Aprendizaje Cooperativo en un Contexto Virtual Universitario de Comunicación Asincrónica : Un estudio sobre el proceso de interacción entre iguales a través del análisis del discurso* (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona.
- Casanova Uribe, M. O., Alvarez Valdivia, I. M., y Gómez Alemany, I. (2009). Propuesta de Indicadores para Evaluar y Promover el Aprendizaje Cooperativo en un Debate Virtual. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 28, 1–18.
- Castillo Arredondo, S. (coord.). (2002). *Compromisos de la Evaluación Educativa*. Madrid: Prentice Hall.
- Celman, S. (1998). ¿Es posible mejorar la evaluación y transformarla en herramienta de conocimiento? En A. Camilloni, S. Celman, E. Litwin y M. Palou de Maté, *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo* (pp. 35-66). Buenos Aires: Paidós.
- Chan, C. (2008). Assessment: Problem Based Learning Assessment. Assessment Resource Centre, University of Hong Kong. Disponible en: <http://arc.caut.hku.hk/assMethod.html>
- Díaz Barriga Arceo, F. (2006). *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Krippendorff, K. (1980). *Content Analysis (An Introduction to Its Methodology)*. India: Sage Publications.
- Massa, S.M. (2013). *Objetos de Aprendizaje: Metodología de Desarrollo y Evaluación de la Calidad*. (Tesis de Doctorado). Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata. La Plata.
- Mondragón Donés, S., Vergara Monedero, M., Company Calleja, P. (2005). Diferencial Semántico: una herramienta al servicio del diseño emocional de máquinas herramientas. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35 (11), 1021-1029.
- Morales Vallejo, P. (1984). *Medición de Actitudes en Psicología y Educación*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- Murillo Torrecilla, J.: *Cuestionarios y Escalas de Actitudes*. Facultad de Formación de

- Profesorado y Educación, Universidad Autónoma de Madrid (2008). Disponible en: [http://www.uam.es/personal\\_pdi/stmaria/jmurillo/Met\\_Inves\\_Avan/Materiales/Apuntes%20Instrumentos.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/Met_Inves_Avan/Materiales/Apuntes%20Instrumentos.pdf).
- Neuendorf, K. A. (2002). *The Content Analysis Guidebook*. Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- Newman, M. (2005). Problem-based learning: an introduction and overview of the key features of the approach. *Journal of Veterinary Medical Education*, 32(1), 12–20. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15834816>. Recuperado el 21 de junio de 2013.
- Pimienta Prieto, J. H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias*. México: Pearson Educación.
- Polya, G. (1957). *How to solve it* (2nd. ed.). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Puigdemílvil, I., García Aguilar, N. y Benedito, V. (2012). Rúbricas, más que un instrumento de evaluación. En E. Cano (ed.), *Aprobar o aprender. Estrategias de evaluación en la sociedad red*. (pp. 65–92). Barcelona: Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius. Universitat de Barcelona.
- Quesada Castillo, R. (2006). Evaluación del aprendizaje en la educación a distancia “en línea”. *Revista de Educación a Distancia*, (Año V. Número monográfico VI). Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/M6/>
- Renkema, J. (2004). *Introduction to Discourse Studies*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company.
- Rocamora, A. E. (2008). *Construcción del conocimiento en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje*. (Tesis de Doctorado). Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación, Universidad de Barcelona.
- Sulaiman, F. (2011). *The Effectiveness of Problem-Based Learning (PBL) Online on Student's Creative and Critical Thinking in Physics at Tertiary Level in Malaysia Education*. (Tesis de Doctorado). Centre for Science & Technology Education Research, Universidad de Waikato, Nueva Zelanda.
- Torres, M. J. M., Lirio, J. M. R., Olmedo, E. E., Soriano, R. L., Ferrero, I. F., & Izquierdo, M. Á. F. (2011). Aplicación de las rúbricas de evaluación en la docencia on-line. En *jac-11, Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo SPIEU, USE-UJI*. Disponible en: <http://spieu.uji.es/JAC/Revisados/EVAL/1.pdf>.
- Traver Martí, J., García López, R. (2007). Construcción de un cuestionario-escala sobre actitud del profesorado frente a la innovación educativa mediante técnicas de trabajo cooperativo (CAPIC). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9(1).

## **Mapas conceptuales y desarrollo de competencias. Límite funcional**

### **Resumen**

Este capítulo describe una propuesta educativa y su experiencia con modalidad de “aula extendida” para la asignatura Análisis Matemático A de las carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. En particular, se plantean actividades que contribuyan al desarrollo de competencias genéricas a través del uso de mapas conceptuales para el aprendizaje de los conceptos involucrados en el tema límite funcional. Esta experiencia demuestra la importancia del trabajo conjunto, alumnos y docentes, pues a partir de las sucesivas evaluaciones, se produjo una reflexión de la actividad presentada y notables mejoras, en cuanto a organización, conexiones y notación simbólica. Propuestas con estas características no sólo intentan promover un aprendizaje significativo sino que además son fuente de reflexión para el profesor en cuanto a las concepciones erróneas de los alumnos, produciéndose una retroalimentación valiosa para la práctica docente.

**Palabras clave:** Mapa conceptual, Competencias, Rúbrica, Cálculo diferencial, Aula extendida

## **1. Introducción**

En esta sección se desarrollan los conceptos básicos, que constituyen los marcos generales de referencia que sustentan este capítulo, siendo una nueva versión de la ya presentada en el artículo Pirro, Massa y Fernández (2014).

## **2. La enseñanza y el aprendizaje del cálculo**

La enseñanza del cálculo constituye un gran desafío en la educación actual, ya que su aprendizaje trae aparejado numerosas dificultades, en primer lugar, las provocadas por superar los modos de pensamiento numérico y algebraico. Posteriormente, las relacionadas con la conceptualización y formalización que requiere un pensamiento de orden superior en el que se encuentran implicados procesos tales como la abstracción, el análisis y la demostración (Engler, Vrancken, Hecklein, Müller y Gregorini, 2007).

Según Artigue (1998), las dificultades de los estudiantes en el campo conceptual del cálculo, pueden agruparse en pocas categorías que no pueden considerarse independientes. Estas categorías son: complejidad matemática de los objetos básicos (números reales, las funciones y las sucesiones) de este campo conceptual, conceptualización de la noción de límite, que es la noción central del campo, y a su dominio técnico y ruptura con modos característicos del pensamiento algebraico.

Otros autores como Tall (1992), al realizar un estudio sobre el concepto de límite de una función en alumnos universitarios propone, para la superación de los obstáculos, presentar situaciones que provoquen un conflicto cognitivo dando lugar a un desequilibrio que conduzca a la superación de los mismos. También manifiesta que se debe favorecer las tres representaciones sobre el límite funcional: gráfica, numérica y simbólica.

## **3. La estrategia de enseñanza y aprendizaje: los mapas conceptuales**

La idea de los mapas conceptuales deriva de la teoría de Ausubel (2002) del aprendizaje significativo. El mismo ocurre cuando intencionalmente el estudiante trata de integrar nuevo conocimiento en el conocimiento ya existente. Al integrar ese nuevo concepto tendrá en su mente una red cognitiva más extensa y dispondrá de más vías de recuperación. Didácticamente los mapas conceptuales estimulan el aprendizaje significativo, favorecen el razonamiento deductivo e inductivo, mejoran la comprensión de un argumento, estimulan la creatividad, posibilitan compartir los significados trabajando en grupo, desarrollan las capacidades y

habilidades de análisis, orden lógico, síntesis y del pensamiento crítico (Hernández Forte, 2007).

Los mapas conceptuales tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Una proposición consta de dos o más términos conceptuales unidos por palabras para formar una unidad semántica (Novak y Gowin, 1988).

Por medio de esta técnica podemos representar temáticas de una disciplina científica y hasta realizar procesos de negociación de significados en la situación de enseñanza. Si bien los mapas conceptuales han ido extendiendo su dominio de acción desde el nivel universitario al preescolar, autores como del Castillo Olivares y Barberán (1996), expresan “(...) por alguna razón en Matemática todavía no se ha abrazado este recurso como método de aprendizaje significativo”.

Otros como Antomil, Arenas Parra, Bilbao Terol, Pérez Gladish y Rodríguez Uría (2006) manifiestan que “los alumnos se enfrentan habitualmente a la resolución de problemas “memorizando algoritmos”, sin relacionar conceptos; los consideran como elementos aislados, o asociados si se solapan en un problema. Por ello la construcción y la observación de los mapas conceptuales les permitirán evaluar la cantidad y claridad de los conceptos manejados”. También, les servirán como medio para observar sus errores o ausencias conceptuales, permitiendo analizar la línea argumental del tema y relacionar conceptos.

Según Díaz Barriga Arceo y Hernández Rojas (2002) diversas estrategias de enseñanza pueden incluirse antes (preinstruccionales), durante (coinstruccionales) o después (posinstruccionales) de un contenido curricular específico o en la dinámica del trabajo docente.

Las estrategias preinstruccionales activan los conocimientos previos del estudiante y le permiten ubicarse en el contexto del aprendizaje pertinente. Las coinstruccionales apoyan los contenidos curriculares durante el proceso mismo de enseñanza. Es esta una instancia en donde pueden incluirse como estrategia los mapas conceptuales.

A su vez, las estrategias posinstruccionales se presentan después del contenido que se ha de aprender, y permiten al alumno formar una visión sintética, integradora e incluso crítica del material. El uso de los mapas como estrategia posinstruccional puede ayudar a los alumnos a comprender en un momento determinado de un episodio didáctico amplio (tema, unidad o curso), el rumbo recorrido, el avance de sus sesiones de aprendizaje y al docente el nivel de comprensión de los conceptos (función evaluativa).

### **¿Cómo desarrollar competencias en asignaturas de matemática a través del uso de mapas conceptuales?**

Según las nuevas tendencias de desarrollo de las tecnologías en la industria, los niveles competitivos del mercado de servicios y la expansión de

la cooperación internacional para la ejecución de los proyectos en un mundo globalizado demandan un profesional competitivo con un alto nivel científico y técnico, con altos valores humanos y comprometidos con el desarrollo sostenible. Por estos motivos, tal como lo afirman De los Ríos, Cazorla, Díaz Puente y Yagüe (2010) en las instituciones de Educación Superior se viene desarrollando un cambio de paradigma en función de la formación integral del profesional.

En este proceso, va a tener especial importancia la adaptación, cambio y modificación de los programas por objetivos (en muchos casos son sólo programas de contenidos disciplinares) hacia programas por competencias. Además la subordinación de los contenidos disciplinares a dichas competencias, puestas en contexto, que conceptualmente implican un “saber hacer complejo e integrador” (Lasnier, 2000).

La investigación bibliográfica muestra que la terminología específica al enfoque por competencias es muy amplia, y en este capítulo se considera la propuesta de Perrenoud (2008):

*Capacidad de actuar eficazmente en un tipo definido de situación, capacidad que se apoya en los conocimientos, pero que no se reduce a ellos. Para enfrentar una situación de la mejor manera posible, debemos hacer uso y asociar varios recursos cognitivos complementarios, entre los cuales se encuentran los conocimientos. (p.7)*

El aprendizaje basado en competencias consiste en desarrollar las competencias genéricas o transversales necesarias y las competencias específicas, con el propósito de capacitar a la persona sobre los conocimientos científicos y técnicos, su capacidad de aplicarlos en contextos diversos y complejos, integrándolos con sus propias actitudes y valores en un mundo propio de actuar personal y profesionalmente (Villa y Poblete, 2008).

En particular, tal como señalan Antomil et al. (2006), la utilización de mapas conceptuales en las asignaturas del área Matemática puede contribuir a la adquisición de competencias genéricas. Teniendo en cuenta lo anterior y lo expresado en el Documento de CONFEDI Competencias en Ingeniería (2014), podemos citar algunas de las capacidades para reconocer la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida; asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo.

### **¿Cómo valorar los mapas conceptuales?**

Según Díaz Barriga (2005), las rúbricas son guías, plantillas o escalas de evaluación donde se establecen niveles progresivos de dominio relativo al desempeño que una persona o un colectivo muestran respecto de un proceso determinado. También se puede decir que a través de las rúbricas se muestra



un amplio rango de criterios que cualifican de modo progresivo el tránsito de un aprendizaje incipiente o insuficiente al grado de suficiencia y de alto nivel.

En el nuevo paradigma de la educación, las rúbricas o matrices de valoración se utilizan para dar un valor más auténtico a las calificaciones tradicionales expresadas en números o letras y que nos sirven para averiguar cómo está aprendiendo el estudiante. El propósito es mejorar la calidad del aprendizaje y permite evaluar el producto, pero aún más importante es el proceso de carácter formativo.

Las rúbricas vienen desarrollándose en los últimos años como recurso para una evaluación integral y formativa (Conde Rodríguez y Pozuelo Estrada, 2007), como instrumento de orientación y evaluación de la práctica educativa (Hafner, 2003). También han sido trabajadas por otros autores como Mertler (2001), Tierney y Simon (2004), Andrade y Du (2005), Adell (2004) y Cebrián (2008).

Tal como señalan Puigdemívol y Cano (2005) uno de los problemas más frecuentes detectados en la evaluación, sobre todo en el ámbito universitario, es el débil conocimiento que suelen tener los estudiantes de los criterios exactos con los que serán evaluados sus trabajos, lo que deriva en un escaso control de su evaluación, con las limitaciones que ello supone para la autorregulación de su proceso de aprendizaje.

En este sentido, las rúbricas, cuando se ponen en conocimiento de los estudiantes, contribuyen a reducir su falta de información y a que perciban con mayor claridad los criterios por los que serán evaluados.

Una rúbrica consta de tres componentes: criterios de evaluación, escala y descriptores. Los criterios de evaluación son el componente más importante de la rúbrica y tienen como finalidad establecer cuáles son los elementos sobre los que se va a basar la evaluación del aprendizaje y, por consiguiente, ofrecer al estudiante los aspectos esenciales de la tarea que será objeto de valoración por parte del profesorado. Estos criterios pueden tener el mismo peso o un peso diferente, dentro de la rúbrica, según la relevancia que, según el docente, tiene cada uno de ellos para la evaluación del aprendizaje. La escala define los posibles niveles progresivos de desempeño alcanzables por cada estudiante de acuerdo con la unidad de medición seleccionada. Esta puede ser numérica o descriptiva pero siempre debe mantener el mismo rango entre cada nivel. Los descriptores caracterizan cada criterio de valoración con respecto al nivel de rendimiento progresivo esperado por cada estudiante, por lo que no es posible dejar sin descripción alguno de ellos. (Popham, 1997; Gómez Ávalos et al., 2013).

En particular, la rúbrica se puede considerar como una guía para la lectura e interpretación de mapas conceptuales.

En este capítulo, se presenta el diseño de una rúbrica basada en las investigaciones de los autores antes mencionados. La misma fue evaluada por ocho docentes, usuarios de mapas conceptuales, con conocimiento acerca de sus fundamentos teóricos.

Teniendo en cuenta las características de un mapa conceptual se establecieron los siguientes criterios de evaluación:

a) Tema principal: se hace distinción entre el tema principal y los conceptos subordinados, ya que si bien todos los conceptos tienen importancia dentro del mapa, el tema principal orienta en parte el desarrollo de la jerarquía.

b) Conceptos: Esta categoría considera aquellos conceptos importantes según la temática.

c) Organización: El orden y la jerarquía de cada uno de los conceptos se subordina desde el concepto más general al más específico determinando la categoría de cada uno de ellos.

d) Conexión de conceptos: Las proposiciones indican la relación entre conceptos mediante la línea que los une y la palabra de enlace correspondiente.

e) Notación y terminología: puesto que el mapa se orienta a temas del área Matemática, es necesario valorar el uso adecuado de la notación simbólica y la terminología correspondiente.

La rúbrica enfatiza los siguientes elementos: que el mapa responda al tema, que presente un concepto principal relacionado con el tema, que presente los conceptos importantes de la temática, que se estructure con las proposiciones válidas de acuerdo con el tema, que integre enlaces relevantes y novedosos, que muestre una organización jerárquica a manera de red compleja pero de fácil interpretación y que su lectura permita la comprensión global (Cañas et al., 2006; Novak y Gowin, 1988).

Se debe aclarar que con este instrumento de evaluación no es posible comparar puntajes entre mapas conceptuales de distintos estudiantes. Este aspecto no se considera un error de este instrumento, sino una característica que lo hace pertinente para reconocer el cambio en procesos de reelaboración de un mismo mapa o proyecto, y tener elementos para evidenciar o reconocer de qué manera se mejora en cada versión (Domínguez Marrufo, Sánchez Valenzuela y Aguilar Tamay, 2010). A continuación se presenta la Tabla 1 con la rúbrica elaborada.

## **4. Metodología de intervención pedagógica**

Los destinatarios de esta propuesta fueron estudiantes de primer año de la asignatura Análisis Matemático A de las carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata correspondiente al ciclo lectivo 2013.

Se caracterizó y analizó las prácticas matemáticas propias de estos alumnos, observándose en exámenes parciales de las últimas cohortes mayor dificultad en demostrar la validez de los resultados obtenidos, justificar las técnicas utilizadas, escribir las condiciones que han de satisfacer un problema

para tener solución, explicitar la estructura del conjunto de soluciones de un tipo de problemas, entre otras.

**Tabla 1 - Rúbrica para evaluar el Mapa Conceptual**

| Criterios/<br>niveles                  | Excelente                                                                                                    | Muy bien                                                                                                                               | Mejorable                                                                   | Sin realizar                                             |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Tema principal<br/>10%</b>          | Identifica el tema principal<br>10%                                                                          | Identifica parcialmente el tema principal<br>5%                                                                                        | No identifica el tema principal<br>3%                                       | No realiza la actividad.<br>0%                           |
| <b>Conceptos<br/>30%</b>               | Representa los conceptos principales utilizando palabras clave y los muestra en óvalos o rectángulos.<br>30% | Representa los conceptos principales solo en un 70%, las palabras clave están mostradas en óvalos o rectángulos solo en un 60%.<br>20% | No representa los conceptos principales en óvalos o rectángulos<br>10%      | No realiza la actividad.<br>0%                           |
| <b>Organización<br/>25%</b>            | El mapa se encuentra presentado de manera secuencial y lógica, claro y entendible.<br>25%                    | El mapa se encuentra claro y entendible, sin embargo la información no se encuentra secuenciada y lógica.<br>12%                       | El mapa no tiene relación con el tema.<br>6%                                | No realiza la actividad.<br>0%                           |
| <b>Conexión de conceptos<br/>20%</b>   | Todos los conceptos se encuentran relacionados por medio de conectores y/o palabras clave.<br>20%            | La mayoría de los conceptos se encuentran relacionados por medio de conectores y/o palabras clave.<br>10%                              | Algunos conceptos se encuentran relacionados por medio de conectores.<br>5% | No tiene conectores.<br>0%                               |
| <b>Notación y Terminología<br/>15%</b> | Usa una notación y terminología adecuada<br>15%                                                              | Comete algunos errores en la terminología.<br>8%                                                                                       | Comete muchos errores en la terminología.<br>4%                             | No muestra ningún conocimiento de la terminología.<br>0% |

Por otra parte, en encuestas realizadas por el grupo encargado de las Tutorías en el ciclo básico, se detectaron dificultades tales como la falta de hábitos de estudio, organización de los materiales y del tiempo de estudio, es decir, de una planificación adecuada que les permita optimizar los recursos y los esfuerzos para el logro de las metas personales y académicas. En función de las características mencionadas y las problemáticas planteadas resulta adecuado promover la apropiación de las herramientas tecnológicas incorporándolas a las aulas.

Teniendo en cuenta que la tecnología no se enseña, sino que se aprende a partir de experiencias (Prieto Castillo, 2004) se puede inferir que una propuesta de intervención pedagógica basada en la modalidad "aula extendida (Extended Learning)" es adecuada para complementar las acciones pedagógicas que se desarrollan durante el dictado de la asignatura (8 hs semanales) pues puede favorecer la incorporación de herramientas tecnológicas tendientes a mejorar la calidad de la enseñanza, fortaleciendo la interactividad y el control del propio proceso de aprendizaje.

Con "aula extendida" se está designando una propuesta cuyo centro está dado por el encuentro entre docentes y alumnos de manera frecuente. En otras palabras, se trata de una modalidad de educación presencial. Lo que significa extendida es que el uso de la tecnología digital extiende las posibilidades de la clase en términos de búsqueda de recursos, interacción con el profesor y los demás alumnos, la preparación de los exámenes, se realimenta el propio material didáctico con los recursos que proporciona la informática e Internet, combinando las estrategias propias de cada ambiente (presencial y distancia). Es una clase presencial extendida por la llegada posible a través de las tecnologías (Zangara, 2008).

Las actividades virtuales estuvieron mediadas a través del Campus Virtual basado en una plataforma Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), desarrollado por la Facultad de Ingeniería. La misma es una de las plataformas educativas de uso más extendido, con una amplia comunidad de usuarios y particularmente ha sido adoptada por numerosas universidades, como un aporte al proceso de enseñanza y aprendizaje y con el objetivo de contribuir al mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes.

A continuación se describen los materiales y actividades propuestas:

- a) El material impreso que consta de una guía de Trabajos Prácticos y una Encuesta sobre hábitos de interacción y acceso a Internet.
- b) El material digital que está dividido, de acuerdo a su objetivo, en Material de los contenidos disciplinares y Material que orienta al trabajo.

El material de los contenidos disciplinares incluye actividades que apuntan al logro de los objetivos propuestos en el programa. Se pueden mencionar cuestionarios, guías de estudio (estrategia de monitoreo para que el estudiante evalúe su progreso), presentaciones multimediales y videos.

El material que orienta al trabajo consta de documentos que son pertinentes en el caso de estos destinatarios, pues orientan en cuanto a estrategias de estudio y acercan al estudiante a las técnicas y metodologías ofrecidas en el curso. Como ejemplo se pueden mencionar guía para el trabajo en Foros, recomendaciones para el estudio independiente, guía para la elaboración de un Mapa conceptual y Tutorial sobre la herramienta CmapTools.

c) Las actividades de diagnóstico, comprensión, aplicación, investigación, resolución de ejercicios, foro de debate, actividad grupal (Desarrollo de mapa conceptual sobre límite funcional) y de autoevaluación.

## **5. Implementación de la propuesta**

La experiencia se realizó en una comisión de 70 alumnos de la asignatura y, se centra en la descripción y resultados de la Actividad Grupal: desarrollo de un mapa conceptual sobre límite funcional, cuyos fundamentos teóricos e instrumento de valoración fueron descriptos anteriormente.

### **Actividad grupal: desarrollo de un mapa conceptual**

Para esta actividad se dividió a la comisión en catorce equipos de cinco alumnos cada uno.

Con el objetivo de que los estudiantes logren la apropiación de los conceptos relacionados con el tema, Límite Funcional, se aplicó la siguiente dinámica: cada equipo elaboró en la clase presencial una lista de los conceptos relacionados con el tema. Posteriormente debían subir a la Plataforma Educativa una primera versión digital del mapa elaborado con la herramienta CmapTools.

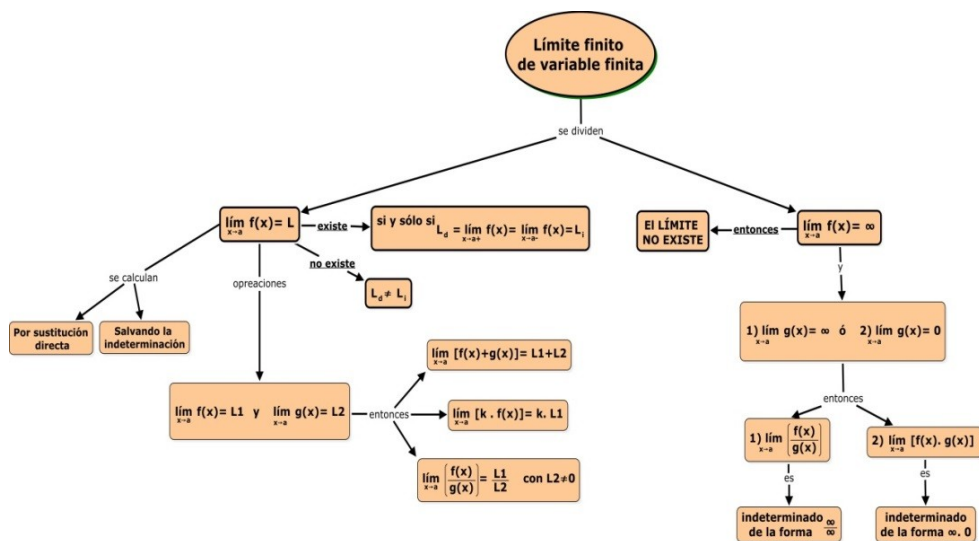
La herramienta tecnológica CmapTools permite construir mapas conceptuales de forma digital y, a su vez, navegar por grandes volúmenes de información. Permite integrar recursos como hipervínculos y así tener acceso a videos, audios y textos, imágenes o páginas web.

Los equipos de trabajo podían consultar en el Foro cuestiones relacionadas con la construcción del mapa conceptual. Posteriormente profesores a cargo de la actividad realizaron una devolución de la evaluación que constaba de la puntuación obtenida al aplicar la rúbrica y recomendaciones o sugerencias para una nueva reelaboración si era necesario.

Pensada como una instancia de aprendizaje, los equipos de trabajo enviaron una nueva versión del mapa considerando estas recomendaciones. De esta manera los alumnos fueron protagonistas de su aprendizaje, debiendo

tomar decisiones sobre la reelaboración de sus ideas y considerar al error como un paso hacia la construcción del conocimiento.

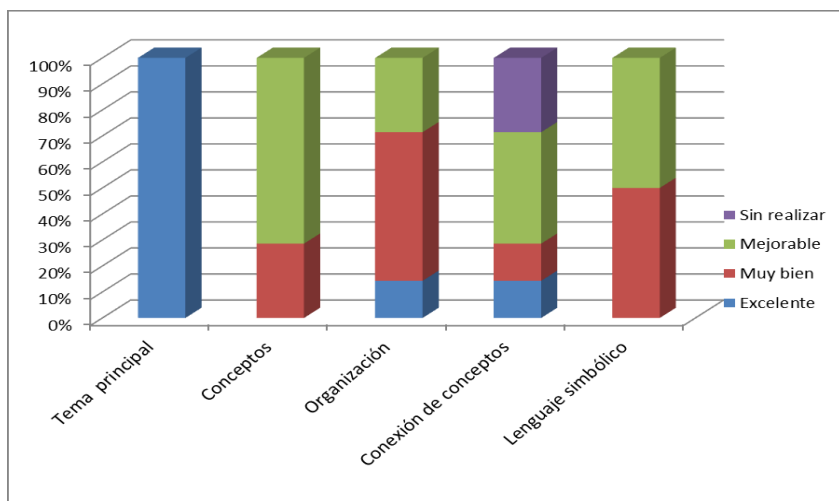
Para ilustrar el trabajo de los estudiantes se muestra un mapa conceptual elaborado por uno de los equipos. En el mismo se observa que identificaron el tema Límite finito de variable finita, pudiendo hacer la conexión necesaria para su existencia. Sin embargo se aprecia que las operaciones con límites finitos están incompletas y con respecto a cómo salvar la indeterminación podrían haber explicitado las técnicas que se utilizan. En el otro caso, Límite infinito de variable finita, faltan conexiones con el crecimiento y decrecimiento de la función en el entorno del punto y la recta asíntota vertical. Desde el diseño de mapa conceptual se debe aclarar que las relaciones no son lo suficientemente sólidas y son factibles de ser mejoradas.



**Figura 1 - Mapa Conceptual del Grupo 8**

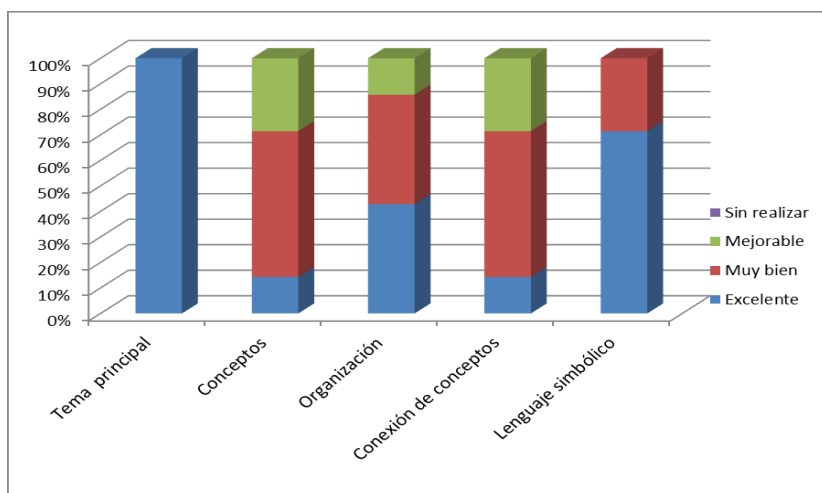
La aplicación de la rúbrica para evaluar la elaboración del mapa conceptual, a los catorce equipos formados, arrojó los siguientes resultados que se detallan a continuación.

A partir de la implementación de la metodología propuesta, se puede observar en el Gráfico 1 que en una primera instancia, si bien identificaron el tema principal, los mapas podían ser mejorados en cuestiones como los conceptos incluidos y sus conexiones, la organización y la notación simbólica.



**Gráfico 1. Resultados de la actividad – primera etapa.**

Una vez hecha la primera devolución, con las aclaraciones pertinentes, los alumnos a través del foro y en clases presenciales, realizaron consultas y subieron al aula virtual de Matemática en la plataforma Moodle, el archivo del mapa reelaborado. Se puede observar en el Gráfico 2 que los resultados mejoraron a partir de la retroalimentación brindada por los docentes y, la nueva discusión en el seno del grupo sobre los temas que debían mejorarse y/o ampliarse.



**Gráfico 2. Resultados de la actividad – segunda etapa.**

## 6. Conclusiones

El uso de mapas conceptuales, en el diseño de cursos con propuestas metodológicas presenciales y virtuales, permite estimular la integración entre las nuevas tecnologías, las prácticas pedagógicas y los contenidos, en pos de beneficiar la comprensión de los mismos. En particular, el uso de mapas conceptuales favorece el desarrollo de las capacidades de lograr autonomía en el aprendizaje, asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo y utilizar creativamente las tecnologías disponibles. A su vez son fuente de reflexión para el docente, pues permiten valorar el conocimiento de los estudiantes y brindar el andamiaje necesario para superar las concepciones erróneas. Se considera que la propuesta pedagógica presentada no sólo integra recursos tecnológicos y desarrollo de competencias, sino que además promueve un acercamiento entre los actores del acto pedagógico en pos de un aprendizaje significativo.

---

## Referencias

- Adell, J. (2004). Internet en el aula: las WebQuest. Edutec. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. 17./marzo 04. Recuperado de [http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec17/adell\\_16a.htm](http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec17/adell_16a.htm)
- Andrade, H. y Du, Y. (2005). Student perspectives on rubric-referenced as assessment. *Research and Evaluation*. 10 (3) 1-11. Recuperado de <http://www.pareonline.net/pdf/v10n3.pdf>
- Antomil, J., Arenas Parra, M., Bilbao Terol, A., Pérez Gladish, B. y Rodríguez Uría, M. V. (2006). La utilización de mapas conceptuales en las asignaturas de matemáticas para la economía en el marco del espacio europeo de educación superior. *XIV Jornadas de ASEPUMA y II Encuentro Internacional*. 1-14. Recuperado de [http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1HPSQS850-1MMMGR-Z7M/MapasConc\\_Matem\\_Economia\\_EEES.pdf](http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1HPSQS850-1MMMGR-Z7M/MapasConc_Matem_Economia_EEES.pdf)
- Artigue, M. (1998). Enseñanza y aprendizaje del análisis elemental: ¿qué se puede aprender de las investigaciones didácticas y los cambios curriculares? *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. 1(1) 40-55. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33510104>
- Ausubel, D. (2002). Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva. Barcelona. *España: Paidós*
- Cañas, A., Novak, J., Miller, N., Collado, C., Rodríguez, M., Concepción, M., Santana, C. y Peña, L. (2006). Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales. En A. J. Cañas y J. D. Novak (Eds.). *Concept Maps: Theoría, Metodology and Technology*. 1. 153-161 Recuperado de <http://cmc.ihmc.us/cmc2006Proceedings/cmc2006%20-%20Vol%201.pdf>



- Cebrián, M. (2008). La evaluación formativa mediante e-Rúbricas. *Indivisa: Boletín de estudios e investigación*. 10. 197-208. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/ejemplar/205372>
- Conde Rodríguez, A. y Pozuelo Estrada, F. (2007). Las plantillas de evaluación (rúbrica) como instrumento para la evaluación. Un estudio de caso en el marco de la reforma de la enseñanza universitaria en el EEES. *Investigación en la Escuela*. 63. 77-90. Recuperado de [http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/63/R63\\_6.pdf](http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/63/R63_6.pdf)
- De los Ríos, I., Cazorla, A., Díaz Puente, J. y Yagüe, J. (2010): Project – based learning in engineering higher education: two decades of teaching competences in real environments. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2 (2). 1368-1378. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810002429>
- del Castillo Olivares y Barberán, J. (1996). Mapas conceptuales en matemáticas. *Sociedad Canaria Isaac Newton de Profesores de Matemáticas*. 27 45-58. Recuperado de <http://www.sinewton.org/numeros/numeros/27/Articulo04.pdf>
- Díaz Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una Interpretación constructivista*. (2a ed.) México: McGraw-Hill.
- Díaz Barriga, F. (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre escuela y vida*. México DF. México: McGraw Hill.
- CONFEDI (2014). Documentos de CONFEDI. Competencias en Ingeniería. Recuperado de [http://www.confedi.org.ar/sites/default/files/documentos\\_upload/Cuadernillo%20de%20Competencias%20del%20CONFEDI.pdf](http://www.confedi.org.ar/sites/default/files/documentos_upload/Cuadernillo%20de%20Competencias%20del%20CONFEDI.pdf)
- Domínguez Marrufo, L., Sánchez Valenzuela, M., y Aguilar Tamayo, M. (2010). Rúbrica con Sistema de Puntaje para Evaluar Mapas Conceptuales de lectura de comprensión. En J. Sánchez, A. J. Cañas y J. D. Novak (Eds.). *Concept Maps: Making Learning Meaningful, Proc. of the Fourth Int. Conference on Concept Mapping*. 2 210-213. Recuperado de <http://cmc.ihmc.us/cmc2010Proceedings/cmc2010%20-%20Vol%202.pdf>
- Engler, A., Vrancken, S., Hecklein, M., Müller, D. y Gregorini, M. (2007). Análisis de una propuesta didáctica para la enseñanza de límite finito de variable finita. *Unión Revista iberoamericana de educación matemática (RELIME)* 11, 113-132. Recuperado de [http://www.fisem.org/www/union/revistas/2007/11/Union\\_011.pdf](http://www.fisem.org/www/union/revistas/2007/11/Union_011.pdf)
- Gómez Ávalos, G., Salas Quirós, N., Valerio Álvarez, C., Durán Gutiérrez, G. Gamboa Villalobos, Y., Jiménez Aragón, L. Salas Campos, I. y Umaña Mata, C. (2013). Programa de Apoyo Curricular y Evaluación de los Aprendizajes Consideraciones técnico-pedagógicas en la construcción de listas de cotejo, escalas de calificación y matrices de valoración para la evaluación de los aprendizajes en la Universidad Estatal a Distancia EUNED. Recuperado de <http://www.uned.ac.cr/viplan/11-provagari/169-anexos-coa-2013>
- Hafner, J. (2003). Quantitative analysis of the rubric as an assessment tool: and empirical study of student peer-group rating. *International Journal of Science Education*. 25 (12) 1509-1528. Recuperado de [https://sites.oxy.edu/hafner/publications\\_low/hafner\\_hafner\\_2003.pdf](https://sites.oxy.edu/hafner/publications_low/hafner_hafner_2003.pdf)
- Hernández Forte, V. (2007). *Mapas conceptuales. La gestión del conocimiento en la didáctica*. (2a ed.) México DF. México: Alfaomega.

- Lasnier, F. (2000). *Réussir la formation par compétences*. Montreal, Canadá: Guérin.
- Mertler, C. A. (2001). Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical Assessment, Research and Evaluation*. 7. (25).  
<http://PAREonline.net/getvn.asp?v=7&n=25>.
- Novak, J. y Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Perrenoud, P. (2008). *Construir competencias desde la escuela*. Santiago. Chile: Quebecor World Chile S.A.
- Pirro, A., Massa, S. y Fernández, M. (2014). Desarrollo de Competencias a través de Mapas Conceptuales. Una Aplicación al Cálculo Diferencial. *Libro de Trabajos seleccionados del Segundo Congreso Argentino de Ingeniería (CADI)*. San Miguel de Tucumán: Facultad Regional UTN.
- Popham, W. J. (1997). *What's Wrong--and What's Right--with Rubrics*. 55(2) 72-75. Educational Leadership, Recuperado de  
<http://www.ascd.org/publications/educational-leadership/oct97/vol55/num02/What's-Wrong%E2%80%94and-What's-Right%E2%80%94with-Rubrics.aspx>
- Prieto Castillo, D. (2004). *La comunicación en la educación*. Buenos Aires. Argentina: Stella.
- Puigdemallol, I. y Cano E. (2005). La rúbrica en los estudios de educación. En K. Buján (coord.). *La evaluación de competencias en el proceso europeo de la Educación Superior. Las rúbricas como instrumento de evaluación*. 131-156. Madrid: Eduforma.
- Tall, D. (1992). Students' Difficulties in Calculus. *Proceedings of Working Group 3 on Students' Difficulties in Calculus, ICME*. 7. 13-28. Recuperado de  
<https://homepages.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1993k-calculus-wg3-icme.pdf>
- Tierney, R. y Simon, M. (2004). What's still wrong with rubrics. focusing on the consistency of performance criteria across scale levels. *Practical Assessment, Research and Evaluation*. 9 (2). <http://pareonline.net/getvn.asp?v=9&n=2>
- Villa, A. y Poblete, M. (2008). *Aprendizaje basado en competencias*. Bilbao: Universidad de Deusto.
- Zangara, A. (2008). Conceptos básicos de educación a distancia o “las cosas por su nombre”. *Proyecto: Generalización del uso educativo de las TIC en la Universidad de la República*  
<http://www.scribd.com/doc/15679132/Conceptos-basicos-de-educacion-a-distancia-o-las-cosas-por-su-nombre-A-Zangara>

## Desarrollo y validación de una rúbrica para la evaluación de competencias genéricas

### Resumen

La indispensable garantía de efectividad del proceso educativo está dada por el mecanismo de evaluación, que se constituye en un recurso insustituible para la medición tanto del aprendizaje logrado como de las dinámicas de enseñanza propuestas.

Partiendo de la conceptualización del marco teórico se describe el proceso de diseño de la rúbrica para la evaluación de la competencia y posteriormente se presentan el procedimiento de validación y los resultados obtenidos de una rúbrica o matriz de valoración utilizada como instrumento de evaluación de informes de trabajos prácticos de laboratorio en asignaturas de ciencias experimentales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Los resultados de la validación muestran una convergencia positiva entre la opinión de los docentes y de los estudiantes encuestados en cuanto a la utilidad y a la validez del instrumento de evaluación de la competencia “comunicación eficaz escrita”, por lo que se proyecta la implementación de la misma en varias asignaturas de corte experimental en distintas carreras de Ingeniería.

**Palabras Clave:** Competencias, Comunicación eficaz, Evaluación, Rúbricas

## **1. Introducción**

La transformación educativa puesta en marcha con el proceso de Bolonia (1999) impulsó una fuerte orientación de la formación de grado hacia el logro de las competencias. El nuevo paradigma docente busca una enseñanza basada en el aprendizaje, en la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de formación y en el desarrollo de competencias básicas que incluyan la mejora de los procesos de comunicación, el trabajo en equipo y la actividad autónoma. Desde la perspectiva estrictamente didáctica se busca la mejora en la planificación docente, en el uso de metodologías alternativas y en el desarrollo de la cultura de la evaluación formativa y continua (Puigdemílvil, García Aguilar, y Benedito, 2012).

El proceso de enseñanza-aprendizaje encuentra en el procedimiento sistemático y continuo de evaluación, la garantía indispensable que permite comprobar el cumplimiento de los objetivos y la toma de decisiones reforzadoras o correctivas (Belloch, 2007).

La evaluación es un recurso indispensable para el perfeccionamiento tanto del proceso de enseñanza como del proceso de aprendizaje. El aporte del conocimiento desarrollado en las últimas décadas sobre los procesos cognitivos da un nuevo sustento a las teorías y técnicas evaluativas. Un instrumento de evaluación, debe reunir las siguientes características generales, aunque con distinto grado de relevancia: validez, confiabilidad, practicidad y utilidad (Camilloni, 1998). Por tanto la evaluación no puede considerarse como un acto independiente del proceso de formación, sino como parte integral del mismo (Celman, 1998). Tampoco puede considerarse a la evaluación como un valor absoluto ya que su pertinencia está íntimamente relacionada tanto con el objeto evaluado como con los destinatarios.

Freed y Huba (2000) resumen las características del aprendizaje centrado en el estudiante en ocho categorías, entre ellas y relacionadas con este trabajo se incluyen que los estudiantes: a) participan activamente y reciben realimentación; b) integran conocimientos específicos y habilidades generales; c) comprenden las características de un trabajo bien hecho y d) que los profesores entrelazan la enseñanza y la evaluación.

De lo anterior se desprende la necesidad de contar con instrumentos que permitan utilizar la evaluación como un elemento más del proceso de enseñanza y aprendizaje tendiente a la adquisición de competencias generales y específicas. Por tanto es pertinente pensar la evaluación como parte integral del proceso y no como un acto aislado. Aparece entonces el concepto de “evaluación auténtica” (Ahumada Acevedo, 2005), que difiere del método tradicional en una fuerte orientación al proceso en lugar de la clásica orientación a resultados. En esta dinámica de evaluación, es el alumno el que

asume la responsabilidad del propio aprendizaje, convirtiéndose la evaluación en un medio y no en un fin en si mismo, que posibilita el logro de los objetivos propuestos.

En este contexto el empleo de una rúbrica o matriz de valoración diseñada para evaluar los informes escritos de trabajos prácticos de laboratorio, es un instrumento que responde a la necesidad de evaluar competencias adicionales, relacionadas en general con cualquier actividad profesional y que tienen que ver con su habilidad para comunicarse en forma eficaz. En este capítulo se presenta el diseño de un instrumento de evaluación de informes de trabajos prácticos de laboratorio, en forma de rúbrica, para ser utilizado en asignaturas de ciencias experimentales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

La correcta realización de un informe de trabajo práctico es un aspecto que, más allá de la resolución del problema propiamente dicho, responde a la necesidad de evaluar competencias adicionales, relacionadas en general con cualquier actividad profesional y que tienen que ver con la habilidad del estudiante para comunicarse en forma eficaz.

En uno de los documentos del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2006) se propone una clasificación de competencias, las cuales se dividen en competencias genéricas de la ingeniería y en específicas y, a su vez, estas últimas en tecnológicas y sociales, políticas y actitudinales. Dentro de esta última división se mencionan, entre otras, las competencias para desempeñarse efectivamente en equipos de trabajo y para comunicarse con eficacia, lo que implica, entre otras capacidades, las de comunicarse en forma oral y escrita, de manera concisa, clara y precisa, produciendo textos técnicos rigurosos y convincentes y utilizando y articulando de manera eficaz distintos lenguajes (formal, gráfico y natural). Incluye asimismo la capacidad para manejar herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.

El presente capítulo surge como corolario de la investigación realizada que originó la publicación de dos trabajos, el primero de ellos que da cuenta del proceso de diseño de una rúbrica para la evaluación del logro de la competencia “comunicación eficaz escrita”, para ser implementada en asignaturas de contenido experimental (Moro, Bacino y Morcela, 2014) y el otro trabajo centrado en el proceso de validación de la rúbrica diseñada, a través de instrumentos de medición de la percepción de utilidad en los usuarios finales (Bacino, Morcela y Moro, 2014).

## **2. La Rúbrica o Matriz de Valoración**

Las rúbricas son instrumentos metodológicos, para la formación y la evaluación, que ordenan en forma tabular los objetivos de aprendizaje y los

criterios aplicables para analizar el logro de los mismos. Son, en definitiva, escalas de calificación que se utilizan para realizar evaluaciones de desempeño.

Algunas de las características de las rúbricas son claramente beneficiosas para los procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto para los profesores como para los estudiantes: son fáciles de usar por el profesor y de explicar a los estudiantes; incrementan la objetividad del proceso evaluador: los criterios son conocidos de antemano, no pueden ser modificados arbitrariamente; sirven para evaluar procesos, no solo resultados; facilitan el desarrollo de las competencias.

Existe una relación directa entre las rúbricas y la evaluación orientada al aprendizaje, expresión introducida por Carless (2007) quien considera las actividades de evaluación como actividades de aprendizaje. Según este autor, la evaluación debería ser diseñada según tres principios: a) para estimular las buenas prácticas de aprendizaje entre los estudiantes; b) para involucrar a los estudiantes en forma activa con la calidad de su desempeño académico y el de sus compañeros y c) para obtener una realimentación oportuna y con miras al futuro con el fin de apoyar el aprendizaje actual y futuro de los estudiantes.

Dependiendo del proceso educativo, las rúbricas de evaluación pueden ser comprensivas (holísticas) o analíticas. Las rúbricas comprensivas son adecuadas para la evaluación de conjunto del desempeño del estudiante, sin determinar o focalizar aspectos fundamentales y específicos del proceso o tema evaluado. El criterio de evaluación se centra entonces en la calidad, el dominio y la comprensión general, tanto del contenido específico como también de las competencias puestas en juego en el proceso global de producción (Puigdemívol, García Aguilar y Benedito, 2012).

En el caso de la aplicación de rúbricas analíticas, se busca desglosar los aprendizajes en tareas específicas que son calificadas con criterios cuantitativos. Posibilitan de este modo la calificación separada de las diferentes partes del producto o desempeño, guarismos parciales que luego de adicionarse componen una calificación global (Torres, Lirio, Olmedo, Soriano, Ferrero e Izquierdo, 2011).

En los procesos de construcción de rúbricas se debe considerar que contemple una cantidad de parámetros de evaluación (dimensiones o criterios) suficiente, que los criterios estén focalizados (sin ser demasiado específicos ni demasiado generales), que la evaluación contemple los parámetros pasibles de ser enseñados y/o aprendidos y que las descripciones utilizadas cuenten con la mayor objetividad posible.

No se puede dejar de mencionar que las rúbricas constituyen en la actualidad un método de evaluación extendido en la enseñanza obligatoria, particularmente en el ámbito anglosajón, pero con una consideración aún escasa en nuestro contexto. Quizás una de las explicaciones pueda encontrarse en la resistencia de los docentes universitarios a introducir este tipo de herramientas no convencionales de evaluación, con fundamento en las

controversias sobre su fiabilidad y validez para valorar las elaboraciones de los estudiantes (algunos autores lo atribuyen en parte a la escasa formación docente y sobre técnicas de evaluación) (García-Ros, 2011).

Para la presente experiencia se ha optado por una rúbrica del tipo holística pues éstas permiten hacer una valoración de conjunto del desempeño del estudiante sin determinar o definir los aspectos fundamentales que corresponden al proceso o tema evaluado. Lo importante es la calidad, el dominio y la comprensión general, no sólo del contenido específico sino también de las competencias que incluye la evaluación en un proceso global (Puigdemívol et al., 2012). Para el diseño se tuvo en cuenta: la validez de contenido, la validez de construcción, la practicidad y la utilidad.

### **3. Diseño de la Rúbrica**

Como en todo proceso de enseñanza y aprendizaje, la evaluación es una cuestión fundamental, ya que permite comprobar el cumplimiento de los objetivos propuestos y conocer si el proceso de formación en general se desarrolla de la forma esperada.

La evaluación de informes de trabajos prácticos de laboratorio mediante la rúbrica diseñada, permite al estudiante conocer con antelación los criterios principales que debe tener en cuenta a la hora de realizar su trabajo y mediante los cuales será evaluado, proceso tendiente a desarrollar competencias específicas estrechamente relacionadas con su formación profesional.

Con estas premisas un grupo de docentes de la asignatura Química General I de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mar del Plata analizaron y seleccionaron los parámetros que a su criterio debían formar parte de la valoración de los informes de los trabajos prácticos de laboratorio realizados por los estudiantes.

Se ha optado por una rúbrica del tipo holística pues éstas permiten hacer una valoración de conjunto del desempeño del estudiante sin determinar o definir los aspectos fundamentales que corresponden al proceso o tema evaluado. Lo importante es la calidad, el dominio y la comprensión general, no sólo del contenido específico sino también de las competencias que incluye la evaluación en un proceso global (Puigdemívol et al., 2012). Para el diseño se tuvo en cuenta: la validez de contenido, la validez de construcción, la practicidad y la utilidad.

Algunas de las características de las rúbricas son claramente beneficiosas para los procesos de enseñanza y aprendizaje, tanto para los profesores como para los estudiantes: son fáciles de usar por el profesor y de explicar a los estudiantes; incrementan la objetividad del proceso evaluador: los criterios son conocidos de antemano, no pueden ser modificados

arbitrariamente; sirven para evaluar procesos, no solo resultados; facilitan el desarrollo de las competencias.

Para el diseño de la rúbrica se buscó satisfacer necesidades generales aplicables a cualquiera de las asignaturas de la Facultad de Ingeniería que poseen trabajos experimentales de laboratorio.

De esta manera se elaboró una rúbrica con ocho categorías o niveles de logro: presentación, redacción de objetivos, redacción de procedimientos, cálculos, elaboración y presentación de gráficos, análisis de datos, selección y análisis de las fuentes de error y redacción de conclusiones.

Se han determinado estos ocho criterios con el objetivo de cubrir un espectro amplio de la generalidad de la evaluación para la competencia genérica que comprende la capacidad de comunicarse en forma eficaz por escrito, bajo la modalidad de informe de resultados en prácticas de laboratorio (Moro et al., 2014).

La desagregación de la competencia en los distintos criterios proporciona un esquema simplificado del proceso de elaboración y presentación de informes, con una óptica genérica e independiente de la disciplina en que se aplique.

Para cada criterio fueron definidos tres descriptores: Bien (B); Regular (R) y Necesita Mejorar (NM). La selección de estos niveles se completa con descripciones particulares que establecen claramente las pautas para distinguir entre cada uno de los descriptores para cada criterio de evaluación.

Con los resultados preliminares de su aplicación y a la vista de la motivación de los docentes y de los estudiantes se decidió su utilización en otras asignaturas de la Facultad de Ingeniería que realizan actividad experimental. Para utilizarla con tal fin se consideró que debía realizarse un proceso de validación de la misma, el que se detalla a continuación.

## **4. Validación de la Rúbrica**

Para llevar adelante el proceso de validación fue necesario diseñar y probar instrumentos adecuados para relevar la impresión de los docentes que utilizan la rúbrica como instrumento de evaluación y la de los estudiantes que son evaluados con ese instrumento (Bacino et al., 2014).

La medición de la percepción relacionada con la validez de la rúbrica fue realizada a través de dos cuestionarios específicos, uno para estudiantes y otro para docentes, con escala tipo Likert de cinco niveles que va desde “totalmente en desacuerdo” (1) hasta “totalmente de acuerdo” (5). Para el diseño de los cuestionarios se tuvo en cuenta lo que propone García-Ros en su trabajo sobre análisis y validación de rúbricas (García-Ros, 2011).

Los cuestionarios utilizados abarcan dos ejes principales, el primero de ellos está orientado a evaluar la percepción de utilidad (Tabla 1) y el



segundo está orientado a evaluar la validez de la rúbrica (Tabla 2). En todos los casos las preguntas son cerradas, teniendo la posibilidad de agregar otra información al final del cuestionario. Respondieron los cuestionarios 55 estudiantes y 9 docentes en forma anónima y voluntaria, que fueron seleccionados con una técnica de muestreo simple, no probabilístico y representativa de la población general (cerca del 25% de los estudiantes y 50% de los docentes).

## 5. Resultados

El análisis de resultados se ha realizado conforme los modelos tradicionales de evaluación de encuestas de opinión (Fournier y Lazcano Herrera, 2009; INEGI, 2010). En las Tablas 1 y 2 se muestran los resultados obtenidos para los descriptivos utilizados.

**Tabla 1 - Descriptivos sobre la percepción de la utilidad de la rúbrica**

| Estudiantes                                                                |     |      | Docentes                                                                 |     |      |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|------|--------------------------------------------------------------------------|-----|------|
| <i>La rúbrica me ha resultado útil para...</i>                             | M   | d.s. | <i>Resulta útil para que el estudiante...</i>                            | M   | d.s. |
| 1. Tener en claro lo que se me pedía                                       | 4,0 | 0,6  | 1. Tenga en claro lo que se le solicita                                  | 4,2 | 1,0  |
| 2. Planificar la elaboración del informe y su presentación                 | 3,8 | 0,6  | 2. Planifique la elaboración del informe y su presentación               | 4,0 | 0,8  |
| 3. Revisar lo que iba haciendo para ajustarlo a los criterios establecidos | 3,9 | 0,7  | 3. Revise lo que va haciendo para ajustarlo a los criterios establecidos | 4,3 | 0,7  |
| 4. Darle cuenta que el informe presentado es adecuado                      | 4,0 | 0,6  | 4. Reconozca si el informe presentado es adecuado                        | 4,1 | 0,8  |
| 5. Guiarme durante el armado del informe                                   | 3,6 | 0,7  | 5. Se guíe en el desarrollo del informe                                  | 4,0 | 0,7  |
| <i>Creo que la rúbrica me ha permitido...</i>                              | M   | d.s. | <i>Le permite al estudiante...</i>                                       | M   | d.s. |
| 6. Mejorar la realización del informe                                      | 3,8 | 0,8  | 6. Mejorar la realización del informe sobre la práctica de laboratorio   | 4,1 | 0,8  |
| 7. Facilitar el desarrollo del informe                                     | 3,5 | 0,7  | 7. Facilitar el desarrollo del informe                                   | 3,8 | 0,8  |

| Estudiantes                                              |     |     | Docentes                                                 |     |     |
|----------------------------------------------------------|-----|-----|----------------------------------------------------------|-----|-----|
| 8. Disminuir mi “ansiedad” en la realización del informe | 2,7 | 0,7 | 8. Disminuir la “ansiedad” en la realización del informe | 3,1 | 0,6 |
| 9. Conocer mejor los criterios de evaluación del informe | 4,0 | 0,7 | 9. Conocer mejor los criterios de evaluación del informe | 4,3 | 0,5 |

En las tablas se indican los valores<sup>14</sup> medios (M) obtenidos, con su desviación estándar muestral (d.s.) asociada<sup>15</sup>, como indicador de dispersión y rango de aplicación del resultado.

Respecto de la percepción sobre la utilidad de la rúbrica se observa que tanto los estudiantes como los docentes responden de forma positiva superando en ambos casos la media teórica del cuestionario, destacándose la valoración más baja para el ítem referido a la “disminución de la ansiedad” en la realización del informe.

**Tabla 2 - Descriptivos sobre la percepción de la validez de la rúbrica.**

| Estudiantes                                                                                                      |     |      | Docentes                                                                                                                       |     |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------|
| <i>Pienso que la rúbrica...</i>                                                                                  | M   | d.s. | <i>Pienso que la rúbrica...</i>                                                                                                | M   | d.s. |
| 10. Contempla los elementos principales del desarrollo de un informe de práctica de laboratorio                  | 3,9 | 0,6  | 10. Contempla los elementos principales del desarrollo de un informe de práctica de laboratorio                                | 4,3 | 0,7  |
| 11. Permite mostrar que he adquirido competencias importantes para realizar informes de prácticas de laboratorio | 3,6 | 0,7  | 11. Permite mostrar que el estudiante ha adquirido competencias importantes para realizar informes de prácticas de laboratorio | 3,7 | 0,8  |
| 12. Me ha permitido desarrollar criterios que aplicaré en situaciones futuras                                    | 3,6 | 0,6  | 12. Permite al estudiante desarrollar criterios aplicables en situaciones futuras                                              | 3,8 | 0,8  |
| 13. Es una herramienta confiable (mide adecuadamente la calidad del informe)                                     | 3,6 | 0,7  | 13. Es una herramienta confiable (mide adecuadamente la calidad del informe)                                                   | 3,9 | 0,9  |

<sup>14</sup> La media aritmética es el valor promedio de los datos, es decir el resultado de sumar todos los valores de una variable y dividirlo entre el total de valores.

<sup>15</sup> La desviación estándar es un promedio cuadrático de desviaciones. Se trata de una medida importante para evaluar la representatividad de las medidas de tendencia central y para conocer en qué grado se encuentran diseminados los datos.

| Estudiantes                                                                         |     |     | Docentes                                                                                                                    |     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|
| 14. Incorpora criterios muy específicos pero poco útiles                            | 2,8 | 0,7 | 14. Incorpora criterios muy específicos y poco útiles en otras situaciones                                                  | 2,3 | 0,5 |
| 15. Me ha facilitado adquirir los criterios para una adecuada ejecución del informe | 3,6 | 0,8 | 15. Facilita la adquisición de los criterios para realizar una adecuada evaluación de un informe de práctica de laboratorio | 3,7 | 0,7 |
| 16. Tiene excesivos criterios                                                       | 2,6 | 0,7 | 16. Incorpora demasiados criterios                                                                                          | 2,3 | 0,5 |
| 17. Integra criterios muy genéricos                                                 | 3,1 | 0,7 | 17. Integra criterios muy genéricos                                                                                         | 2,8 | 0,8 |
| 18. Contempla los elementos principales para el desarrollo del un informe           | 4,1 | 0,6 | 18. Contempla los elementos principales para realizar la evaluación de un informe de práctica de laboratorio                | 4,0 | 0,7 |

Respecto de la validez de la rúbrica como herramienta de evaluación de la competencia “comunicación eficaz” aplicada a la realización de informes de laboratorio, se debe observar que las cuestiones 14, 16 y 17 han sido redactadas desde la negativa, lo que constituye un indicador de coherencia, dado que la pregunta propuesta de forma negativa arroja resultados complementarios a los obtenidos en los descriptores redactados de manera afirmativa.

## 6. Discusión y conclusiones

Como en todo proceso de enseñanza y aprendizaje, la evaluación es una cuestión fundamental, ya que permite comprobar el cumplimiento de los objetivos propuestos y conocer si el proceso de formación en general se desarrolla de la forma esperada. Particularmente en la presentación de informes de trabajos prácticos de laboratorio, la rúbrica diseñada permite al estudiante conocer con antelación los criterios principales que debe tener en cuenta a la hora de realizar su trabajo y mediante los cuales será evaluado.

Desde el punto de vista de la evaluación del instrumento, el grado de convergencia en la percepción tanto de estudiantes como de docentes en líneas generales sobre la utilidad y la validez de la rúbrica resultan elevados. Se obtuvieron valoraciones positivas en la amplia mayoría de los descriptivos, superiores a la media teórica prevista para el cuestionario.

Para el grupo de los estudiantes, el valor máximo se encuentra en la característica abarcativa de la rúbrica, en la percepción de que la misma “contempla los elementos principales para el desarrollo del informe”.

Los estudiantes coinciden en que la rúbrica les ha permitido desarrollar criterios aplicables a situaciones futuras, lo que es un indicador claro de desarrollo de la competencia deseada. Es de destacar que la referencia a la posibilidad de autoevaluación también es valorada con la percepción más alta, como se desprende del descriptor número 4, “darme cuenta que el informe presentado es adecuado”.

En el caso de los docentes, las puntuaciones más elevadas han convergido sobre los mismos tópicos pero debe destacarse que se ha valorado de manera muy positiva la importancia de la rúbrica para la identificación de objetivos y la percepción de que la rúbrica es útil para guiar el paso a paso de la elaboración del informe. En general se observa una sobre estimación de los parámetros de percepción de la utilidad de la rúbrica en el conjunto docente respecto de los estudiantes.

Asimismo, en el grupo docente se observa la mayor dispersión de respuestas en torno a la percepción de que la rúbrica “es una herramienta confiable (mide adecuadamente la calidad del informe)”. Particularmente esta observación es consistente con la percepción mostrada en el descriptor 16, referido a la cantidad de criterios de evaluación incorporados a la rúbrica, donde por inferencia complementaria se desprende que el grupo de docentes podría considerar de algún modo incompleto el diseño actual de la rúbrica.

Es de destacar la opinión adicional de los docentes: “me parece útil para unificar criterios entre docentes, sin embargo es flexible en una medida justa para que cada docente haga uso del instrumento...”.

Se considera que, en base a los resultados del estudio de validación de la rúbrica propuesta, el diseño de la herramienta de evaluación de informes de trabajos prácticos de laboratorio es adecuado no sólo para cumplir con el objetivo de la evaluación sino para promover el desarrollo de la competencia “comunicación eficaz”, mediante la realización de informes técnicos escritos.

En la actualidad la rúbrica diseñada para la evaluación de informes de trabajos prácticos de laboratorio se está utilizando en la asignatura Química General I, asignatura de 1º año común a las diez carreras de Ingeniería, y en Química General II, asignatura de 2º año de las carreras de Ingeniería Química e Ingeniería en Alimentos. Y con la intención de generalizar y extender el uso a otras asignaturas de corte experimental, se está comenzado a implementar en dos asignaturas más: Física Experimental de 3º año de las diez carreras de Ingeniería y Electrotecnia 2 de 3º año de las carreras de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electromecánica.

**Oscar Antonio Morcela**

omorcela@fi.mdp.edu.ar



*Ingeniero Industrial de la UNMDP y Máster en Innovación y Gestión Estratégica Organizacional del “Instituto Superior de la Empresa y Comunicación” (España).*

*Candidato a Magister por la Universidad Nacional de Quilmes en el marco de la “Maestría en Ciencias,*

*Tecnología y Sociedad”.*

*Es Docente-Investigador Regular de la UNMDP desde el año 2011 y trabaja en el Observatorio Tecnológico (OTEC) de la Facultad de Ingeniería. Es integrante del Proyecto de Investigación “Recursos educativos abiertos e intervenciones de gestión, diseño e implementación”.*

---

## Referencias

- Ahumada Acevedo, P. (2005). *Hacia una evaluación auténtica del aprendizaje*. Paidós.
- Bacino, G., Morcela, A, y Moro, L. (2014). Análisis y validación de una rúbrica para la evaluación de la competencia “comunicación eficaz escrita” en asignaturas experimentales. *Revista Argentina de Ingeniería RADI*, Año 2, Volumen IV, Octubre de 2014 pp 91-96. Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería. ISSN 2314-288X.
- Belloch, C. (2007) “La evaluación en la formación virtual.” Unidad de Tecnología Educativa (UTE). Universidad de Valencia.
- Camilloni, A. (1998). La calidad de los programas de evaluación y de los instrumentos que los integran. En A. Camilloni, S. Celman, E. Litwin y M. Palou de Maté, *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo* (pp. 67-92). Buenos Aires: Paidós.
- Carless, D. (2007). “Learning oriented assessment: conceptual bases and practical implications,” *Innov. Educ. Teach. Int.*, vol. 44, no. 1, pp. 57–66.
- Celman, S. (1998). ¿Es posible mejorar la evaluación y transformarla en herramienta de conocimiento? En *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. pp. 35–66. Ed. Paidós.
- CONFEDI (2006). Documento de Definiciones de Competencias Genéricas de las Carreras de Ingeniería. Recuperado de <http://www.confedi.org.ar/content/competencias-genéricas-de-egreso>

- Fournier, M. y Lazcano Herrera, C. (2009)]. “Notas sobre realización y proceso de encuestas de opinión”, Departamento de Política y Cultura, Programa de Superación Académica, Universidad Autónoma Metropolitana, México.
- Freed, J. y Huba, M. (2000). *Learner-centered assessment on college campuses: Shifting the focus from teaching to learning*. Boston: Allyn and Bacon.
- García-Ros, R. (2011). “Análisis y validación de una rúbrica para evaluar habilidades de presentación oral en contextos universitarios”, *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, vol. 9, núm. 25, pp. 1043-1062, Universidad de Almería, España.
- INEGI. (2010). “Proceso estándar para encuestas por muestreo”. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. México.
- Moro, L.; Bacino, G. y Morcela, A. (2014). Desarrollo de una rúbrica para la evaluación de informes de prácticas de laboratorio en asignaturas de grado en Ingeniería, I Encuentro Internacional de Educación, Espacios de Investigación y Divulgación, Congreso, octubre 2014, Facultad de Ciencias Humanas, UNCPBA, Tandil, Argentina, Publicado en Actas en CD.
- Puigdemívol, I.; García Aguilar, N.; y Benedito, V. (2012) “Rúbricas, más que un instrumento de evaluación,” in *Aprobar o aprender. Estrategias de evaluación en la sociedad red.*, pp. 65 – 92.
- Torres, M. J. M.; Lirio, J. M. R.; Olmedo, E. E.; Soriano, R. L.; Ferrero, I. F.; Izquierdo, M. Á. F. (2011). “Aplicación de las rúbricas de evaluación en la docencia on-line,” in *jac-11, Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo SPIEU, USE-UJI*.

# **Construcción de una diagnosis sobre el alcance de competencias en estudiantes de la escuela secundaria**

## **Resumen**

Las características de la educación superior requieren del estudiante del nivel secundario la disponibilidad de una serie de competencias que determinarán su posibilidad de ingreso y su futuro desempeño académico como estudiante del nivel superior. Las particularidades en cuanto a las fases de la construcción de dichas competencias requieren que sea necesario que se promuevan desde la escuela secundaria, y continúen su desarrollo y consolidación, esto es, resulten de una intervención docente mediada por una continuidad formativa.

En este capítulo se presenta el diseño de un instrumento de diagnosis de competencias básicas, elaborado en forma colaborativa por docentes de ambos niveles educativos, quienes participaron de un proyecto de articulación entre la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) y escuelas secundarias del Distrito de General Pueyrredón, de la República Argentina. La experiencia de elaboración de este instrumento permitió abrir un espacio para la reflexión conjunta y revisión de la práctica docente, dando lugar en primera instancia a una mirada contextualizada de los procesos de enseñanza y aprendizaje de ambos niveles y como consecuencia a la proyección de actualización y formación docente en metodologías promotoras de determinadas habilidades cognitivas.

**Palabras clave:** Articulación, Competencias, Escuela secundaria, Instrumento de diagnosis, Universidad

## **1. Introducción**

Según datos aportados por el Ministerio de Educación alrededor de un 40% de los estudiantes que ingresan a la universidad abandonan su carrera en primer año y un porcentaje menor lo hace en el segundo año. Algunos de ellos cambian de carrera, pero la mayoría abandona sus estudios. Se señalan diversas causas: problemas socioeconómicos, dificultades para adaptarse al nuevo nivel educativo, esto es, cuestiones de “resocialización” (Perrenoud, 1994) o “afiliación” (Coulon, 1997); desorientación vocacional, y falencias en la disponibilidad de las competencias necesarias para acceder a los estudios superiores. Dado este contexto, las acciones que tiendan a la articulación entre la escuela secundaria y la universidad resultan altamente significativas.

En este capítulo se presenta el diseño de una diagnosis centrada en el rastreo de competencias referidas a la resolución de problemas matemáticos que pueden realizarse sobre la base de la comprensión lectora de un texto con contenidos extraescolares. Se acompaña la presentación con la correspondiente rúbrica de corrección. La construcción de ambos instrumentos fue realizada en forma colaborativa entre los directores y docentes de las escuelas participantes con docentes-investigadores de primer año y de ingreso de la Facultad de Ingeniería.

Este capítulo es una versión ampliada y modificada de la ya presentada por Moro y Rognone (2013).

## **2. Fundamentos teóricos**

Históricamente, para el diseño de los planes de estudio, en especial en el ámbito de la educación superior, se parte de la base de la construcción de un estudiante “ideal”. En estas últimas décadas, el problema al que nos enfrentamos los docentes es que entre ese estudiante imaginario y el real existe una distancia que genera una brecha entre las expectativas proyectadas y sus posibilidades de concreción. Esta situación, suele desencadenar numerosas frustraciones en estudiantes y docentes, y serias preocupaciones institucionales en cuanto a la relación cuantitativa “aspirantes-egresados” de las diferentes carreras terciarias y universitarias.

Esto implica que el ingreso y el tránsito por la educación superior demanda de los estudiantes una profunda transformación como analizadores y pensadores de textos dependientes de una especificidad disciplinar que conlleva un tiempo y una metodología que no siempre es tenido en cuenta por el docente.



El reconocimiento de la situación descripta es el primer paso para establecer las estrategias pedagógicas adecuadas que den cuenta de los problemas en forma integral. La enseñanza y el aprendizaje basado en competencias promueve esta posibilidad, al proponer la resolución de situaciones complejas, contextualizadas, en las que interaccionan conocimientos, destrezas, habilidades y normas.

### **El aprendizaje basado en competencias**

Actualmente, los estudiantes necesitan aprender cómo pensar, razonar, comunicar eficazmente, solucionar problemas complejos, y trabajar gran cantidad de datos seleccionando los pertinentes para la toma de decisiones. En consecuencia, la enseñanza de las ciencias debería utilizar estrategias que prioricen el desarrollo de las mencionadas competencias.

El aprendizaje basado en competencias consiste en desarrollar las competencias genéricas o transversales necesarias y las competencias específicas con el propósito de capacitar a la persona sobre los conocimientos científicos y técnicos, su capacidad de aplicarlos en contextos diversos y complejos, integrándolos con sus propias actitudes y valores en un mundo propio de actuar personal y profesionalmente (Villa y Poblete, 2008).

Dentro de los elementos fundamentales del proceso de enseñanza y aprendizaje para promover el desarrollo de las competencias, se encuentran estrategias y metodologías específicas para su enseñanza, aprendizaje, seguimiento y evaluación; procesos que deben tener en cuenta las características de cada competencia.

Así, la “comprensión lectora” es un tipo de competencia que desarrollan los sujetos en relación con las prácticas de lectura; no es una técnica, sino un proceso transaccional entre el texto y el lector, que involucra operaciones cognitivas y un complejo conjunto de conocimientos. Supone un conjunto de saberes (discursivos, enciclopédicos, lingüísticos, semióticos) y de saber hacer, es decir, procedimientos que implican operaciones cognitivas de diferente nivel de complejidad, fuertemente vinculadas con la elaboración de inferencias.

En lo que refiere a la competencia “resolución de problemas”, dadas sus características, cabe aplicar el planteamiento de los mismos como estrategia para estimular la promoción de dicha competencia. Por ello juega un papel esencial en el aprendizaje conceptual y, en tal sentido, su enunciado y resolución deben estar conectados con la experiencia previa del sujeto, por ejemplo, con problemas del entorno próximo. Así, el objetivo del problema será facilitar el cambio conceptual mediante la articulación de las ideas del propio estudiante,

con las explicaciones conceptuales recibidas, contrastándolas y aplicándolas a situaciones nuevas; esto es, utilizar el problema “como consolidación del cambio conceptual” (Perales Palacios, 2000).

De esta manera, el desarrollo de competencias implica la participación del aprendiz aplicando y transfiriendo conocimiento de una forma adecuada. En el marco de una planificación coherente, la participación del estudiante en la evaluación está en consonancia con esta idea. Existe una serie de elementos que favorecen, potencian o suponen dicha participación y que, por tanto, potencian el desarrollo de competencias: actividad, información, mejora, autoevaluación y reflexión, y colaboración. Se parte de un concepto de evaluación “como aprendizaje”, que incluye observación del desempeño en un contexto adecuado, valoración del desempeño basada en criterios, y aporte de feedback a los estudiantes (Villardón Gallego, 2006).

### **Hacia la evaluación de competencias**

En el nuevo paradigma de la educación, las rúbricas o matrices de valoración se utilizan para dar un valor más auténtico a las calificaciones tradicionales expresadas en números o letras y que nos sirven para averiguar cómo está aprendiendo el estudiante. El propósito es mejorar la calidad de la enseñanza y del aprendizaje y permiten evaluar el proceso formativo (Cano, 2012).

Las rúbricas se definen como descriptores cualitativos que establecen la naturaleza de un desempeño (Simon & Forgette Giroux, 2001). Son instrumentos de medición en los cuales se establecen criterios y estándares por niveles, mediante la disposición de escalas, que permiten determinar la calidad de la ejecución de los estudiantes en unas tareas específicas (Vera Vélez, 2008). Facilitan la calificación del desempeño del estudiante en las áreas del currículo que son complejas, imprecisas y subjetivas, esto se realiza a través de un conjunto de criterios graduados que permiten valorar el aprendizaje, los conocimientos y/o competencias logradas por el estudiante.

Se diseñan de manera tal que, tanto el estudiante pueda ser evaluado en forma “objetiva y consistente” como le permita al profesor especificar claramente qué espera y cuáles son los criterios con los que se va a calificar un objetivo que se ha establecido previamente, un trabajo, una presentación o un reporte escrito y todo aquello que esté de acuerdo con el tipo de actividad que desarrolle con los alumnos.

Las rúbricas vienen desarrollándose en los últimos años como recurso para una evaluación integral y formativa (Conde y Pozuelo, 2007) y como instrumento de orientación y evaluación de la práctica educativa (Hafner, 2003; Wamba, Ruiz, Climent, y Ferreras, 2007). También han sido trabajadas por otros autores como: Mertler (2001),

Tierney and Simon (2004), Andrade and Du (2005) y Cebrián de la Serna (2008).

Por otra parte, se ha de tener en cuenta que una rúbrica siempre es un documento, un instrumento metodológico, de formación y de evaluación, que es perfectible y mejorable en sucesivas aplicaciones. Podríamos decir que de un curso a otro, de un grupo a otro, siempre puede estar en permanente reconstrucción. La reflexión sobre los resultados de la evaluación se traduce en propuestas de modificaciones para mejorar la plantilla en su aplicación, convirtiéndola por tanto en un instrumento abierto, dinámico y reformulable.

### 3. Desarrollo

Entendiendo que la disponibilidad de las competencias generales necesarias para un desempeño académico adecuado, es una construcción en la que deben mediar los docentes de las distintas áreas de nivel medio para luego consolidarse y especificarse, durante el transcurso de formación superior, las acciones que tiendan a la interacción docente desde ambos niveles educativos resultan altamente significativas y deben gestarse desde un análisis compartido, que permita delinear un plan de trabajo en común, con el compromiso de ambas partes para dar lugar a una genuina secuenciación en la formación educativa.

Desde esta concepción y en el marco del proyecto “Articulación entre niveles educativos: hacia una continuidad formativa”, docentes de la Facultad de Ingeniería y de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales con docentes de escuelas secundarias públicas de la ciudad de Mar del Plata, durante los años 2012 y 2013, se abocaron al diseño y a la implementación de un instrumento de diagnóstico.

La estructura de la diagnosis consta de un texto que fue seleccionado de un diario *on-line* destinado a niños y adolescentes (Zoom Noticias), cuyo contenido, en virtud del objetivo de aplicabilidad, fue ligeramente adaptado en algunos párrafos. La elección del tema, centrado en el fútbol argentino, obedeció a la búsqueda de una lectura motivadora, de interés casi masivo relacionado con la vida cotidiana, pero con un nivel de desarrollo de contenidos que no son de conocimiento generalizado, dado que refieren al modo o sistema que se aplicaba en ese momento para establecer los promedios de ascenso y descenso de los equipos.

A continuación se presenta la lectura que forma parte del instrumento de diagnóstico.

**Ascensos y descensos en el fútbol argentino.  
¿Por qué no siempre desciende el equipo con  
menos puntos?**



Sabemos que Olimpo de Bahía Blanca y Banfield descendieron a la segunda división, que River se consagró campeón y junto a Quilmes (subcampeón) ascendieron a primera. Que Arsenal salió campeón por primera vez en su historia y que San Lorenzo mantuvo la categoría o que Rosario Central no pudo lograr el ascenso. ¿Realmente descienden los peores y ascienden los mejores? Leé la nota y enterate.

Cada vez que se acerca el final de un torneo de fútbol de la AFA, los hinchas más fanáticos suelen estar tan pendientes del resultado de su equipo como del de los demás. Sucede que, a diferencia de otras ligas del mundo, en nuestro país existe lo que se llama “Promedios del descenso” y que afecta directamente a todos los equipos de cada una de las categorías profesionales: Primera A, Nacional B, Primera B, Primera C, Primera D y Argentino A y B.

La importancia de tener un buen promedio es simple de entender. Al final de cada temporada compuesta por el Torneo Clausura que se juega de Marzo a Julio y el Torneo Apertura de Agosto a Diciembre, más allá de haber campeones y subcampeones, hay equipos que ascienden a otra categoría y equipos que descienden.

Los campeones son los que más puntos suman, mientras que los que descienden no son necesariamente los que menos puntos sumaron en el año deportivo, sino los que peor promedio obtuvieron. Tener el peor promedio y tener la menor cantidad de puntos suena parecido, pero no lo es. ¿Por qué?, porque el promedio no se calcula en función al último año deportivo, sino a los últimos tres jugados en la misma categoría. Por lo tanto, para los únicos equipos que ser últimos y tener el peor promedio es lo mismo, es para los que recién ascendieron o descendieron de categoría.

Claro, mientras el campeonato lo gana quien más puntos consigue, el equipo que desciende, no necesariamente es el que menos puntos consiguió en la temporada.

Así, por ejemplo, si no existiesen los promedios del descenso y descendiesen los dos peores equipos y los siguientes dos jugasen la promoción con el tercero y cuarto de la siguiente división, Banfield (22 puntos) y Olimpo (29 puntos) hubiesen descendido de todos modos, pero Godoy Cruz (38 puntos) y San Lorenzo (44 puntos) hubiesen jugado la promoción. Es decir, San Martín de San Juan (48 puntos) se hubiese salvado de todo.

### **¿Cómo se calcula el promedio de un equipo?**

El promedio de cada uno se obtiene dividiendo la cantidad de puntos obtenidos durante tres Temporadas o Campeonatos sobre la cantidad total de partidos jugados en los correspondientes Torneos Clausura más Apertura. Entonces el promedio máximo es 3 y el mínimo es 0, dado que el triunfo suma 3 puntos, el empate 1 y la derrota no suma.

Ahora bien, teniendo en cuenta que en cada torneo de Primera A se disputan 19 partidos y en el año deportivo o campeonato hay 2 torneos, cada equipo disputa en un año 38 partidos.

Por otra parte, el promedio se computa en función a los últimos tres campeonatos disputados por el equipo en la misma categoría. O sea, se suman los puntos de los tres años deportivos sobre la cantidad total de partidos disputados en ese periodo. Quiere decir que un equipo que recientemente ascendió o descendió de categoría divide por menos cantidad de partidos que otro equipo que hace 10 años que juega en la misma categoría y a su vez, este es diferente a otro club que juega hace dos años en la misma divisional.

La Tabla 1 muestra que, obviamente, un equipo que participa en la misma categoría hace tres años y obtiene durante este periodo los mismos puntos en cada temporada disputada, tendrá al final del torneo actual el mismo promedio que un equipo que obtenga ese puntaje en una sola temporada.

En la Tabla 2 se observa como varía el promedio en el último torneo para un equipo recién ascendido, uno que juega por segundo año consecutivo en la categoría y uno que divide su puntaje en 3 temporadas completas.

**Tabla - 1**

| Equipo   | Puntos totales por temporada |           |           | Promedio |
|----------|------------------------------|-----------|-----------|----------|
|          | 2008/2009                    | 2009/2010 | 2010/2011 |          |
| Equipo A | 50                           | 50        | 50        | 1,316    |
| Equipo B |                              | 50        | 50        | 1,316    |
| Equipo C |                              |           | 50        | 1,316    |

**Tabla - 2**

| Equipo   | Puntos totales por temporada |           |           | Promedio |
|----------|------------------------------|-----------|-----------|----------|
|          | 2008/2009                    | 2009/2010 | 2010/2011 |          |
| Equipo A | 50                           | 50        | 46        | 1,281    |
| Equipo B |                              | 50        | 47        | 1,276    |
| Equipo C |                              |           | 48        | 1,263    |

### **Haciendo historia....**

Aunque la primera aparición de los promedios fue en el año 1961, solo duró tres temporadas y luego fue eliminada. Veinte años después, en 1981, se volvió a implementar este sistema en el fútbol argentino, siendo cuestionado por hinchas de los clubes perjudicados. Comenzó a regir oficialmente en 1983.

Los datos muestran que si en ese año hubiesen descendido los dos equipos con menor puntaje, River Plate y Racing de Córdoba tendrían que haber abandonado la categoría más alta del fútbol argentino. En su lugar, quienes descendieron al obtener el promedio más bajo fueron Racing de Avellaneda y Nueva Chicago.

### **¿Y qué es la promoción?**

Al finalizar el año deportivo, los dos equipos que hayan terminado últimos en la tabla general de los promedios (19° y 20°) descienden y los dos que hayan obtenido mayor cantidad de puntos (no de promedio) a lo largo de toda la temporada, ascienden. Pero también existe la promoción.

Este sistema hace que dos equipos más puedan cambiar de categoría. Es así como los equipos 17° y 18° de la tabla de los promedios de la Primera A jugarán cada uno con uno de los dos equipos que mejor promedio tengan en la tabla del Nacional B obviamente exceptuando a los dos ya ascendidos por mayor puntaje.

Teniendo en cuenta todo esto, la Tabla 3 muestra qué sucede cuando tres equipos tienen el mismo puntaje en una temporada, pero cada uno tiene una antigüedad distinta en la misma categoría.

**Tabla - 3**

| Equipos  | 2008<br>2009 | 2009<br>2010 | 2010<br>2011 | Total<br>de<br>puntos | Partidos<br>jugados | Promedio |
|----------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|---------------------|----------|
| Equipo A | 50           | 50           | 49           | 149                   | 114                 | 1,307    |
| Equipo B |              | 50           | 49           | 99                    | 76                  | 1,303    |
| Equipo C |              |              | 49           | 49                    | 38                  | 1,289    |

Extraído de Télam, Agencia de Noticias. Zoom digital.  
Periódico digital para pibas y pibes. 12ntes

Para resolver las actividades que se le proponen, el estudiante debe realizar una lectura comprensiva del texto presentado que, en este contexto, se constituye en situaciones problemáticas.

Las actividades que se plantean, se diagramaron para evidenciar los indicadores de logro que fueron seleccionados. Se trabajó sobre dos de las cinco fases de la comprensión lectora y cuatro de las seis que abarca la resolución de problemas. Así, como puede observarse en la rúbrica de evaluación, que se presenta a continuación de las actividades, se detallan las fases 1 “Lectura exploratoria” y 2 “Lectura Analítica” que en este caso se rastrean con dos indicadores de logro para cada una. Respecto a la competencia Resolución de Problemas, se tomaron cuatro de las seis fases: comprensión del problema, planificación de estrategias, resolución de problemas y comunicación de resultados, con dos indicadores de logro para la primera fase y uno para cada una de las restantes.

Para la toma de decisiones respecto de las competencias a trabajar, se tomó como referente el Documento sobre Competencias de Acceso a la Universidad elaborado en el Ministerio de Educación en el año 2009 con la intervención del CONFEDI, CUCEN, CIN y otras asociaciones y consejos universitarios. De las competencias establecidas en el documento, se seleccionaron dos de las básicas, la comprensión lectora y la resolución de problemas.

En este Documento sobre Competencias, utilizado como referente, se detallan las fases por las cuales se transita para el alcance de la construcción de cada competencia y se especifican sus indicadores de logro, los cuales son “señales” que permiten evidenciar el aprendizaje

acreditable que describen, y se ponen en evidencia en determinadas actividades.

Para la adecuación del instrumento de diagnóstico, se convocó a una experta en Letras, docente e investigadora de la UNMdP, con amplia experiencia en ingreso a los estudios de nivel superior. Su asesoramiento permitió seleccionar las fases e indicadores de logro adecuados para los estudiantes entre trece y diecisiete años, en virtud que el documento base sobre competencias, está construido para estudiantes del último año de la secundaria.

El instrumento fue validado por docentes de ambos niveles educativos antes de ser implementado y se utilizó como diagnóstico en seis escuelas secundarias de la Región, participando de la misma un total de 156 estudiantes.

### ACTIVIDADES

*Para continuar te solicitamos que resuelvas las siguientes actividades vinculadas con el texto que has leído. En algunos casos tienes que elegir opciones, y en otros desarrollar tus ideas. Para ello contarás con un espacio en la misma hoja que te entregamos.*

1. *¿Qué información puedes obtener del título del texto, sin que esté expresado? Responde encerrando en un círculo la o las opciones (letras) que correspondan.*
  - a) *que en los campeonatos de fútbol argentino hay ascensos y descensos*
  - b) *que en todos los países donde existen campeonatos de fútbol, no siempre desciende el equipo con menos puntos*
  - c) *que el puntaje obtenido en un campeonato de fútbol argentino no define el ascenso o descenso de un equipo*
  - d) *que el ascenso de un equipo en el fútbol argentino está relacionado con los puntos que obtiene.*
  - e) *ninguna de las anteriores*



ACTIVIDADES Continuación

2. *En el texto, debajo del título, figura una información enmarcada. ¿Cuáles son las ideas que si bien no están expresadas, se pueden deducir de su lectura? Responde encerrando en un círculo la o las opciones (letras) que correspondan.*
  - a) *que River y Quilmes estaban en la segunda división*
  - b) *que Rosario Central una vez más pudo lograr el ascenso*
  - c) *que existen distintas categorías en el fútbol*
  - d) *que Arsenal fue varias veces campeón en su categoría*
  - e) *que Olimpo de Bahía Blanca y Banfield estaban en la primera división*
  - f) *ninguna de las anteriores*
3. *¿Cuál es la fuente de la cual se ha extraído este texto? Cita todos aquellos datos que permitan identificarla.*
4. *Escribe con tus propias palabras (en no más de dos o tres renglones) cuál es el tema que trata de explicar el texto.*
5. *Señala en los puntos suspensivos, con una P las ideas principales que el texto intenta transmitir y con una S las ideas secundarias:*
  - a) *que River se consagró campeón y junto a Quilmes ascendieron a primera.....*
  - b) *que existen dos torneos en el año deportivo.....*
  - c) *que según el resultado de los partidos los equipos pueden ser campeones o subcampeones.....*
  - d) *que el promedio de los puntos de un equipo se computa en función a los últimos tres campeonatos disputados por el equipo en la misma categoría.....*
  - e) *que la primera aparición de los promedios fue en el año 1961.....*
6. *De acuerdo a lo expresado en el texto: ¿cuál es el promedio de un equipo que hace dos años juega en la Primera A, en su primer campeonato ganó 15 partidos, empató 15 y perdió 8, y en el segundo ganó todos los partidos? Presenta el procedimiento que realizaste para llegar al resultado.*

ACTIVIDADES Continuación

7. *Analizando las tablas 1, 2 y 3 responde ¿por qué no siempre desciende el equipo con menos puntos en la última temporada? Presenta el procedimiento que realizaste para llegar al resultado.*
8. *¿En qué caso un equipo que permaneció tres o más años en una categoría podría descender? Demuéstralo construyendo una tabla similar a la de los ejemplos anteriores.*
9. *Teniendo en cuenta las actividades que disfrutás, el fútbol, ¿te gusta?. Responde encerrando en un círculo la opción (letras) que coincida con lo que piensas.*
  - a) si
  - b) no
  - c) más o menos
10. *¿Cuál es tu equipo favorito?*
11. *¿Sabes en qué categoría juega tu equipo favorito y cómo debería le debería ir en los partidos para mantenerse en esa categoría? Responde encerrando en un círculo la opción (letras) que coincida con lo que piensas. Si tu respuesta es afirmativa, indica cuál es la categoría.*
  - a) si ¿Cuál?.....
  - b) no
  - c) más o menos
12. *La realización de las actividades que te propusimos ¿te ayudó a tener una mejor comprensión del texto? Responde encerrando en un círculo la opción elegida.*
  - a) si
  - b) no

*Cualquiera sea tu respuesta, explica por favor, por qué.  
Nuevamente gracias por tu colaboración!!*

## Rúbrica de evaluación

| Competencia: Comprensión lectora                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                            |                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Indicadores de logro: Fase 1: L.E: Lectura exploratoria, Fase 2: L.A: Lectura Analítica                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                            |                                                                            |
| Indicador                                                                                                                                                                                                                                                    | MB = Bien                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | R = Regular                                                                                                                                                                            | (Mal) Necesita Mejorar                                                                                     | No responde                                                                |
| <p><b>L.E b.</b> Relaciona el texto con los datos del <i>contexto de producción</i></p> <p><b>b.2.</b> Ubica correctamente los datos de edición del texto (libro o periódico de donde se extrajo; lugar y fecha de publicación; otros datos relevantes).</p> | <p>Pregunta 3)<br/>Extrae correctamente los siguientes datos: ZOOM Periódico digital para pibas y pibes.<br/>Puede completar con lo siguiente <a href="http://www.zoomnoticias.com.ar">www.zoomnoticias.com.ar</a> Página web visitada el 24/09/12, contenidos extraídos de las notas “Ascensos y descensos del futbol argentino” y “El fútbol argentino y los promedios del descenso”. Telam Agencia de noticias</p> | <p>Pregunta 3)<br/><br/>No especifica ZOOM Periódico digital para pibas y pibes. O lo especifica Y agrega otra información que no es la detallada en el punto anterior</p>             | <p>Pregunta 3)<br/><br/>Inventa o extrae del texto cualquier información</p>                               | <p>Pregunta 3)<br/><br/>No responde</p>                                    |
| <p><b>L.A b.</b> Reconoce toda la información explícita e infiere las principales informaciones implícitas</p>                                                                                                                                               | <p>Pregunta 1)<br/><br/>Responde los ítems a) y c) y d)</p> <p>Pregunta 2)<br/>Responde los ítems a) y c) y e)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Pregunta 1)<br/><br/>Responde los ítems a), c), d): con todas las opciones posibles que no están comprendidas en las otras categorías</p> <p>Pregunta 2)<br/>Responde los ítems</p> | <p>Pregunta 1)<br/><br/>Responde los ítems b), o e)</p> <p>Pregunta 2)<br/>Responde los ítems: b); d);</p> | <p>Pregunta 1)<br/><br/>No responde</p> <p>Pregunta 2)<br/>No responde</p> |

|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                                                                       |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | a), c), e): con todas las opciones posibles que no están comprendidas en las otras categorías                                                                                                                                     | f); b) y d)                                                                                                                            |                                                                       |
| <b>L.A e.</b> Establece las ideas principales | <p>Pregunta 4)<br/>Responde según esta idea:<br/>El tema que el texto trata de explicar es la manera en que adquieren los puntos los equipos de fútbol argentinos para lograr el ascenso en los campeonatos de fútbol</p> <p>Pregunta 5)<br/>Selecciona la opción d) como idea Principal y las restantes como ideas Secundarias</p> | <p>Pregunta 4)<br/>Responde agregando a la idea principal otras ideas que serían secundarias</p> <p>Pregunta 5)<br/>Responde la opción d) como idea Principal y alguna o algunas de las demás opciones como ideas principales</p> | <p>Pregunta 4)<br/>No aparece en la respuesta la idea principal</p> <p>Pregunta 5)<br/>No aparece la opción d) como idea Principal</p> | <p>Pregunta 4)<br/>No responde</p> <p>Pregunta 5)<br/>No responde</p> |

| Competencia: Resolución de problemas                                                                   |                                                                                                                            |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Indicadores de logro: Fase 1: C.P: Comprensión del problema Fase 3: P.E: Planificación de estrategias  |                                                                                                                            |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                            |
| Fase 4: R.P: Resolución de problemas Fase 6: C.R: Comunicación de resultados                           |                                                                                                                            |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                            |
|                                                                                                        | <b>MB = Bien</b>                                                                                                           | <b>R = Regular</b>                                                                                                                                      | <b>(Mal) Necesita Mejorar</b>                                                                                                             | <b>No responde</b>         |
| <b>C.P d.</b> Identifica la incógnita                                                                  | Pregunta 6)<br>Plantea explícitamente la búsqueda de un promedio<br>Realiza un planteo buscando como resultado un promedio | Pregunta 6)<br>Plantea explícitamente la búsqueda de un promedio<br>Realiza un planteo que no es coherente con la búsqueda del resultado de un promedio | Pregunta 6)<br>No plantea explícitamente la búsqueda de un promedio<br>Realiza un planteo que no corresponde a la búsqueda de un promedio | Pregunta 6)<br>No responde |
| <b>C.P k.</b> Establece relaciones entre los elementos del problema                                    | Pregunta 6)<br>Resuelve el problema correctamente, planteando todas sus relaciones y arriba al resultado correcto          | Pregunta 6)<br>Establece algunas relaciones correctamente y otras no.<br>Llega al resultado de un promedio, con un valor incorrecto                     | Pregunta 6)<br>Establece todas las relaciones incorrectamente, llega a un resultado incorrecto                                            | Pregunta 6)<br>No responde |
|                                                                                                        | Pregunta 7)<br>Plantea, analiza y resuelve correctamente                                                                   | Pregunta 7)<br>Analiza correctamente pero resuelve incorrectamente                                                                                      | Pregunta 7)<br>Analiza y resuelve incorrectamente                                                                                         | Pregunta 7)<br>No responde |
| <b>P.E a.</b> Busca, selecciona y procesa la información necesaria para la resolución de la situación. | Pregunta 7)<br>Plantea, analiza y resuelve correctamente                                                                   | Pregunta 7)<br>Analiza correctamente pero resuelve incorrectamente                                                                                      | Pregunta 7)<br>Analiza y resuelve incorrectamente                                                                                         | Pregunta 7)<br>No responde |

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>R.P d.</b> Obtiene un resultado pertinente con la situación planteada                               | <p>Pregunta 6)<br/>Llega al resultado esperado</p> <p>Pregunta 7)<br/>Obtiene un resultado pertinente a la situación planteada y responde lo pedido</p>                                                                                                                                                                                    | <p>Pregunta 6)<br/>Llega a un resultado incorrecto pero pertinente a lo que platea</p> <p>Pregunta 7)<br/>Llega a un resultado incorrecto pero pertinente a lo que platea</p>                                                                                                                                                           | <p>Pregunta 6)<br/>Obtiene un resultado que no se corresponde con el planteo que realiza</p> <p>Pregunta 7)<br/>Obtiene un resultado que no se corresponde con el planteo que realiza</p>                                                                                                                                                                          | <p>Pregunta 6)<br/>No responde</p> <p>Pregunta 7)<br/>No responde</p>                                    |
| <b>C.R a.</b> Comunica los resultados en un lenguaje comprensible y usando la notación que corresponde | <p>Pregunta 6)<br/>Presenta el procedimiento en un lenguaje comprensible, utiliza la notación adecuada</p> <p>Pregunta 7)<br/>Presenta el procedimiento en un lenguaje comprensible, utiliza la notación adecuada</p> <p>Pregunta 8)<br/>Da una explicación correcta y clara. Presenta una tabla con resultados que muestran lo pedido</p> | <p>Pregunta 6)<br/>Presenta el procedimiento en un lenguaje confuso, no utiliza la notación adecuada</p> <p>Pregunta 7)<br/>Presenta el procedimiento en un lenguaje confuso, utiliza la notación adecuada</p> <p>Pregunta 8)<br/>Da una explicación posible pero confusa. Presenta una tabla con resultados que muestran lo pedido</p> | <p>Pregunta 6)<br/>Presenta el procedimiento en un lenguaje incomprensible, utiliza notaciones incorrectas</p> <p>Pregunta 7)<br/>Presenta el procedimiento en un lenguaje confuso, no utiliza la notación adecuada</p> <p>Pregunta 8)<br/>Da una explicación posible. Presenta una tabla con resultados que no muestran lo pedido o no presenta ninguna tabla</p> | <p>Pregunta 6)<br/>No responde</p> <p>Pregunta 7)<br/>No responde</p> <p>Pregunta 8)<br/>No responde</p> |

| Escuela: ..... Alumno: ..... AÑO: ..... CURSO: .....                                                                                        |             |  |             |  |                  |  |             |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--|-------------|--|------------------|--|-------------|--|--|
| Indicador                                                                                                                                   | MB = Bien   |  | R = Regular |  | Necesita Mejorar |  | No responde |  |  |
| <b>L.E b.</b> Relaciona el texto con los datos del contexto de producción<br><b>b.2.</b> Ubica correctamente los datos de edición del texto | Pregunta 3) |  | Pregunta 3) |  | Pregunta 3)      |  | Pregunta 3) |  |  |
| <b>L.A b.</b> Reconoce toda la información explícita e infiere las principales informaciones implícitas                                     | Pregunta 1) |  | Pregunta 1) |  | Pregunta 1)      |  | Pregunta 1) |  |  |
|                                                                                                                                             | Pregunta 2) |  | Pregunta 2) |  | Pregunta 2)      |  | Pregunta 2) |  |  |
| <b>L.A e.</b> Establece las ideas principales                                                                                               | Pregunta 4) |  | Pregunta 4) |  | Pregunta 4)      |  | Pregunta 4) |  |  |
|                                                                                                                                             | Pregunta 5) |  | Pregunta 5) |  | Pregunta 5)      |  | Pregunta 5) |  |  |
| <b>C.P d.</b> Identifica la incógnita                                                                                                       | Pregunta 6) |  | Pregunta 6) |  | Pregunta 6)      |  | Pregunta 6) |  |  |
| <b>C.P k.</b> Establece relaciones entre los elementos del problema                                                                         | Pregunta 6) |  | Pregunta 6) |  | Pregunta 6)      |  | Pregunta 6) |  |  |
|                                                                                                                                             | Pregunta 7) |  | Pregunta 7) |  | Pregunta 7)      |  | Pregunta 7) |  |  |
| <b>P.E a.</b> Busca, selecciona y procesa la información necesaria para la resolución de la situación.                                      | Pregunta 7) |  | Pregunta 7) |  | Pregunta 7)      |  | Pregunta 7) |  |  |
| <b>R.P d.</b> Obtiene un resultado pertinente con la situación planteada                                                                    | Pregunta 6) |  | Pregunta 6) |  | Pregunta 6)      |  | Pregunta 6) |  |  |
|                                                                                                                                             | Pregunta 7) |  | Pregunta 7) |  | Pregunta 7)      |  | Pregunta 7) |  |  |
| <b>C.R a.</b> Comunica los resultados en un lenguaje comprensible y usando la notación que corresponde                                      | Pregunta 6) |  | Pregunta 6) |  | Pregunta 6)      |  | Pregunta 6) |  |  |
|                                                                                                                                             | Pregunta 7) |  | Pregunta 7) |  | Pregunta 7)      |  | Pregunta 7) |  |  |
|                                                                                                                                             | Pregunta 8) |  | Pregunta 8) |  | Pregunta 8)      |  | Pregunta 8) |  |  |

## **4. Consideraciones finales**

El diseño de este instrumento, su aplicación, la coparticipación en su corrección y el análisis de los resultados, ha permitido el acercamiento hacia una metodología de trabajo áulico y planificación con un carácter innovador en relación a la formación de base de docentes que habitualmente no trabajan con este tipo de instrumentos de evaluación. Es decir, diseñar e implementar un instrumento que no esté centrado en contenidos específicos de las disciplinas, ha constituido un acercamiento valioso a los cambios metodológicos que el proyecto de articulación tiene como objetivo promover, en ambos niveles educativos.

Se considera que se ha generado un espacio para la reflexión conjunta, revisión de la práctica y planificación de las futuras acciones docentes de los integrantes del proyecto. Se ha dado lugar en primera instancia a una mirada contextualizada de los procesos de enseñanza y aprendizaje de ambos niveles y, como consecuencia, a la necesaria proyección de actualización y formación docente en metodologías promotoras de determinadas habilidades cognitivas que durante la formación inicial de los docentes tienen un escaso desarrollo.





*Ingeniera Química, Profesora en Química de la UNMDP y Especialista en Enseñanza de las Ciencias Experimentales. Actualmente se encuentra cursando el Doctorado en Humanidades y Arte con mención en Educación en la Universidad Nacional de Rosario.*

*Ha sido Secretaria Académica de la Facultad de Ingeniería y actualmente es Docente-Investigadora de la UNMDP, trabaja en el Área de Química Básica de la Facultad de Ingeniería y es Integrante del Proyecto de Investigación "Recursos educativos abiertos e intervenciones de gestión, diseño e implementación".*

---

## Referencias

- Andrade, H. & Du, Y. (2005). Student perspectives on rubric-referenced assessment. *Research and Evaluation*, 10(3), 1-11.
- Cano, E. (Ed.). (2012). *Aprobar o aprender. Estrategias de evaluación en la sociedad red*. Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius. Barcelona, España: Universitat de Barcelona.
- Cebrián de la Serna, M. (2008). La evaluación formativa mediante eRúbricas. *Indivisa: Boletín de estudios e investigación*, Número Extraordinario 10, 197-208.
- Conde, A. y Pozuelo, F. (2007). Las plantillas de evaluación (rúbricas) como instrumento para la evaluación. Un estudio de caso en el marco de la reforma de la enseñanza universitaria en el EEES. *Investigación en la escuela*, 63, 77-90.
- CONFEDI (2014). *Documentos de CONFEDI. Competencias en Ingeniería*. Recuperado de [http://www.confedi.org.ar/sites/default/files/documentos\\_upload/Cuadernillo%20de%20Competencias%20del%20CONFEDI.pdf](http://www.confedi.org.ar/sites/default/files/documentos_upload/Cuadernillo%20de%20Competencias%20del%20CONFEDI.pdf)
- Coulon, A. (1997). *Le métier d'étudiant: L'entrée dans la vie universitaire*. París, Francia: PUF.
- Hafner, J.C. (2003). Quantitative analysis of the rubric as an assessment tool: and empirical study of student peer-group rating. *International Journal of Science Education*, 25(12), 1509-1528.

- Mertler, C. A. (2001). Designing scoring rubrics for your classroom. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 7(25). Recuperado de: <http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=25>
- Moro, L. y Rognone M. (2013). Encuentro entre niveles educativos: la construcción de una diagnosis sobre el alcance competencias. Actas de las VII Jornadas Nacionales sobre la Formación del Profesorado. Narrativas(s), Prácticas(s), Investigacion(es). Mar del Plata, septiembre de 2013. Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Humanidades.
- Perales Palacios, F.J. (2000). La resolución de problemas. En F.J. Perales Palacios, y P. Cañal de León (Comp.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. (pp. 289-306). España: Marfil.
- Perrenoud, P. (1994). *Métier d'élève et sens du travail scolaire*. Paris, Francia: ESF.
- Simon, M. & Forgette Giroux, R. (2001). A rubric for scoring postsecondary academic skills. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(18). Recuperado de <http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=18>
- Tierney, R. & Simon, M. (2004). What's still wrong with rubrics. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 9(2). Recuperado de <http://pareonline.net/getvn.asp?v=9&n=2>
- Vera Vélez, L. (2008). *La Rúbrica y la Lista de Cotejo*. Departamento de educación y Ciencias Sociales. Universidad Interamericana de Puerto Rico. Recinto de Ponce.
- Villa, A. y Poblete, M. (2008). *Aprendizaje basado en competencias*. Bilbao, España: Universidad de Deusto.
- Villardón Gallego, L. (2006). Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Educación siglo XXI*, 24, 57-76.
- Wamba, A. M., Ruiz, C., Climent, N. y Ferreras, M. (2007). Las rúbricas de evaluación de los Practicum como instrumento de reflexión para los estudiantes de Educación Primaria. En A. Cid y otros (coord.). *Buenas prácticas en el Practicum*. (pp. 1251-1261). Santiago de Compostela: Imprenta Universitaria.
- Zoom Noticias. *Periódico digital para pibas y pibes*. 12ntes. [www.zoomnoticias.com.ar](http://www.zoomnoticias.com.ar) Página web visitada el 24/09/12, Nota “Ascensos y descensos del fútbol argentino” y “El fútbol argentino y los promedios del descenso”.

## **Eje Temático 3**

**“Experiencias en Entornos Virtuales”**



# **Prácticas de laboratorio virtuales y remotas en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje**

## **Resumen**

En este capítulo se presenta una secuencia educativa implementada en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA), basada en la realización de laboratorios virtuales y remotos para favorecer en los estudiantes:

- el aprendizaje de técnicas de programación
- la movilización de capacidades, habilidades, técnicas, métodos y actitudes que contribuyen a la formación de competencias tecnológicas.

El curso, denominado Introducción a Sistemas Embebidos Basados en Arduino (ISEBA), propone inicialmente la utilización de un laboratorio virtual (LV) para el descubrimiento y adaptación al tema, para luego dar paso a la realización de un laboratorio real remoto (LR).

Un laboratorio que integra recursos de e-learning con instrumentos tangibles o reales (tradicionalmente usados en las prácticas presenciales), se denomina en términos generales LR. Mediante el mismo, los estudiantes pueden acceder de manera no presencial a una plataforma de desarrollo y programar un circuito que contiene un microcontrolador con un algoritmo de su autoría y verificar en tiempo real si la aplicación realiza la tarea esperada.

En consecuencia, parte importante de este trabajo será el diseño de un instrumento de evaluación, específicamente una rúbrica que nos permitirá recopilar los datos necesarios para convalidar la hipótesis.

**Palabras Clave:** EVEA, Laboratorio virtual, Laboratorio remoto, Rúbrica

## **1. Introducción**

Romero, Barale y Rinaldi (2004) definen e-learning como aquella actividad que utiliza de manera integrada y pertinente computadores y redes de comunicación, en la formación de un ambiente propicio para la construcción de la experiencia de aprendizaje.

En la práctica, la gestión del e-learning se articula a través de plataformas tecnológicas de distribución del aprendizaje, que en general se denominan EVEA.

Los sistemas de enseñanza basados en la práctica tienen el propósito que los estudiantes experimenten e interactúen con herramientas tales como juegos, simulaciones y laboratorios; estos recursos están concebidos bajo la premisa de que puedan interactuar con ellos.

El estudiante no recibe una enseñanza directa de los conocimientos o habilidades que tiene que aprender, sino que se le proponen actividades que tiene que realizar y mediante las cuales podrá llegar a construir ese conocimiento.

De acuerdo con López Rúa y Tamayo (2012), las simulaciones y los trabajos de laboratorio (TL) o trabajos experimentales constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias porque promueven la adquisición de una serie de procedimientos y habilidades científicas, desde las más básicas (utilización de aparatos, medición, tratamiento de datos, etc.) hasta las más complejas (investigar y resolver problemas haciendo uso de la experimentación), de ahí la importancia que los trabajos prácticos deben tener como actividad de aprendizaje.

Tal como señalan Agudelo y García (2010) cuando se utiliza como estrategia de aprendizaje la realización de laboratorios, los estudiantes recuerdan con facilidad los conocimientos previos necesarios, se logra el objetivo planteado con las prácticas en menor tiempo y de manera más eficiente porque están más motivados, sienten la necesidad de adquirir el conocimiento como un fin en sí mismo, no de manera impuesta, lo que genera una buena disposición personal para el aprendizaje, que se evidencia en la participación activa en los procesos de experimentación, las preguntas que formulan y la calidad de los informes presentados.

Por su parte Jonassen y Rohrer-Murphy (1999), proponen que las tecnologías deben constituirse como herramientas de construcción del conocimiento, para que los estudiantes aprendan con ellas, no de ellas. De este modo, actúan como diseñadores y las computadoras operan como herramientas que facilitan su desempeño para interpretar y organizar su conocimiento personal.

Cabero (2001) considera que en la actualidad ya no se pueden considerar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) sólo como facilitadoras de la información porque de hecho, permiten crear entornos específicos donde los alumnos pueden interactuar de manera

novedosa con la información y construir significativamente el conocimiento. La realización de laboratorios virtuales y/o reales de manera remota es un ejemplo de esto.

Trabajar con una computadora que le permita al alumno aprender a programar facilita el desarrollo de habilidades intelectuales tales como la reflexión, el razonamiento, el modelado, la división del problema en partes más pequeñas y además es inherente la autodetección y corrección de errores (Schunk Dale, 1997).

El presente capítulo ha sido elaborado en base a estudios preliminares presentados en reuniones científicas tales como el XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (Revuelta, Massa y Bertone, 2014) y el VIII Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI 2014) que se desarrolló en el marco del II Congreso Argentino de Ingeniería (Revuelta, Massa y Evans, 2014).

## **2. La práctica de laboratorio**

Siguiendo a Dormido (2004), los laboratorios se pueden clasificar respecto a la forma de acceder (local o remota) y/o por la naturaleza de los mismos (real o virtual). A continuación se describen los criterios adoptados en este trabajo para el laboratorio, remoto y virtual.

### **2.1. El laboratorio remoto (LR)**

El término laboratorio nos remite a la idea de la manipulación de algo físico o real, por ejemplo: una práctica de laboratorio para realizar una experiencia de física, de química o evaluar el funcionamiento de un circuito o máquina, etc.

Los laboratorios presenciales se desarrollan en aulas preparadas a tal efecto y normalmente su uso está condicionado de acuerdo a una planificación. Además, tal como afirman Calvo, Zulueta, Gangoiti y López (2008), es frecuente que una vez que estas infraestructuras sean puestas a punto permanezcan infrautilizadas debido fundamentalmente a la limitación en el tiempo que pueden ser utilizadas por parte de los estudiantes y a que se suele tratar de infraestructuras sensibles a usos indebidos con la consecuencia de que se pueda dificultar la realización de las prácticas con equipos reales.

Resulta evidente que la evolución de las aplicaciones informáticas permitió incorporar la computadora personal (PC) de manera significativa en casi todas las instancias del ámbito de las prácticas educativas. Su utilización en una práctica de laboratorio puede ocurrir de distintas maneras y de acuerdo al papel que debe cumplir en la experiencia.

Por ejemplo, la incorporación de un software específico a una PC, puede potenciar su utilización al incluirla de manera significativa en la realización de un laboratorio real efectuado de manera presencial.

Si a esta PC se la integra a una Plataforma Educativa que permita su operación remota, o tele operación, al laboratorio se lo denomina laboratorio real remoto o comúnmente LR (Calvo et al., 2008).

Para ver claramente las cuestiones involucradas en este caso, diremos que el estudiante desde una locación remota e ingresando al EVEA mediante una conexión a Internet, puede tomar el control del laboratorio ejecutando el software que está en la PC local ubicada físicamente en el aula donde están realmente los elementos involucrados en la práctica.

Para que el alumno tenga la sensación de estar “casi presente” en el sitio de realización de la práctica, desde este, se le envía señal de video y audio en vivo del objeto o experiencia en realización. En la pantalla de la PC remota se visualizan al mismo tiempo las imágenes transmitidas desde el laboratorio real y el entorno virtual que posibilita el control remoto del laboratorio

## **2.2. El laboratorio virtual (LV)**

El término virtual se aplica en general a una escena u objeto que tiene apariencia real pero que en realidad es una construcción generada con tecnología informática; este recurso no tiene existencia física, no hay objetos ni instrumentos tangibles, no hay infraestructura de laboratorio, todo se soporta en un software instalado en una PC.

Por ejemplo tomemos el caso de un motor virtual en un ambiente de banco de pruebas, todo simulado, no hay ningún elemento real salvo la PC. El operador realiza el laboratorio sobre una recreación de los fenómenos que deberían ocurrir en el motor real.

Puede ocurrir que este tipo de laboratorio sea la única oportunidad que tiene el estudiante para interactuar con un motor (aunque sea virtual) o también puede servir como entrenador para efectuar posteriormente un laboratorio real o remoto.

Generalizando podemos decir que en el LV se interactúa con una simulación de: un objeto de existencia física, un principio, un postulado o un fenómeno de cualquier índole, que llamaremos objeto simulado.

La simulación es la dramatización o animación de ese objeto y la misma tratará de reproducir con la mayor verosimilitud posible el comportamiento real del objeto simulado.

El LV permite manipular las variables del objeto, lo que favorece el aprendizaje por descubrimiento, pues se pueden forzar condiciones virtuales que serían inviables sobre el objeto físico. Si bien no reemplaza una experiencia de laboratorio real, la realización de un LV permite alcanzar una serie de objetivos, por ejemplo: familiarizarse con el experimento, optimizar



el uso de recursos, disminuir el uso incorrecto del equipamiento, comparar el comportamiento del modelo matemático frente al objeto real, adquirir una metodología de trabajo, facilitar la replicación de experimentos, mejorar el manejo de herramientas informáticas (Andújar Márquez y Mateo Sanguino, 2010).

### **3. Implementación del LV y LR para el curso ISEBA**

En esta sección se describirá brevemente la secuencia didáctica implementada para el curso ISEBA, el mismo es de carácter optativo a partir de 4° año de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Se trata de un curso de corta duración (tres semanas) dictado totalmente en la modalidad a distancia.

El objetivo de este curso es el de favorecer el aprendizaje de las características y técnicas de programación que brinda la plataforma de desarrollo Arduino y está destinado a aquellos alumnos que aún no la conocen (por eso este curso es de carácter optativo).

Además, puede considerarse de formación complementaria, porque actúa como nivelador de conocimientos ya que le permite al alumno que lo aprueba optar posteriormente por la matriculación en una asignatura optativa cuatrimestral de carácter presencial denominada Robótica Aplicada, que utiliza Arduino como plataforma de desarrollo.

La Figura 1 muestra una captura de pantalla con la diagramación del curso implementado en la plataforma Moodle. Los materiales y actividades están programados para visibilizarse en forma gradual.

La secuencia diseñada consta de las siguientes partes: inicia con un documento introductorio que explica la dinámica del curso, sus objetivos y criterios de evaluación. Cada actividad es acompañada por materiales que la orientan como video tutoriales, enlaces de interés, etc.

Luego se destacan dos actividades principales:

**Actividad 1:** está relacionada con la realización de laboratorios de carácter virtual. En el LV se pueden experimentar y forzar condiciones que no dañan ningún objeto físico. Esta actividad sirve para el descubrimiento de las particularidades del objeto experimentado y ganar confianza en la generación y prueba de código.

Para la realización del LV se recurre a un sitio en la web (Autodesk, 1982), que facilita en forma gratuita la opción de experimentar sobre una versión virtual de una placa experimental Arduino.

**Actividad 2:** se facilita a los alumnos el acceso al LR, es decir pueden interactuar con una placa Arduino real, generar y embeber un código de su autoría y verificar el funcionamiento.



Figura 1 - Captura de pantalla de la diagramación completa del curso.

## Actividad 1: la experimentación mediante un LV

Luego de la lectura del documento descriptivo respecto de la plataforma Arduino y de la presentación del LV, se propone al alumno la realización de actividades en un LV que está alojado en la web.

En la Figura 2, se ve imagen del entorno virtual de experimentación, que está especialmente editada (con carteles explicativos) para esta presentación.

El estudiante puede modificar y crear código nuevo en el editor de código, a continuación lo compila y automáticamente el programa se carga en el microcontrolador de la placa y se ejecuta.

Finalmente, se destaca que el editor de código ofrece la opción de descargar el código fuente a la computadora del usuario del entorno, a tal efecto hay un botón activo denominado: descargar código fuente.

Estos archivos descargados van a formar parte del informe que el alumno debe enviar al tutor del curso en respuesta a las actividades propuestas

## Actividad 2: la realización del LR

### a) El Entorno del LR

Para la realización de esta actividad se presenta una estructura de gestión de turnos.

La Figura 3 ilustra como el alumno que gestionó un turno, accede al entorno de desarrollo. Tal cual lo indica el encabezado de la página dispone de una hora para la realización del práctico, en caso de no terminar, puede guardar el proyecto y gestionar otro turno para continuar. Se observan además imágenes en tiempo real (tomadas con una cámara web) de la placa bajo experimentación, hay componentes agregados con los que el alumno deberá experimentar según las consignas del documento Actividad 2.



Figura 2 - Captura de pantalla del LV.

En la Figura 4, se muestra el entorno de desarrollo de Arduino, ejecutándose en una computadora a la cual está conectada la placa descrita anteriormente.

El estudiante tiene el control remoto de esta PC, por lo tanto está en condiciones de efectuar todas las acciones como si estuviera frente a la misma, es decir puede editar código, compilar, programar la placa y ver el efecto de su programa sobre la misma.

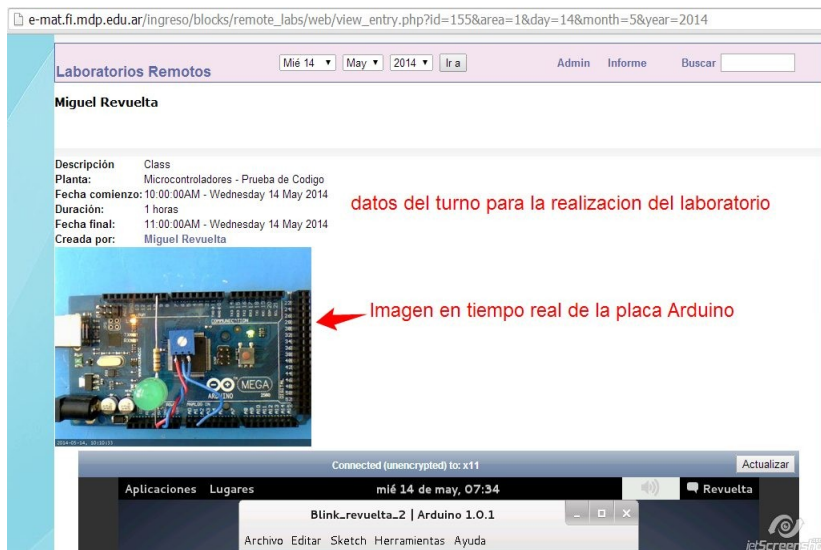


Figura 3 - Captura de pantalla del LR

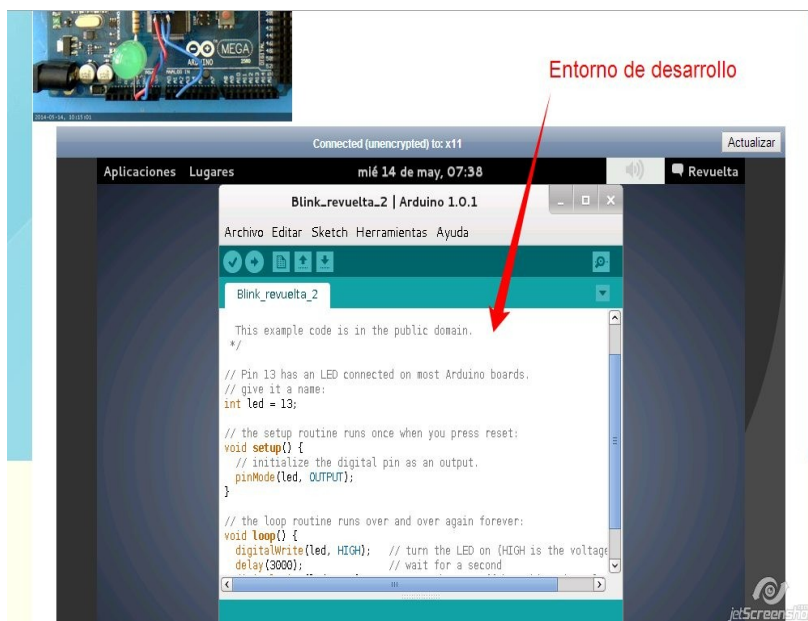


Figura 4 - Captura de pantalla del editor de código.

### **b) Descripción de la actividad**

Como ejemplo se presenta en detalle únicamente la Actividad 2, parte b que es el último ítem de la Actividad 2.

En esta actividad se solicita al alumno que cargue en el editor de código, un ejemplo de la librería Arduino (AnalogInput), que lo adapte a la disposición del hardware de la placa y agregue determinadas líneas de código según se indica en las directivas de la actividad.

A continuación se enuncia lo que el estudiante debe entregar como respuesta a la realización de la actividad:

Guardar el Sketch (nombre que le da el entorno al programa generado), con el siguiente formato: AnalogInput\_miapellido.ino, en el entorno de Arduino, el tutor tiene acceso a todas las carpetas de proyecto de los alumnos que están alojadas en el servidor que permite la ejecución del entorno.

Subir a la carpeta personal de trabajos en el EVEA un Informe de la Actividad 2, parte b que puede ser un documento por ejemplo: .doc. El mismo debe incluir:

a) Una descripción de la tarea que realiza el programa de ejemplo (es decir el inicial).

b) Una explicación del efecto que tienen las modificaciones y agregados indicados en la actividad.

c) Una explicación de lo que es y cómo funciona el visor de eventos en esta aplicación.

## **4. Metodología de evaluación del curso ISEBA**

Profundizando acerca de los objetivos de este curso, las actividades programadas tienen que facilitarle al alumno las herramientas necesarias para el aprendizaje de los conceptos y aplicaciones básicas del entorno de desarrollo integrado (IDE) Arduino, para favorecer el desarrollo de sistemas en el campo del hardware y el software. Son inherentes a la implementación del mismo, dos competencias genéricas de índole tecnológica.

Una competencia es un poder hacer no genérico, es más bien, un poder hacer que aplica a situaciones específicas (Perrenoud, 2008). Este autor reconoce que la terminología en el tema de competencias o habilidades lleva a confusión y al uso intercambiable de los mismos. En tal sentido, realiza un aporte conceptualizando estos términos al darles una dimensión en su aplicación:

**Habilidad:** implica la resolución de una actividad aislada, es algo específico, por ejemplo medir algo, accionar algo, etc.

**Competencia:** permite dominar una categoría de situaciones complejas, moviliza recursos y habilidades adquiridos a lo largo del trayecto académico. Es el resultado del dominio de múltiples disciplinas.

En otras palabras, la competencia es la capacidad de un buen desempeño en contextos complejos y auténticos. Se basa en la integración y activación de conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores.

En nuestro país, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI), en el acuerdo logrado en la declaración de Valparaíso (abril 2014), estableció las “Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino”, entre las mismas destacamos las siguientes:

*Competencia 1.c.1. Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado.*

*Competencia 1.c.5. Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones.*

Las actividades programadas en el curso implican la participación del alumno en procesos de reflexión y aplicación, pues debe relacionar demostraciones y aplicaciones de índole virtual en posteriores implementaciones en un ambiente real y documentar convenientemente las mismas.

A tal efecto el alumno debe presentar a manera de devolución, luego de la realización de las actividades, dos tipos de productos que ejemplificamos a continuación:

**Informe:** reflexionar sobre un tutorial que muestra una simulación avanzada, incluir alguna variante o modificación que realce el objetivo del ejemplo. El informe debe explicar cuál es el objetivo del tutorial original y además consignar y comentar que variantes se implementaron en la simulación, que utiliza y refuerza el concepto explicado en el tutorial.

**Software:** a partir de un programa de ejemplo, el alumno deberá modificarlo para que se adapte a la configuración del hardware de una placa real, embeberlo en la misma y verificar su funcionamiento. Luego debe modificar el programa de ejemplo siguiendo los requerimientos del enunciado de la actividad. Se debe enviar una copia del programa modificado, que incluya un comentario explicativo en cada línea de código.

A partir de un programa de ejemplo, el estudiante deberá modificarlo para que se adapte a la configuración del hardware de una placa real, embeberlo en la misma y verificar su funcionamiento. Luego debe modificar este programa para cumplir con los requerimientos del enunciado de la actividad. Finalmente el programa elaborado es la devolución de la actividad y será evaluado por el docente a cargo.

Para cada una de las actividades planteadas se ha elaborado un instrumento de evaluación baso en una rúbrica o matriz de valoración.

La rúbrica o matriz de valoración es una estrategia de evaluación alternativa, generada a través de un listado, de un conjunto de criterios específicos y fundamentales que permiten valorar el aprendizaje, los conocimientos y/o las competencias, logrados por el estudiante. En la misma se establecen criterios por niveles mediante la disposición de escalas que permiten determinar la calidad de la ejecución de los estudiantes en unas tareas específicas (Vera, 2008).

Se contraponen a los métodos tradicionales de evaluación en los que prevalecen criterios cuantitativos por medio del uso de exámenes con diferentes tipos de reactivos, elaboración de ensayos, pruebas orales, todo esto basado en la información vertida en libros de texto, notas de clase o presentaciones del profesor.

La rúbrica se convierte en la guía necesaria para fomentar el aprendizaje por su carácter retroalimentador. Cumple una función formativa (más que sumativa) de la evaluación del proceso de aprendizaje al ayudar a dirigir el nivel de progreso de los estudiantes.

Son estos últimos, quienes con la ayuda de una rúbrica toman conciencia del nivel de desempeño generado a lo largo de una actividad o tarea, inclusive antes de su entrega (López Carrasco, 2007).

Además, facilita a los profesores mejorar la calidad de su enseñanza al enfatizar y precisar los detalles particulares que consideren más pertinentes para garantizar trabajos de excelencia.

De este modo, las rúbricas se convierten en una herramienta eficaz tanto para el profesor como para el alumno (Dodge, 1997; Villalustre y Del Morale, 2010).

A continuación en la Tabla 1 se presenta la rúbrica correspondiente a la Actividad 2.

**Tabla 1 - Rubrica Actividad 2**

| Tarea                                           | Excelente (10-9)                                                                                                                | Bueno (8-7)                                                            | Satisfactorio (6-5)                                               | Insuficiente (4 o menos)                              |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1-Descripción del sketch de ejemplo.<br><br>0,2 | Excelente bien documentada, demuestra total conocimiento del conjunto de instrucciones. Accedió a obtener información adicional | Es correcta, documentación pobre. No demuestra investigación adicional | Cumple, se limita a traducir comentarios incluidos en el ejemplo. | Es confuso, no hay certezas, no comenta las funciones |

| Tarea                                                                   | Excelente (10-9)                                                                                                                                       | Bueno (8-7)                                                                                                                                                  | Satisfactorio (6-5)                                                                                                        | Insuficiente (4 o menos)                                  |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 2-Modificación del sketch de acuerdo al hardware.<br>0,2                | Correcta adecuación, reprograma todas las funciones necesarias. Explica las funciones                                                                  | Adecuación incompleta, falta alguna función. Explicación parcial                                                                                             | Adecuación incompleta, falta alguna función. No hay explicaciones                                                          | No detecta la modificación que hay que hacer              |
| 3-Generación de código nuevo y utilización del visor de eventos.<br>0,3 | Correcta estructura, hay claridad de diseño. Correcta utilización del visor de eventos, correlaciona los datos mostrados con la evolución del programa | Correcta estructura, se omiten comentarios en algunas funciones. Utiliza el visor de eventos, pero no explica cómo funciona, aunque entiende lo que muestra. | El programa funciona, no hay comentarios para las funciones nuevas. Activa el visor de eventos, no entiende lo que muestra | El programa está incompleto No activa el visor de eventos |
| 4-Informes<br>0,3                                                       | Excelentes, incluyen hasta detalles complementarios.                                                                                                   | Correctos, bien fundamentados.                                                                                                                               | Cumple con lo mínimo.                                                                                                      | Son parciales o confusos.                                 |

La matriz de valoración o rúbrica es una tabla de doble entrada donde se describen criterios y niveles de calidad de cierta tarea, objetivo, o competencia en general, esos niveles de calidad están calificados con un número o rango numérico de la escala decimal, por ejemplo dentro de un cumplimiento excelente podemos calificar con 9 a 10.

Además cada habilidad o desempeño puede ser ponderada de distinta manera según se considere su aporte o importancia en la manifestación de la competencia.

## 5. Conclusiones y trabajo futuros

En este capítulo se describen y clasifican los distintos tipos de trabajos de laboratorio tanto desde el punto de vista de la existencia real o virtual de los mismos como así también del medio para su realización.

Como ejemplo se muestra el diseño de un curso sobre un EVEA, que propone la realización de actividades sobre un LV alojado en la web y luego sobre un LR implementado en la plataforma de educación a distancia implementada con Moodle.

En particular el curso ISEBA, que fue inicialmente diseñado para brindar a los alumnos un primer enfoque de la programación en lenguaje de



alto nivel en una modalidad de dictado a distancia se transformó en un requisito para la inscripción en asignaturas optativas que se basan en Arduino.

Dicho curso se implementó a partir del segundo cuatrimestre del año 2014. Para ilustrar la dinámica del mismo se presentaron en este capítulo las pruebas realizadas por los autores sobre cada actividad.

En la actualidad se está trabajando en un proceso de validación de las rúbricas de evaluación, mediante la metodología de juicio de expertos.

El conocimiento adquirido en esta experiencia, constituirá un aporte significativo para la planificación y ejecución de otras propuestas educativas basadas en la realización de prácticas de LR y LV.



**Revuelta Miguel Ángel**

mrevuelta@fi.mdp.edu.ar

*Ingeniero Especialista, se desempeña como docente en las Carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Computación de la Universidad Nacional de Mar del Plata.*

*Es integrante del equipo docente del Área Digitales y tiene a su cargo el dictado de tres asignaturas. Además desarrolla actividades de investigación en dos proyectos de I+D de la Universidad:*

- *Instrumentación virtual: estudio y desarrollo de interfaces avanzadas orientadas a sistemas de robótica.*
- *Recursos Educativos Abiertos e Intervenciones de Gestión, Diseño e Implementación.*

*Ha finalizado la cursada del Magister en Tecnología Informática Aplicada en Educación, de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de la Plata y se encuentra próximo a formalizar la defensa de su tesis.*

---

## Referencias

- Agudelo, J., García, G. (2010). Aprendizaje significativo a partir de prácticas de laboratorio de precisión. *Revista Latinoamericana de Física Educativa*, 4(1) pp.149-152. Recuperado de [http://www.lajpe.org/index\\_spanish.html](http://www.lajpe.org/index_spanish.html)
- Andújar Márquez, J., Mateo Sanguino, T. (2010). Diseño de laboratorios virtuales y/o remotos. Un caso práctico. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 7(1). Recuperado de <http://www.elsevierciencia.es/es/revista/revista-iberoamericana-automatice-informatica-industrial-331/sumario/vol-07-num-01-13013588>
- Arduino (2005). Plataforma de prototipos electrónicos de código abierto. Disponible en: <https://www.arduino.cc/>
- Autodesk (1982). Software de diseño 3D para entretenimiento, recursos naturales, fabricación, ingeniería, construcción e infraestructuras civiles Disponible en: <https://123d.circuits.io/>
- Cabero, J. (2001). *Tecnología Educativa: diseño y utilización de medios en la enseñanza*. Barcelona, España: Paidós.

- Calvo, I., Zulueta, E., Gangoiti, U., López, J. (2008). Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. *E-Revista de Didáctica*, 2008(3). Recuperado de [http://www.ehu.es/ikastorratza/3\\_alea/laboratorios.pdf](http://www.ehu.es/ikastorratza/3_alea/laboratorios.pdf)
- Dodge, B. (1997). Building Blocks of a Webquest. Recuperado de <http://projects.edtech.sandi.net/staffdev/buildingblocks/p-index.htm>
- Dormido, S. (2004). Control Learning: Present and Future. *Annual Reviews in Control*, vol. 28(1). Recuperado de <http://www.nt.ntnu.no/users/skoge/prost/proceedings/ifac2002/data/content/05007/5007>
- Jonassen, D.H., & Rohrer-Murphy, L. (1999). Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 47(1), 61-79.
- López Carrasco, M. (2007). Guía básica para la elaboración de rubricas. Universidad Iberoamericana Puebla. Recuperado de <http://ceippprincipfefelipe.net/aulavirtual/mod/resource/view.php?id=203>
- López Rúa, A., Tamayo Alzate, Ó. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, No. 1, Vol. 8, pp. 145-166. Manizales: Universidad de Caldas. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>
- Perrenoud, P., (2008). Transmisión de conocimientos y competencias. El debate sobre las competencias en la enseñanza universitaria. Universidad de Barcelona.
- Romero, D., Barale, J. y Rinaldi, C. (2004). Gateway para el reciclaje de sistemas e-learning que no cumplen con SCORM. Primer Congreso Virtual Latinoamericano de Educación a Distancia. Recuperado de [www.ateneonline.net/datos/65\\_03\\_Romero\\_Daniel.pdf](http://www.ateneonline.net/datos/65_03_Romero_Daniel.pdf)
- Revuelta, M., Massa, S. M. y Bertone, R. (2014). Laboratorio remoto en un EVEA, para la enseñanza y el aprendizaje de la programación de microcontroladores. XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2014). Ushuaia. Argentina. (pp. 927-931).
- Revuelta, M., Massa, S. M. y Evans, F. (2014). La Práctica de Laboratorio en un Entorno virtual de enseñanza y aprendizaje. II Congreso Argentina de Ingeniería (CADI 2014), VIII Congreso Argentino de Enseñanza de la Ingeniería (CAEDI 2014). Capítulo 1. Tucumán, Argentina.
- Schunk, D. H. (1997). *Teorías del aprendizaje*. Pearson Educación.
- Villalustre, L., Del Morale, E. (2010). E-portafolios y rúbricas de evaluación en ruralnet. Pixel-Bit. *Revista de Medios y Educación* 37 (pp. 93-105). Recuperado de [http://www.ub.edu/cubac/sites/default/files/E-portafolios%20y%20r%C3%ABbricas%20en%20Ruralnet%20\(U.%20de%20Oviedo\).pdf](http://www.ub.edu/cubac/sites/default/files/E-portafolios%20y%20r%C3%ABbricas%20en%20Ruralnet%20(U.%20de%20Oviedo).pdf)
- Vera, L. (2008). La Rúbrica y la Lista de Cotejo. Departamento de Educación y Ciencias Sociales. Universidad Interamericana de Puerto Rico. Recuperado de <http://www.tecn.edu.net/lecturas/materiales/lectura10.pdf>



## **El uso de las tecnologías móviles: una experiencia en clases de ciencias**

### **Resumen**

El desarrollo de las nuevas tecnologías y el acceso cada vez más fácil a éstas viene provocando cambios sociales que repercuten de manera directa en el ámbito educativo. Los avances tecnológicos dan respuesta a las necesidades que plantea esta sociedad. Así, en una sociedad en movimiento surgen las tecnologías móviles para dar respuesta a las necesidades constantes de acceso a la información y de comunicación.

En este capítulo se presenta el marco conceptual, la metodología, la implementación y los resultados obtenidos de una experiencia piloto basada en el uso de Tecnología de la Información y de la Comunicación (TIC), específicamente la utilización de tecnologías móviles para la enseñanza de la Química a estudiantes de escuela secundaria. Dentro de los principales resultados se encuentra la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje y la optimización del tiempo en la realización de las tareas propuestas.

**Palabras clave:** Tecnologías móviles, Aprendizaje colaborativo, Enseñanza de la Química

## **1. Introducción**

En un contexto de sociedades globalizadas, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), surgidas de la mano de la computadora e Internet (video juegos, redes sociales, etc.) construyen un nuevo régimen de relación del sujeto con las técnicas, un paradigma de pensamiento y acción que resalta la importancia de las interacciones y la creación de capacidades de generación de conocimiento.

Cada vez más pequeñas y multifuncionales, las tecnologías transforman los modos de estar en el mundo, de pensarse como sujetos y de pensar a los otros, pero fundamentalmente, se transforma el modo en que se produce, circula y se consume la información.

Los jóvenes contemporáneos, nativos digitales, se vinculan de diversas maneras con los medios de comunicación tradicionales (radio, diarios y revistas, televisión y cine) y las tecnologías de la información y la comunicación (computadora, internet, teléfonos celulares, reproductores digitales de música y video), y que por lo tanto acceden a las fuentes de saber y conocimiento, de modo diferente al que lo hacían las generaciones anteriores (Tous y Zapata, 2011).

En la sociedad actual, en continuo movimiento, los avances tecnológicos aparecen para dar respuesta a las necesidades de estar en continua conexión con la información y las comunicaciones. Es por esta razón por la que aparecen las tecnologías móviles que van a configurar un nuevo paradigma social, cultural y educativo.

Los dispositivos móviles tienen grandes posibilidades educativas, ya que su uso en el aula fomenta, impulsa y favorece el desarrollo de las competencias básicas.

Dentro del marco planteado y con el objetivo de que un grupo de estudiantes de nivel secundario (16 - 17 años de edad) logren alcanzar algunas competencias y la conceptualización de temas de química, se presenta en este capítulo una experiencia piloto en el marco del Proyecto de Investigación “Recursos educativos abiertos e intervenciones de gestión, diseño e implementación” de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mar del Plata.

Este capítulo es una versión ampliada y modificada de la ya presentada por Moro y Massa (2014).

## **2. Marco conceptual**

### **Las TIC en educación**

Las TIC han tenido un desarrollo explosivo en los últimos veinte años, al punto de dar forma a lo que se denomina “Sociedad del Conocimiento” o “de la Información” (UNESCO, 2013). La información se multiplica más

rápido que nunca antes y se distribuye de manera prácticamente instantánea. El mundo se ha vuelto un lugar más pequeño e interconectado. Las nuevas generaciones viven intensamente la omnipresencia de las tecnologías digitales, al punto que esto podría estar incluso modificando sus destrezas cognitivas. En efecto, se trata de jóvenes que no han conocido el mundo sin Internet, y para los cuales las tecnologías digitales son mediadoras de gran parte de sus experiencias. Estos jóvenes están desarrollando algunas destrezas distintivas y aprenden de manera diferente (Pedró, 2006). Los ámbitos educativos se enfrentan a la necesidad de innovar en los métodos pedagógicos si desean convocar y ser inspiradores para las nuevas generaciones de jóvenes.

La introducción de las tecnologías de la información y de la comunicación en las aulas pone en evidencia la necesidad de una nueva definición de roles, especialmente, para los estudiantes y los docentes. Los primeros, gracias a estas nuevas herramientas, pueden adquirir mayor autonomía y responsabilidad en el proceso de aprendizaje, lo que obliga al docente a salir de su rol clásico como única fuente de conocimiento. Es clave entender que las TIC no son sólo herramientas simples, sino que constituyen sobre todo nuevas conversaciones, estéticas, narrativas, vínculos relacionales, modalidades de construir identidades y perspectivas sobre el mundo.

Los sistemas educativos están llamados a vivir cambios paradigmáticos en su actual configuración, y este proceso será facilitado y acelerado por el apoyo que presten las nuevas tecnologías para su desarrollo. El origen de un nuevo paradigma educativo es un esfuerzo por actualizar el sentido de la educación y las formas en que se desarrolla. Este paradigma se funda en la comprensión de todos los miembros de las comunidades educativas como aprendices. Ya no hay un conocimiento único y consolidado, transmitido desde los docentes, dueños del saber y del proceso de enseñanza, hacia estudiantes como receptores pasivos. Se trata ahora de una comunidad de personas que busca, selecciona, construye y comunica conocimiento colaborativamente en un tipo de experiencia que se conecta directamente con el concepto de comunidades de aprendizaje (UNESCO, 2013).

Estos cambios paradigmáticos implican prácticas docentes innovadoras que no se diferencian, en su fundamento teórico, de otras innovaciones educativas y no se limitan a la introducción de las TIC, pero se ven muy favorecidos por ellas (Martín, 2008). Es un cambio de formas, es, antes que nada, una reestructuración de lo que entendemos por conocimiento, de las fuentes y los criterios de verdad, y de los sujetos autorizados y reconocidos como productores de conocimiento. Esa reestructuración no puede dejar incólume a la escuela, estamos ante un cambio de época, hay que reorganizar la enseñanza pensando en los nuevos rasgos de producción de los saberes, como son la hipertextualidad, la interactividad, la conectividad y la colectividad (Dussel, 2011; Martín Barbero, 2006).

Pero, en todos los casos, hay que tener en cuenta que las prácticas de la enseñanza no pueden ser analizadas, reconocidas o reconstruidas a partir principalmente del buen uso que se haga o no de las tecnologías, el uso de éstas se halla implicado en las propuestas didácticas y, por tanto, en las maneras en que se promueve la reflexión en el aula, con la que se abre un espacio comunicacional que permite la construcción del conocimiento y se genera un ámbito de respeto y ayuda frente a los difíciles y complejos problemas de enseñar y aprender (Litwin, 2005).

Maggio (2012) afirma que es importante el lugar que ocupan hoy las nuevas tecnologías en relación con los modos en que se produce y difunde el conocimiento, y por ende es importante la necesidad epistemológica de su inclusión en las prácticas de la enseñanza.

En los escenarios de la contemporaneidad, las tecnologías de la información y la comunicación, entramadas con la cultura y el conocimiento, generan hoy más que nunca posibilidades ricas y diversas para la enseñanza poderosa. Enseñar aprovechando estas enormes oportunidades implica pensar, especialmente, en su sentido didáctico, de modo tal de acercarnos a la creación de propuestas originales clase a clase (Maggio, 2012: 65).

Para Burbules (2008) las TIC desafían los límites espaciales y temporales de lo que llamamos edificio escolar y tiempo escolar. Antes y después de la escuela, y más allá del aula, un creciente número de jóvenes tiene acceso a una riqueza de oportunidades de aprendizaje que, en su conjunto, sobrepasa, por volumen y diversidad, lo que podría existir en cualquier aula o biblioteca escolar. Este cambio de pensamiento significa que hay que llevar a la clase actividades que involucren otras herramientas de aprendizaje y recursos que hasta ahora no habían sido vistos como típicas de la escuela, desperdiciando un recurso de aprendizaje potente y creativo.

### **Las TIC como mediación en la educación**

En la psicología cultural se impone la idea de un sujeto, que actúa intencionalmente por medio de los sistemas simbólicos que encuentra en la cultura de la educación que le tocó vivir. Este punto de vista ha revelado que, más allá de la existencia de universales psicológicos, lingüísticos y culturales, es importante la diversidad de actuaciones, de usos en la resolución de tareas, los cuales son, en gran parte, dependientes del tipo de experiencias educativas y, por tanto, de la apropiación de saberes específicos (Temporetti, 2006).

La acción humana con gestos, imágenes o palabras, se despliega casi siempre como acción conjunta, interactiva e intersubjetiva. El concepto de interactividad, definida como la articulación de las actuaciones del educador y de los estudiantes y de los estudiantes entre sí en torno a una tarea o contenido de aprendizaje, supone una llamada de atención sobre la importancia de analizar las actuaciones de los estudiantes en estrecha vinculación con las del educador y la de sus compañeros. En el transcurso de la interacción social, los interlocutores modifican y transforman su



comprensión del escenario discursivo, lo cual implica un proceso permanente de «negociaciones» para tareas propuestas. Desde esta mirada sociocultural los problemas e interrogantes que se formulan apuntan a indagar en qué medida y de qué manera las distintas modalidades de interacción e intersubjetividad y los sistemas simbólicos de cada cultura constituyen y conforman la psicología y las adquisiciones de los sujetos (Temporetti, 2006).

La mediación, hace referencia a los procesos por los que el hombre se vale de la utilización de medios diferentes para ayudarse a obtener un fin o resolver un problema o, en definitiva, adaptarse. En palabras de Luria: “En lugar de aplicar directamente su función natural a la solución de una tarea particular, el ser humano coloca entre aquella función y la tarea determinados medios auxiliares... a través de los cuales se ayuda para lograr llevarla a cabo” (Luria. En Bentolila y Clavijo, 2001: 79)

Desde esta propuesta las TIC serían hoy, uno de estos medios auxiliares. Pero Vigotski nos dice que esta función mediacional en el ser humano la cumplen tanto las herramientas o instrumentos materiales y/o simbólicos que fue creando y transmitiendo culturalmente, como los otros seres humanos que interactúan con él.

En relación al intercambio con los otros, Vigotski (1993) afirma que cada alumno aprende en forma más eficaz en un contexto de colaboración e intercambio con sus compañeros. La colaboración entre pares tiene un influencia positiva en cuanto a la motivación y la calidad del aprendizaje (Manso, Pérez, Libedinsky, Light y Garzón, 2011).

En síntesis, entender el modo o las características de su incidencia en los procesos de interiorización de la cultura en el hombre de hoy y/o de mañana, implicará reconocerla como un artefacto cultural que da lugar a un tipo de actividad simbólica diferente en la que los sujetos implicados ponen en juego una forma específica de relación con: el medio o herramienta en sí, el conocimiento con que se está trabajando, los sujetos involucrados en la relación comunicativa (en este caso los "otros" pueden tener presencia real o virtual: el ser humano siempre tiene un interlocutor aunque éste sea interno) (Bentolila y Clavijo, 2001).

### **La construcción de significado a través de las TIC**

Jonassen (2004) sostiene que el apoyo que las tecnologías deben brindar al aprendizaje no es el de intentar la instrucción de los estudiantes, sino, más bien, el de servir de herramientas de construcción del conocimiento, para que los estudiantes aprendan con ellas, no de ellas. De esta manera, los estudiantes actúan como diseñadores, y los computadores operan como sus Herramientas de la Mente para interpretar y organizar su conocimiento personal. Las Herramientas de la Mente son aplicaciones de los computadores que, cuando son utilizadas por los estudiantes para representar lo que saben, necesariamente los involucran en pensamiento crítico acerca del

contenido que están estudiando (Jonassen y Reeves 1996). Las Herramientas de la Mente sirven de andamiaje a diferentes formas de razonamiento acerca del contenido. Es decir, exigen que los estudiantes piensen de maneras diferentes y significativas acerca de lo que saben. Desde esta perspectiva se asume que la inteligencia se encuentra distribuida, de forma que está situada no sólo en la mente de la persona, sino más bien esparcida en diferentes elementos, medios y personas, es decir, en diferentes entornos simbólicos y en entornos físicos que rodean al sujeto. Siendo una de las habilidades y competencias que debe tener el alumno, el trabajar cognitivamente con ellas y readaptarlas para resolver los problemas que se le vayan presentando.

Caracterizar el aprendizaje en entornos virtuales como un proceso de construcción supone, esencialmente, afirmar que lo que el alumno aprende en un entorno virtual no es simplemente una copia o una reproducción de lo que en ese entorno se le presenta como contenido a aprender, sino una reelaboración de ese contenido mediada por la estructura cognitiva del aprendiz. Y para facilitar las formas óptimas de construcción es esencial la guía ofrecida por el profesor, entendida como un proceso, que permita la adaptación dinámica, contextual y situada entre el contenido a aprender y lo que el estudiante puede aportar y aporta a ese aprendizaje en cada momento (Onrubia, 2005).

### **La integración de la tecnología con la pedagogía y las ciencias naturales**

Mishra y Koehler (2006) sostienen que un uso adecuado de la tecnología en la enseñanza requiere del desarrollo de un conocimiento complejo y contextualizado que denominan “conocimiento tecnológico pedagógico disciplinar” (TPACK, Technological Pedagogical Content Knowledge). Estos autores buscan desarrollar un marco conceptual, que sirva de lenguaje común para unificar las diferentes iniciativas de integración tecnológica, que permitan transformar no solo la conceptualización, sino también la formación docente. Este marco conceptual identifica algunas de las cualidades esenciales del conocimiento que los docentes necesitan para poder integrar de manera consistente la tecnología a la enseñanza (Koehler, Mishra, Akcaoglu y Rosenberg, 2013). El marco TPACK no solo considera tres fuentes de conocimiento por separado – la disciplinar, la pedagógica y la tecnológica- sino que enfatiza las nuevas formas de conocimientos que se generan en cada intersección. Al considerar la intersección entre pedagogía y disciplina, se desarrolla un conocimiento particular, que siguiendo a Shulman (1986, 2005) puede denominarse “conocimiento pedagógico-disciplinar” o conocimiento didáctico del contenido, que se refiere al conocimiento que todo docente emplea al enseñar un contenido disciplinar determinado.

Shulman (2005) esboza las categorías de conocimiento que subyacen en la comprensión que debe tener el profesor para que los alumnos puedan a su vez entender. Dentro de esas categorías incluye: el conocimiento del

contenido, el conocimiento didáctico general, el conocimiento del currículo, el conocimiento didáctico del contenido, el conocimiento de los alumnos y de sus características, el conocimiento de los contextos educativos y el conocimiento de los objetivos, las finalidades y los valores educativos, y de sus fundamentos filosóficos e históricos.

De la misma forma, de la intersección del conocimiento tecnológico y el disciplinar, se obtiene el “conocimiento tecnológico-disciplinar” que abarca todas las formas en que la tecnología limita o facilita la representación, la explicación o la demostración de conceptos y métodos propios de cada disciplina.

De la tercera intersección resulta el “conocimiento tecnológico-pedagógico” que designa al conocimiento de las características y el potencial de las múltiples tecnologías disponibles utilizadas en contextos de enseñanza y aprendizaje. De la intersección de los tres tipos de conocimiento resulta el “conocimiento tecnológico-pedagógico-disciplinar”. El marco TPACK sostiene que una verdadera integración de la tecnología requiere comprender y negociar las interrelaciones entre estos tres tipos de conocimiento.

Las nuevas tecnologías no sólo van a incorporarse a la formación como contenidos a aprender o como destrezas a adquirir. Serán utilizadas de modo creciente como medio de comunicación al servicio de la formación, es decir, como entornos a través de los cuales tendrán lugar procesos de enseñanza y de aprendizaje. Como señala Martínez (1996: 111), "en los procesos de enseñanza/aprendizaje, como prácticamente en la totalidad de los procesos de comunicación, pueden darse diferentes situaciones espacio-temporales, tanto en la relación profesor-alumno, como en relación a los contenidos" (Adell, 1997).

Para Harris y Hofer (2009) la integración satisfactoria de la tecnología se basa en el contenido curricular y en los procesos de aprendizaje relacionados con el contenido y en el uso inteligente de las tecnologías educativas. Para llevar a la práctica esta propuesta de implementación del TPACK, el equipo de trabajo coordinado por Harris (1999) ha ido desarrollando un trabajo de investigación colaborativo sobre taxonomías de tipos de actividades de aprendizaje para las diferentes áreas curriculares, entre ellas ciencias naturales. Y proponen tres tipos de proyectos para trabajar en internet que deben centrarse en al menos uno de los tres procesos de aprendizaje principales: el intercambio interpersonal, el relevamiento y análisis de información y la resolución de problemas.

### **Los ambientes de aprendizaje mediados por TIC**

En la actualidad hay diversas maneras de concebir a un ambiente de aprendizaje en la educación formal, que contemplan no solamente los espacios físicos y los medios, sino también los elementos básicos del diseño instruccional compuesto al menos por cinco componentes principales que lo conforman: el espacio, el estudiante, el docente, los contenidos educativos y

los medios. Por ello, la planeación de la estrategia didáctica es la que permite una determinada dinámica de relación entre los componentes educativos (Moreno, Chan, Pérez, Ortiz y Viesca, 1998).

Para el caso hablaremos de “ambientes de aprendizaje” de forma presencial abarcando el conjunto de actividades, actores y recursos que se conjugan en un espacio de tiempo, en un lugar específico y de forma presencial, en el contexto de la educación secundaria, definición tomada de Correa Zabala (2008) para ambientes de aprendizaje en el nivel superior.

El ambiente de aprendizaje enriquecido con las TIC y orientado a la formación de seres competentes se convierte en un espacio de múltiples formas, de variaciones en el tiempo, en los recursos y espacios, evoluciona con el proceso de aprendizaje y con el docente. El docente no se repite así sea el que dirige el mismo módulo en varias oportunidades. El ambiente se moviliza según las condiciones actuales de los actores del proceso educativo.

Debemos comenzar por entender que la tecnología transforma nuestra relación con el espacio y con el lugar, la tecnología permite relocalizar el aprendizaje en conexión con el mundo. Esta dispersión de poderes es lo que los expertos señalan como un potencial que brinda esta tecnología al ámbito educativo, ya que los educadores y los aprendices podrán generar sus propios estilos, modos o maneras de aprender.

El ambiente de aprendizaje no se limita a las condiciones materiales necesarias para la implementación del currículo, cualquiera que sea su concepción, o a las relaciones interpersonales básicas entre maestros y alumnos. Por el contrario, se instaura en las dinámicas que constituyen los procesos educativos y que involucran acciones, experiencias y vivencias por cada uno de los participantes; actitudes, condiciones materiales y socioafectivas, múltiples relaciones con el entorno y la infraestructura necesaria para la concreción de los propósitos culturales que se hacen explícitos en toda propuesta educativa (Chaparro, 1995: 2).

La presencia de las tecnologías en las aulas ya no tiene vuelta atrás. Si hasta hace unos años autoridades escolares y docentes podían pensar que los medios digitales debían restringirse a algunas horas por semana o a algunos campos de conocimiento, hoy es difícil, si no imposible, ponerle límites a su participación en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Experiencias como los modelos 1 a 1 (una computadora por alumno), las pizarras electrónicas, los laboratorios de informática móviles, o incluso la convivencia cotidiana con celulares y otros artefactos digitales, muestran que las nuevas tecnologías llegaron para quedarse (Dussel, 2011).

### **Las tecnologías móviles**

Un aula sin muros promotora del aprendizaje móvil, es lo que Organismos Internacionales como la UNESCO, la OEA, o el BID, marcan como una tendencia educativa insoslayable debido a que cualquier estudiante, en momentos y lugares indistintos puede participar de procesos efectivos de

aprendizaje gracias al uso de dispositivos móviles.

En sentido amplio, las tecnologías móviles agrupan hardware, sistemas operativos, redes y software incluyendo contenidos, plataformas de aprendizaje y aplicaciones sin embargo, tal y como la UNESCO (2013) señala, el debate se encuentra centrado en la potencialidad de los teléfonos móviles, dado que por lo que se considera que es la modalidad TIC más utilizada en la Tierra.

Resultados de estudios experimentales, arrojan que la integración de telefonía móvil en el ámbito educativo puede contribuir al desarrollo de la alfabetización, incrementar la motivación del alumnado y ampliar el acceso de oportunidades de desarrollo profesional docente (Celis Domínguez, Torres González y Pérez, 2014).

Muchas aplicaciones y herramientas de los dispositivos móviles se están convirtiendo en herramientas clave para el aprendizaje de los estudiantes. Se llega así al concepto de "aprendizaje móvil", m-learning, como una metodología de enseñanza y aprendizaje que se sustenta en el uso de pequeños y maniobrables dispositivos, tales como laptops, teléfonos móviles, tablets PC, iPads, entre otros.

Dentro de las ventajas que se han encontrado en la utilización de dispositivos móviles como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza se encuentra la autonomía en el aprendizaje, con una amplia flexibilidad en los ritmos e intensidad de estudio y en el desarrollo de una diversidad de habilidades, capacidades y destrezas intelectuales y sociales para procesar información, analizar, contrastar y comprender. El papel activo de los estudiantes y su implicación en todas las dimensiones del proceso formativo es fundamental.

### **3. Marco metodológico**

Se describe a continuación una experiencia de implementación de una secuencia didáctica enriquecida con tecnología móvil. El objetivo fue potenciar las competencias con el uso de las TIC que poseen los estudiantes, generando un ambiente de aprendizaje accesible que propicie el desarrollo de las competencias: autonomía en el aprendizaje, interpersonales y específicas del área de Química.

#### **Fase 1: Contextualización**

La presente experiencia se implementó durante el curso del año 2013 en una escuela secundaria de la ciudad de Mar del Plata, con los estudiantes de 5° año (ciclo superior) de la orientación Economía y Administración. El número de alumnos implicados fue de 21.

Se planteó como un proyecto de trabajo colaborativo con la utilización de tecnología móvil, en la asignatura Introducción a la Química para abordar

los contenidos correspondientes al eje “Química y Alimentación”, durante 5 semanas de 2 horas de clase cada una.

Previo al diseño del ambiente de aprendizaje se realizó una encuesta para conocer la cantidad de estudiantes que tenían acceso a tecnología móvil, resultando que el 90% poseía teléfonos o tablets con conexión a internet. Y luego se indagó acerca del conocimiento que poseían sobre la utilización de buscadores en internet, procesadores de texto, planillas de cálculo y programas para realizar presentaciones, resultando que el 80% poseía conocimiento en la utilización de las mencionadas herramientas.

## **Fase 2: Descripción de materiales didácticos y recursos**

La asignatura cuenta con un sitio web [www.quimicajo.ecaths.com](http://www.quimicajo.ecaths.com) que contiene las guías de trabajos prácticos a desarrollar, el material de estudio recomendado, la publicitación de la fechas de exámenes, entre otras cosas. El Cuadro 1 muestra la consigna de trabajo.

### **Cuadro 1. Consigna de trabajo**

#### **GUÍA de Estudio Eje 2**

#### **Química y Alimentación Núcleo 2**

Contenidos del diseño curricular 5° año Introducción a la Química:

Alimentos, actividad y energía. Dietas y energía necesaria para los procesos vitales de acuerdo a la actividad. Metabolismo basal. Sustancias presentes en los alimentos en pequeña proporción: vitaminas, minerales, aditivos. Diario nutricional. Cálculos a partir de la ingesta de alimentos. Alimentos y energía química. Aditivos alimentarios. Metabolismo. Anabolismo catabolismo. Respiración y fermentación.

Consigna de trabajo para realizar la guía de estudio.

En la página [www.quimicajo.ecaths.com](http://www.quimicajo.ecaths.com) encontrarán la guía de estudio en Trabajos Prácticos, resolverla utilizando los links indicados y el libro de texto, u otros links que puedan encontrar. Al finalizar la clase enviarán al siguiente mail [lucreciamoro@gmail.com](mailto:lucreciamoro@gmail.com) el trabajo realizado.

En esta actividad utilizarán una página web de la asignatura, un procesador de texto, calculadora, una planilla de cálculo, un buscador como puede ser el google, el envío de mail.

En particular, para esta experiencia se diseñó una guía de estudio que consta de 14 preguntas. Entre ellas se encuentran preguntas abiertas, una pregunta de respuesta verdadero o falso y problemas. En la misma guía se les indica los sitios posibles que pueden ser consultados.

Los Cuadros 2 y 3 muestran la guía completa de actividades

## Cuadro 2. Guía de Estudio

### GUÍA de Estudio Eje 2

#### Química y Alimentación

#### Núcleo 2

- 1) Definir metabolismo celular y vía metabólica
- 2) Explicar los tipos de reacciones metabólicas  
<http://www.2bachillerato.es/biologia/tema13/tema13.pdf>
- 3) Describir el proceso de fermentación  
<http://www.biologiasur.org/apuntes/base-fisico-quimica/organizacion-y-fisiologia-celular/celula-eucariotica-ii/metabolismo/caracteristica/fermentacion.html>
- 4) Describir el metabolismo de los hidratos de carbono, de los lípidos y de los aminoácidos
- 5) Definir metabolismo basal
- 6) Explicar cómo se produce la digestión de los alimentos
- 7) ¿Qué funciones cumplen en el organismo los micronutrientes?  
<http://www.unicef.org.co/Micronutrientes/porque.htm>
- 8) Realizar una descripción de los requerimientos nutricionales y energéticos de un adolescente
- 9) Durante un día, un joven de 15 años ingiere los alimentos detallados en el cuadro, según el contenido nutritivo:

| Alimentos               | Hidratos de C (g) | Grasas (g) | Proteínas (g) | Kcal |
|-------------------------|-------------------|------------|---------------|------|
| Vaso de leche           | 12                | 9          | 9             |      |
| Trozo de pan con dulce  | 18                | 5          | 2             |      |
| Galletitas              | 13                | 5          | 1             |      |
| Sándwich                | 27                | 1          | 10            |      |
| Vaso de jugo de naranja | 10                | 1          | 2             |      |
| Yogur                   | 13                | 4          | 8             |      |
| Plato de guiso          | 39                | 13         | 34            |      |
| Trozo de pan            | 13                | 1          | 2             |      |
| Vaso de gaseosa         | 10                | -          | -             |      |
| Plato de ensalada       | 9                 | -          | 3             |      |
| Uvas                    | 9                 | -          | 1             |      |

- a) Si se considera que 1g de grasas aporta 9 kcal y que 1 g de hidratos de carbono o de proteínas aporta 4 kcal, calcular el contenido calórico en Kcal/día de los alimentos que ingirió el joven
- b) ¿Si el requerimiento diario para un joven está comprendido entre 2500 y 3000 kcal diarias, crees que siguió un plan alimentario equilibrado? Justifica la respuesta.

## GUÍA de Estudio Eje 2 Química y Alimentación

### Núcleo 2: Actividades de fijación

- 1) Señalar si es verdadero (V) o falso (F) y justificar la elección
  - a) Las enzimas que participan en la digestión son específicas para cada nutriente
  - b) La digestión de las grasas da como producto aminoácidos
  - c) La fermentación es un proceso anabólico en ausencia de oxígeno
  - d) En los procesos anabólicos se sintetizan sustancias complejas a partir de otras más simples
  - e) Las vitaminas son nutrientes orgánicos que participan como sustratos en los procesos de obtención de energía
  - f) Desde el punto de vista energético la primera línea de reserva energética son las proteínas
  - g) En estado de reposo nuestro organismo no gasta energía
- 2) La siguiente tabla muestra el gasto de energía que producen diferentes actividades:

| Actividad                   | Gasto de Energía Cal/ hora* |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Estar acostado o durmiendo  | 80                          |
| Estar sentado               | 100                         |
| Estar de pie                | 140                         |
| Comer                       | 150                         |
| Trabajo de la casa          | 180                         |
| Caminar 4km/h               | 210                         |
| Andar en bicicleta 8,8 km/h | 210                         |
| Voleibol                    | 350                         |
| Natación de pecho           | 430                         |
| Trotar 7min/km              | 550                         |
| Correr 5 min/km             | 850                         |

\*Con base en una persona de 68 kg de peso

Si dos bochas de tu helado favorito contienen 250 Cal, y la cubierta de chocolate agrega 125 Cal y sabiendo que 1 kg de grasa corporal contiene 8800 Cal de energía. Responder:

- a) Suponé que tu dieta normal (sin el helado) conserva tu peso corporal actual sin variación. Si comes el helado:
    - a1) ¿Cuántas horas tendrías que jugar Voleibol para que se “quemara”?
    - a2) ¿Qué distancia tendrías que caminar?
    - a3) ¿Cuántas horas tendrías que nadar?
  - b) Si eliges no hacer más ejercicio del normal, ¿Cuánto peso ganarías?
  - c) Ahora suponé que consumes un helador similar tres veces por semana durante las próximas dieciséis semanas. Si no haces ejercicio para “quemarlo” ¿cuánto peso ganarías?
- 3) ¿Por qué el desayuno es el alimento más importante del día?
  - 4) Suponé que requieres 3000 Cal de energía alimenticia cada día para conservar tu peso corporal actual
    - a) Si quisieras obtener esta energía consumiendo la menor cantidad de alimento ¿serían las grasas o los carbohidratos tu opción de alimento preferido?
    - b) ¿Cuántos gramos de ese nutriente se necesitarían para suministrar esa cantidad de energía diaria? Sería saludable una dieta así? ¿Por qué?



Los recursos y herramientas que utilizaron los estudiantes para completar la actividad fueron el archivo conteniendo la guía de estudio, el sitio web de la asignatura, un procesador de texto, calculadora, una planilla de cálculo, motor de búsqueda de contenido en Internet y el correo electrónico.

Las figuras 1 y 2 ilustran las vistas desde un teléfono móvil de dicha actividad.

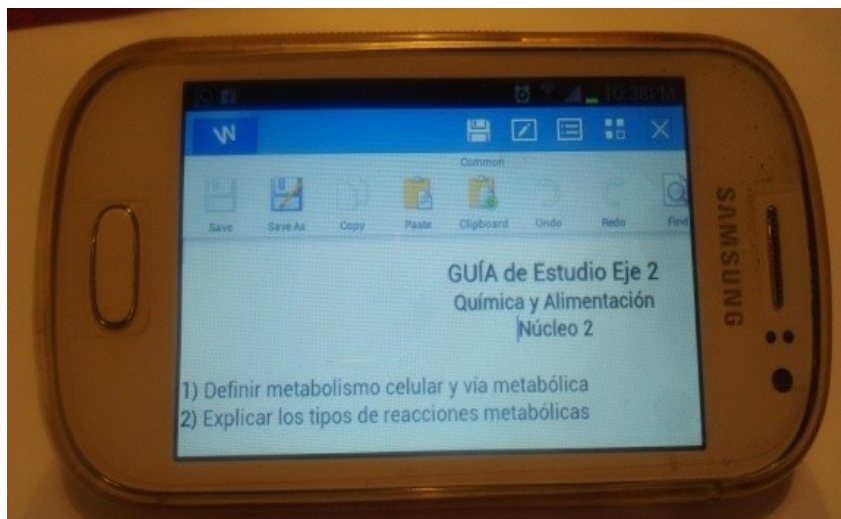


**Figura 1 - Vista del sitio [www.quimicajo.ecaths.com](http://www.quimicajo.ecaths.com), desde un teléfono móvil.**

### **Fase 3: Desarrollo de la actividad**

El trabajo que se les propuso a los estudiantes consta de dos instancias grupales (3 estudiantes por grupo): la resolución de la guía de estudio y la elección de uno de los temas para realizar una presentación digital y exponerla de forma oral durante 15 minutos.

La guía de estudio fue dividida en tres partes, para ser realizada en tres clases presenciales, utilizando los teléfonos móviles o las tablets personales. Al finalizar cada clase, debieron enviar la producción por correo electrónico. La profesora, clase a clase pudo registrar el cumplimiento y hacer una devolución conceptual de la tarea realizada.



**Figura 2 - Vista de la guía de estudio, desde un teléfono móvil.**

#### **Fase 4: Evaluación**

Entre las técnicas que se emplearon para recabar la información y realizar la evaluación del trabajo realizado por los estudiantes se incluyó la observación participante. Y dentro de los instrumentos se encuentran: las actividades realizadas por los alumnos, notas de campo, diario del observador (docente) y sus comentarios.

Para realizar el análisis de las actividades realizadas por los estudiantes se seleccionaron tres dimensiones, dos de ellas referidas a las competencias autonomía en el aprendizaje y relaciones interpersonales (CONFEDI, 2014) y la tercera, la conceptualización correcta de los contenidos científicos de química involucrados.

## **4. Resultados**

Cada grupo formado por 3 estudiantes cada uno, presentó la resolución de la guía de estudio y realizó una presentación digital para ser expuesta en forma oral. En total se presentaron 7 guías y 7 presentaciones digitales. Los 21 estudiantes lograron alcanzar el puntaje mínimo de 7 puntos sobre 10 puntos para acreditar sus conocimientos sobre el tema.

La tabla 1 muestra las calificaciones obtenidas por cada grupo según los indicadores propuestos.

Como muestra la tabla los estudiantes pudieron cumplir con el trabajo solicitado en tiempo y forma. Tanto la guía como las presentaciones fueron claras, coherentes y precisas. Las presentaciones creativas en cuanto a las imágenes, gráficos y esquemas utilizados.

Pudieron demostrar la vinculación del tema elegido con otros temas del programa y relacionarlo con otros conceptos adquiridos previamente. Entre ellos la vinculación de cada tipo de alimento con las biomoléculas estudiadas previamente, hidratos de carbono, lípidos y proteínas.

**Tabla 1 - Resultados obtenidos por cada grupo de estudiantes.**

| Grupo | Indicadores de logro |           |           |           | Puntaje |
|-------|----------------------|-----------|-----------|-----------|---------|
|       | a                    | b         | c         | d         |         |
| 1     | Excelente            | MB        | Excelente | MB        | 9,0     |
| 2     | MB                   | MB        | MB        | MB        | 8,0     |
| 3     | MB                   | MB        | Excelente | MB        | 8,5     |
| 4     | MB                   | R         | MB        | MB        | 7,5     |
| 5     | Excelente            | Excelente | Excelente | Excelente | 10      |
| 6     | MB                   | R         | MB        | MB        | 7,5     |
| 7     | Excelente            | MB        | MB        | MB        | 8,5     |

Ampliaron la bibliografía dada por la profesora, pudiendo relacionar el Decálogo de la nutrición saludable para niños y adolescentes (los 10 consejos para una alimentación saludable elaborados por el Consejo Europeo de Información sobre Alimentación en colaboración con la Federación Europea de Asociaciones de Dietistas) con la pirámide nutricional y la actividad física:

<http://www.eufic.org/article/es/page/BARCHIVE/expid/basics-nutricion-ninosadolescentes/>,  
<http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3286644.pdf%E2%80%8E>,  
<http://www.administracion.usmp.edu.pe/institutoconsumo/wpcontent/uploads/2013/08/Alimentacion-de-Adolescentes-SERNAC.pdf>

Los estudiantes se mostraron motivados y entusiasmados con su propia producción y con la materia, esto lo evidenciaron en cada clase, en las conversaciones con los compañeros y con el docente, así como también lo demostraron en la evaluación personal final.

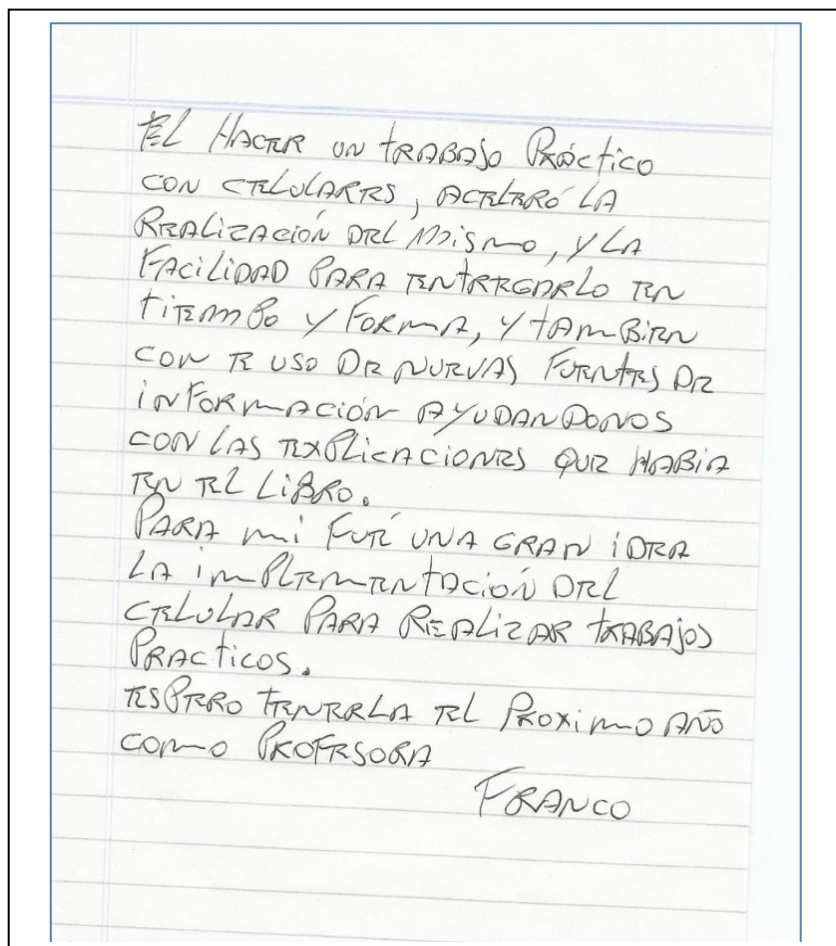
Pudieron cumplir con el trabajo solicitado en tiempo y forma. Ampliaron la bibliografía dada por el docente.

La figura 3 muestra la opinión de uno de los estudiantes.

Tanto la guía como las presentaciones fueron claras, coherentes y precisas. Las presentaciones creativas en cuanto a las imágenes, gráficos y esquemas utilizados.

Pudieron demostrar la vinculación del tema elegido con otros temas del programa y relacionarlo con otros conceptos adquiridos previamente.

Todas las presentaciones dieron cuenta de la comprensión de cada uno de los temas elegidos por los estudiantes.



**Figura 3 - Opinión de un estudiante acerca de la actividad realizada.**

## **5. Consideraciones finales**

Del análisis de los resultados obtenidos, y en coincidencia con varios autores, se considera que el uso pedagógico de las TIC, son mediaciones que favorecen el aprendizaje individual y colectivo.

Todos los estudiantes se mostraron activos, productivos y pudieron responder satisfactoriamente a la consigna articulando intereses de su vida cotidiana, como es el uso del teléfono móvil con las categorías conceptuales que se les propone para adquirir conocimientos científicos.

El trabajo colaborativo posibilitó potenciar los saberes entre quienes poseían/no poseían destreza en la utilización de las diferentes herramientas.

La educación por competencias supone una nueva forma de enfrentar los procesos de enseñanza y de aprendizaje, de construir los objetos de aprendizaje, de generar relaciones entre los actores del proceso, el currículo y en general de impactar todo el sistema (Correa Zabala, 2008). Tal como señala Duarte (2003) las recomendaciones realizadas en relación a la creación de ambientes de aprendizaje tienen que ver con el impulso a competencias y capacidades, relaciones participativas al interior de la comunidad educativa que promuevan y faciliten el gusto por el aprendizaje.

En un proyecto colaborativo, pueden ser evaluados diferentes tipos de habilidades y actitudes: entre ellas la comunicación oral y escrita, el manejo de la información, la utilización de las TIC, el trabajo en equipo, el interés, la iniciativa, el trabajo responsable dentro del grupo. La motivación en los estudiantes influye de una manera importante en el aprendizaje. Una forma de lograr la motivación es creando ambientes de aprendizaje en donde los estudiantes tengan la posibilidad de aprender en colaboración (Velázquez, 2012).

En particular, Kukulska-Hulme y Traxler (2005) mencionan que los recursos a través de dispositivos móviles pueden aportar al ámbito de los procesos de enseñanza y aprendizaje muchas potencialidades y que se requieren concebir nuevos métodos, prácticas y diseños que contemplen las características tecnológicas particulares que tienen los dispositivos. Estas características se dan por la esencia de la “portabilidad” del dispositivo, pero esto también puede llegar a ser una potencialidad por: la posibilidad de conexión para comunicaciones espontáneas y colaborativas, capacidad de proveer información de dispositivo a dispositivo, localización de información inmediata, capacidad de recursos con sonido, grabación, cámaras, videoclips.

En la actualidad se están delimitando los principales criterios y procedimientos de evaluación apropiados para las secuencias didácticas enriquecidas con tecnología. El propósito es identificar si los estudiantes se han apropiado de las competencias puestas en juego. En particular se está trabajando en la elaboración de instrumentos de evaluación centrados en el desempeño como las rúbricas, ponderando los aspectos cualitativos con los cuantitativos del proceso de aprendizaje.

---

## Referencias

- Adell, J. (1997). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 7, noviembre de 1997. Recuperado de [http://nti.uji.es/docs/nti/Jordi\\_Adell\\_EDUTEC.html](http://nti.uji.es/docs/nti/Jordi_Adell_EDUTEC.html)

- Bentolila, S. y Clavijo P. (2001). La computadora como mediador simbólico de aprendizajes escolares. Análisis y reflexiones desde una lectura vigotskiana del problema. *Fundamentos en Humanidades*, II(3), 77-101.
- Burbules, N. (2008). Riesgos y promesas de las TIC en la educación. ¿Qué hemos aprendido en estos últimos diez años? En: *Las TIC: del aula a la agenda política*. (pp. 31-40). ARGENTINA: UNICEF, IIPE, UNESCO.
- Celis Domínguez, A.B., Torres González, E., Pérez, V.M.G. (2014). Telefonía móvil en el aula: brecha digital y ausencia de estrategias didácticas. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, Enero–Junio 2014. Recuperado de [http://www.ride.org.mx/docs/publicaciones/12/tecnologias\\_en\\_la\\_educacion/B11.pdf](http://www.ride.org.mx/docs/publicaciones/12/tecnologias_en_la_educacion/B11.pdf).
- Chaparro, C.I. (1995). *El ambiente educativo: condiciones para una práctica educativa innovadora*. Especialización en Gerencia de Proyectos Educativos y Sociales. CINDE-UPTC. Tunja: Colombia.
- CONFEDI (2014). *Documentos de CONFEDI. Competencias en Ingeniería*. Recuperado de [http://www.confedi.org.ar/sites/default/files/documentos\\_upload/Cuadernillo%20de%20Competencias%20del%20CONFEDI.pdf](http://www.confedi.org.ar/sites/default/files/documentos_upload/Cuadernillo%20de%20Competencias%20del%20CONFEDI.pdf)
- Correa Zabala, F. (2008). Ambientes de Aprendizaje en el siglo XXI. Recuperado de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/email/article/view/12622/13226>
- Duarte, J. (2003). Ambientes de Aprendizaje. Una aproximación conceptual. *Estudios Pedagógicos*, 29, 97-113. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07052003000100007>
- Dussel, I. (2011). *Aprender y enseñar en la cultura digital documento básico*. VII Foro Latinoamericano de Educación. Experiencias y aplicaciones en el aula. Aprender y enseñar con nuevas tecnologías. Buenos Aires, Argentina: Fundación Santillana.
- Harris, J. (1999). First steps in telecollaboration. *Learning and Leading with Technology*, 27(3), 54-57. Recuperado de <http://virtualarchitecture.wm.edu/Foundation/Articles/First-Steps.pdf>
- Harris, J. & Hofer, M. (2009). Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development, en MADDUX, Cleborne D. (ed.), *Research highlights in technology and teacher education*, Chesapeake, Society for Information Technology in Teacher Education (SITE). Recuperado de: <http://activitytypes.wmwikis.net/file/view/HarrisHoferTPACKDevelopment.pdf>
- Jonassen D.H. (2004). Computadores como Herramientas de la Mente. *EDUTEKA*. Recuperado de [http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/efect\\_cog.pdf](http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/efect_cog.pdf)
- Jonassen, D. & Reeves, T.C. (1996). Learning with technology: Using Computers as cognitive tools. In D. H. Jonassen (Ed), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 693-719). New York: Macmillan.
- Koehler, M.J., Mishra, P., Akcaoglu, M. & Rosenberg J.M. (2013). The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework for Teachers as Teacher Educators. En *ICT integrated teacher education Models*. (pp. 1-8).
- Kukulka-Hulme, A. and Traxler J. (2005). *Mobile learning a handbook for educators and trainers*. London, England: Routledge.
- Litwin, E. (comp.) (2005). *Tecnologías educativas en tiempos de Internet*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu editores.
- Maggio, M. (2012). *Enriquecer la Enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

- Manso, M., Pérez, P., Libedinsky, M., Light, D. y Garzón, M. (2011). *LAS TIC EN LAS AULAS. Experiencias latinoamericanas*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Martín E. (2008). El impacto de las TIC's en el aprendizaje. En: *Las TIC: del aula a la agenda política*. (pp. 55-70). Argentina, UNICEF, IIPE.
- Martín Barbero, J. (2006). La razón técnica desafía a la razón escolar. En I. M. Narodowski, H. Ospina y A. Martínez Boom, (eds.). *La razón técnica desafía a la razón escolar*. Argentina: Noveduc.
- Mishra, P. & Koehler, M.J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Moreno, M., Chan, M.E., Pérez, M.S., Ortiz, M.G. y Viesca, A. (1998). Desarrollo de ambientes de aprendizaje en educación a distancia. *VI Encuentro Internacional de Educación a Distancia*. Universidad de Guadalajara, México.
- Moro, L. y Massa, S.M. (2014). Generando ambientes de aprendizaje accesibles: el uso de las tecnologías móviles. En L. Bengochea Martínez, R. Hernández Rizzardini y J. Hilera González (eds). *Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual. Proyecto ESI/AL*. (pp. 287- 294). Guatemala: Universidad Galileo.
- Onrubia, J. (2005). Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. *Revista de Educación a Distancia, Año 4*(número monográfico II), 2-16. Recuperado de [http://www.um.es/ead/red/M2/conferencia\\_onrubia.pdf](http://www.um.es/ead/red/M2/conferencia_onrubia.pdf)
- Pedró, F. (2006). *Aprender en el nuevo milenio: Un desafío a nuestra visión de las tecnologías y la enseñanza* OECD-CERI.
- Shulman L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman L.S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2). Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART1.pdf>
- Temporetti, F. (2006). Prácticas educativas: entre lo individual y lo sociocultural. Breve ensayo sobre los conocimientos psicológicos en la enseñanza. *Itinerarios Educativos la revista del INDI. Año 1*(1), 89-102. FHUC. Santa Fe.
- Tous, C. y Zapata, N. (2011). El blog en el aula. Relato de una experiencia en la FPyCS-UNLP. *I Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el Aula. III Jornadas de Experiencia en EaD de la UNLP*. Recuperado de [http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/el\\_blog\\_en\\_el\\_aula\\_relato\\_de\\_una\\_experiencia\\_en\\_la\\_fpycs\\_unlp\\_tous\\_y\\_zapata\\_.pdf](http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/el_blog_en_el_aula_relato_de_una_experiencia_en_la_fpycs_unlp_tous_y_zapata_.pdf)
- UNESCO. (2013). *Directrices para las políticas de aprendizaje móvil*. (pp 6-31). Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219662s.pdf>
- Velázquez, C. (2012). *Estrategias pedagógicas con TIC. Recursos didácticos para entornos 1 a 1. Aprender para educar*. Argentina, Buenos Aires: Ediciones Novedades Educativas.





# **Aula Extendida, Aprendizaje Basado en Problemas y Trabajo Colaborativo en Línea. Una experiencia en Carreras de Ingeniería**

## **Resumen**

En este capítulo se presenta una propuesta de enseñanza y aprendizaje mediada por tecnología, haciendo uso de la modalidad de aula extendida. La asignatura en la que se aplica es Electrotecnia 2, que integra el currículo de las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electromecánica, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. La modalidad elegida permite extender los tiempos de atención, sin reemplazar la actividad presencial, por tratarse de una asignatura de grado con carácter de obligatoria.

Las actividades que realizan los estudiante incluyen el trabajo colaborativo en línea utilizando la técnica de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica, enfrentándose a un método de aprendizaje basado en el principio de utilizar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos.

Los resultados alcanzados hasta el momento resultan alentadores ya que se ha podido observar como los estudiantes, por lo general, afrontan con entusiasmo la propuesta. El uso de matrices de valoración o rúbricas utilizadas para efectuar las evaluaciones han mostrado resultados destacados en el trabajo grupal, donde se privilegió el proceso de resolución a los resultados numéricos propiamente dichos. El conjunto de indicadores definidos para la evaluación del trabajo colaborativo en línea, ha permitido detectar el aporte individual de cada estudiante a la construcción de conocimiento conjunto.

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en problemas, Aula extendida, Electrotecnia, TIC, Trabajo colaborativo en línea

## **1. Introducción**

En el marco de un proyecto de investigación orientado a adquirir conocimientos sobre las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aplicadas a la educación, se inserta la propuesta que se describe en el presente capítulo de estudiar la aplicación como técnica pedagógica del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP).

La finalidad integral de la propuesta consiste en analizar las posibilidades de aplicar el método de ABP enfocado a disciplinas tecnológicas básicas, en particular la Electrotecnia, en las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electromecánica, intentando mostrar cómo esta estrategia didáctica ofrece las bases necesarias para un aprendizaje activo, colaborativo, responsable y enfocado al desarrollo de competencias en el estudiante, tales como resolución de problemas, toma de decisiones y trabajo en equipo, todo ello mediado por enseñanza en línea, o enseñanza mediada por tecnología o, simplemente, enseñanza mediada.

Las ciencias aplicadas, como es el caso de la ingeniería, cuentan en su mayoría con disciplinas o áreas de conocimiento que requieren de saberes y competencias que permitan al estudiante no sólo realizar análisis e incorporación de conceptos y teoría sino que es necesario que aprendan haciendo, que partan de la búsqueda de respuestas y soluciones a un problema específico o realidad simulada, aplicando correctamente el uso, manejo y resolución de supuestos prácticos.

La presente propuesta se desarrolló aplicando las características de un aula extendida, en el contexto de un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA), empleando un formato de aprendizaje colaborativo en su sentido más amplio según Millis y Cottell (1998).

La descripción de una propuesta de aula extendida que permita fortalecer el aprendizaje, utilizando como estrategia didáctica el ABP, en un entorno virtual, se constituyó en el objetivo principal y para alcanzarlo se debieron completar objetivos parciales que contemplaron: la identificación de temas de electrotecnia susceptibles de ser trabajados con la metodología del ABP; el desarrollo de una propuesta didáctica y la interpretación del aprovechamiento de la experiencia por parte de los estudiantes.

Considerar el empleo de las TIC lleva a plantearse la posibilidad de utilizarlas para modernizar o mejorar lo que actualmente se está haciendo, o cómo se pueden utilizar para realizar actividades o acciones que aún no se están haciendo (Semenov, 2005). Este planteo, realizado desde una cátedra correspondiente al currículo de grado en ingeniería, permitió explorar nuevas metodologías educativas y alternarlas con las formas tradicionales de enseñanza y aprendizaje.

El presente capítulo es una versión integrada y actualizada de trabajos anteriores ya presentados en Bacino, G., Massa, S. M. y Zangara, A. (WICC

2012); Bacino, G., Massa, S. M., Zangara, A. (PROED 2013) y Bacino, G., Massa, S. M., Zangara, A. (CLAGTEE 2013).

## **2. Contexto de la experiencia**

A través de una propuesta de aula extendida, integrada a la modalidad presencial, se trabajó a fin de brindarles a los estudiantes flexibilidad de espacio y tiempo así como la posibilidad de desarrollar, en un ámbito mediado por tecnología, una experiencia para ellos novedosa de aprendizaje colaborativo en la resolución de problemas.

Los destinatarios de la experiencia de aula extendida fueron estudiantes de tercer año de las carreras de ingeniería indicadas anteriormente, que cursan las primeras materias asociadas directamente con su especialidad. La asignatura elegida, Electrotecnia 2, compuesta por cinco unidades temáticas, integra el quinto cuatrimestre de las carreras mencionadas y se ubica en el agrupamiento de asignaturas denominado de Tecnologías Básicas.

Con esta práctica educativa se incorporó una metodología novedosa en el proceso de enseñanza y aprendizaje tradicional, teniendo en cuenta además la formación previa y características particulares de los alumnos.

Se utilizó un EVEA a fin de generar el aula extendida que permitió utilizar los recursos mediados por tecnología que aquél brinda, comenzando a recorrer este camino a partir de la resolución de ejercicios, problemas y casos, por ofrecer una mayor motivación y beneficio inmediato para el estudiante de ingeniería en el presente nivel de su carrera.

El EVEA utilizado es el entorno virtual de la Facultad de Ingeniería, basado en la plataforma educativa Moodle, adaptada mediante el desarrollo de prestaciones pertinentes a las características y necesidades propias del proyecto entre las que se encuentran el editor de símbolos GEnero, que surge a partir de sucesivas mejoras del editor DragMath de licencia GNU. También se incorporó el graficador matemático GEOGEBRA.

La interfaz de Moodle es estándar, sólo es posible cambiar la apariencia del fondo. Se incluyen botones, íconos, menús y barras de navegación propios de esta plataforma educativa. En la Figura 1 puede observarse la presentación de la asignatura Electrotecnia 2 en el EVEA de la Facultad de Ingeniería.



**Figura 1 - Presentación de Electrotecnia 2 en el EVEA de la Facultad de Ingeniería**

### 3. Marco conceptual

La educación a distancia es una modalidad de enseñanza con características específicas, cuyo rasgo distintivo es la mediatización de las relaciones entre los docentes y los alumnos, donde los encuentros presenciales son reemplazados, total o parcialmente por situaciones no convencionales, en espacios y tiempos no compartidos (Litwin, 2000).

García Aretio (2006) destaca que la educación a distancia se basa en un diálogo didáctico mediado entre el estudiante, que aprende de forma independiente y el profesor, ubicados en espacios diferentes. Esta definición incluye a los protagonistas principales que integran la experiencia desarrollada: el profesor y el estudiante, que no comparten tiempo y espacio. Vale aclarar, en relación con la propuesta actual, que los estudiantes aprenden trabajando en forma colaborativa, en tanto que la intervención del docente es nula o casi nula durante el proceso de resolución de problemas.

De la mano de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la educación a distancia encierra un enorme potencial especialmente en el sentido de que tiende a nivelar las históricas desigualdades en cuanto a posibilidades educativas entre aquellos que más tienen y aquellos que menos poseen. Parte de ese potencial es ya una realidad pero aún queda un largo camino por recorrer, en particular en lo que se refiere a desterrar antiguas

creencias relacionadas con la calidad y eficiencia de los programas de educación a distancia.

### **Ambientes combinados o híbridos: el aula extendida**

El *e-learning* o aprendizaje electrónico, ofrece alternativas entre las que la modalidad de aprendizaje híbrido se ha convertido en una forma cada vez más habitual y resulta particularmente adecuada para el proceso de transición desde formas más tradicionales de enseñanza y aprendizaje.

Se transita desde una formación cien por ciento virtual hacia otra que aprovecha las tecnologías pero que no abandona los contactos presenciales. Sin embargo otros factores deberán ser tenidos en cuenta ya que aplicar una modalidad de aprendizaje híbrido puede implicar el reemplazo de una parte de la actividad presencial por actividad a distancia y esto, en el marco de un plan de estudios establecido puede no resultar sencillo ya que si la modalidad declarada es presencial, al menos para las asignaturas de grado obligatorias del currículo, no se podrá reemplazar sin modificar el plan de estudios.

Aparece entonces como alternativa la modalidad conocida como *extended learning* es decir, aula extendida, lo que transforma y extiende el aula tradicional a través de la tecnología. De este modo se le brinda al alumno la posibilidad de complementar su capacitación con el desarrollo de actividades en forma virtual pero sin modificar la modalidad presencial de la asignatura.

Con la expresión aula extendida se está significando una propuesta cuyo centro está dado por el encuentro entre docentes y alumnos con una frecuencia establecida. En otras palabras, se trata de una modalidad de educación presencial. Lo que denota el vocablo extendido, es que el uso de la tecnología digital extiende las posibilidades de la clase en términos de búsqueda de recursos, interacción con el profesor y los demás alumnos, preparación de los exámenes, resolución de problemas y ejercicios, etc. Sería como una clase presencial extendida a través de la llegada posible por medio de las tecnologías (Zangara, 2008). De allí la denominación de aula extendida.

### **Aprendizaje colaborativo**

Según la teoría del aprendizaje humano de Vygotsky (1978), el aprendizaje toma lugar en dos niveles: mediante la interacción con otros y luego en la integración de ese conocimiento a la estructura mental del individuo. El tema central en Vygotsky es que la interacción social juega un papel fundamental en el desarrollo de la cognición (UNESCO, 2004).

Esta teoría hace referencia a que debe proveerse a los alumnos con entornos socialmente ricos donde explorar los distintos campos del conocimiento junto con sus pares, docentes y expertos externos. Las TIC

pueden utilizarse para apoyar este entorno de aprendizaje al servir como herramientas para promover el diálogo, la discusión, la escritura en colaboración y la resolución de problemas y al brindar sistemas de apoyo en línea que permiten afianzar el progreso en la comprensión de los alumnos y su crecimiento cognitivo.

El aprendizaje colaborativo, es una de las estrategias que permiten apoyar el conocimiento intelectual y las habilidades de los alumnos y facilitan el aprendizaje intencional.

Entre las actitudes y valores que promueve el aprendizaje colaborativo destacan: colaboración, solidaridad, respeto, participación social, responsabilidad y trabajo en equipo (Barragán de Anda, Aguinaga Vázquez y Ávila González, 2010; Zubimendi Herranz, Ruiz Ojeda, Carrascal Lecumberri y de la Presa Donado, 2010).

La colaboración como concepto de enseñanza, utiliza la interacción social como medio de construcción del conocimiento. Colaborar es trabajar con otro u otros para alcanzar los objetivos comunes de aprendizaje. La mayor parte de la responsabilidad de aprender está centrada en los estudiantes y el docente cumple el rol de facilitador (Cenich y Santos, 2006).

Precisamente, el rol del docente es uno de los grandes temas del trabajo colaborativo donde el progreso de los estudiantes se logra fundamentalmente gracias a la socialización en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por ello su papel principal será el de un facilitador que introduce la temática que abordarán los estudiantes fomentando la autogestión del grupo de trabajo en cuanto a la interpretación de la consigna y su organización, determinación de tareas y procesos (Sanz, Zangara y Otero, 2008).

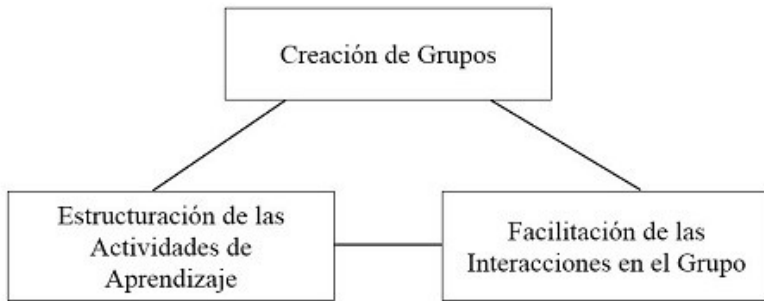
El aprendizaje colaborativo es una forma de gestión de la enseñanza y del aprendizaje, es un proceso que implica actividades en equipo con un enfoque de resolución de problemas, estimulando tanto al trabajo en equipo como al trabajo en red, pudiendo de esta forma hacer del aprendizaje una actividad inmediata, desafiante y atractiva.

Según Escribano y del Valle (2008), el aprendizaje colaborativo presenta elementos comunes con la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP), pues este se basa en la resolución de problemas reales, que deben enfrentarse en forma grupal e individual, es decir, aprendizaje colaborativo y autorregulado o independiente, respectivamente.

Graham y Misanchuk (2004) han sugerido que hay tres etapas generales que son importantes si se desea alcanzar el éxito, en un entorno de aprendizaje colaborativo asistido por computadora, donde se trabaje en grupos, ellas son:

- La creación de los grupos
- La estructuración de las actividades de aprendizaje
- Facilitar las interacciones del grupo

Lo anterior se esquematiza en la Figura 2:



**Figura 2 - Tres importantes elementos en la creación efectiva de grupos de trabajo<sup>16</sup>**

La expresión “aprendizaje colaborativo mediado” comienza a utilizarse en 1996 (Gros Salvat, 2007) a partir de la obra: “*CSSL: Theory and practice of an emerging paradigm*” cuyo editor es Timothy Koschmann. No se trata de duplicar las prácticas presenciales mediadas por tecnología, sino más bien de utilizar las TIC todo su potencial para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje, aumentando los recursos y actividades de enseñanza y aprendizaje aplicables. “Si queremos resultados distintos, hemos de hacer cosas distintas”, Albert Einstein (1879-1955).

En la esencia del aprendizaje colaborativo mediado por tecnología existe un centro o núcleo en el cual se origina el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero éste se construye mediante la interacción entre todos los participantes.

### **Aprendizaje basado en problemas**

La metodología didáctica conocida con el nombre de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) reconoce en George Polya (1887–1985), matemático de nacionalidad húngara, a un antecesor en la época moderna. En su obra, Polya (1957) intenta caracterizar los métodos generales que usan las personas para resolver problemas y cómo debería ser la enseñanza y el aprendizaje de la resolución de problemas.

Según Chan (2008) el ABP es uno de los fenómenos pedagógicos que es a la vez una actividad de aprendizaje y una evaluación. Es una estrategia de aprendizaje centrado en el estudiante en la que éste se enfrenta a problemas contextualizados y mal estructurados similares a situaciones que se pueden presentar en el mundo real.

---

<sup>16</sup> Adaptada de Graham y Misanchuk (2004) p.190

El ABP guía a los estudiantes a descubrir el conocimiento por sí mismos enfrentando el problema y activando sus conocimientos previos aun poseyendo un incompleto conocimiento del contenido inicial dado. Fomenta en los estudiantes el aprendizaje profundo y a ser responsables de su propio aprendizaje. El trabajo en equipo y la colaboración entre pares posibilitan el desarrollo del pensamiento crítico, el conocimiento del contenido y las habilidades de resolución de problemas.

Polya (1957) distingue cuatro fases o etapas en el trabajo de resolver problemas:

- a) Comprender el problema
- b) Elaborar un plan
- c) Ejecutar el plan
- d) Examinar la solución obtenida

Barrows (1986), uno de los fundadores de los modelos de ABP en la Universidad de McMaster en Canadá, la Universidad de Maastricht en Holanda y la Universidad de Linköping en Suecia, también define al ABP como un método de aprendizaje centrado en el estudiante y basado además en el principio de utilizar problemas como punto de partida para la adquisición de nuevos conocimientos, que tiene lugar en pequeños grupos y con el profesor como facilitador o guía.

Las características del ABP tienen su base teórica en la psicología cognitiva, específicamente en el constructivismo, que parte del supuesto que el conocimiento se construye en base a conocimiento previo.

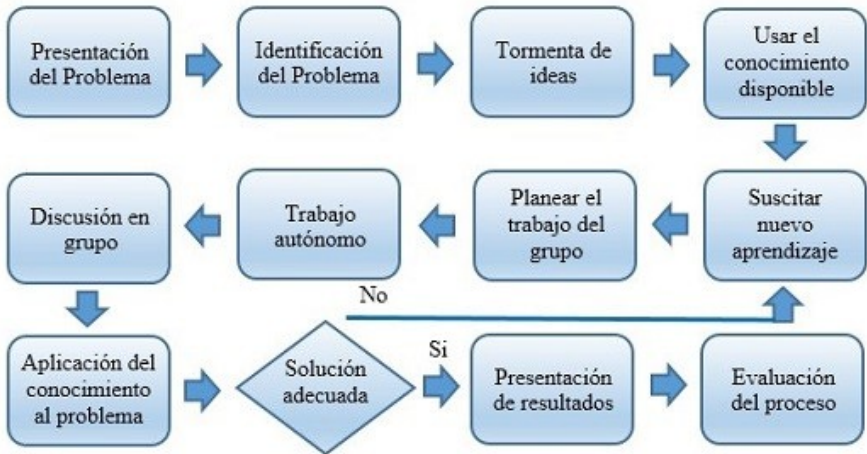
En la Figura 3 se muestra el ciclo de trabajo característico del ABP que incluye las distintas etapas en la resolución de un problema cuando esta metodología es usada por parte de un grupo de estudiantes.

El ABP puede emplearse como estrategia general a lo largo del plan de estudios de una carrera profesional o implementarse como estrategia de trabajo en un curso específico o también como una técnica didáctica dirigida a la consecución de determinados objetivos de aprendizaje en un curso o asignatura. Como técnica didáctica representa una forma de trabajo que puede ser utilizada por el docente en una parte del curso, combinada con otras técnicas didácticas, acotando los objetivos de aprendizaje que desee alcanzar.

La enseñanza mediada por tecnología, aun utilizada en forma parcial en un curso, prolonga los tiempos de aula en un EVEA, permitiendo al docente acompañar al estudiante en su proceso de aprendizaje, ya sea en forma sincrónica o asincrónica (Perera y Perú, 2011).

El ABP, como técnica didáctica centrada en el estudiante, ha surgido como una alternativa a los métodos tradicionales de educación ya que es el alumno quién busca su propio aprendizaje, que le resultará necesario para resolver los problemas planteados por el docente y que combinan por lo general elementos procedentes de distintas áreas del conocimiento.





**Figura 3 - Ciclo de trabajo característico del ABP en la resolución de un problema<sup>17</sup>**

El ABP se encuadra en lo que han dado en llamarse "Estrategias de Aprendizaje Activo" consideradas como un nuevo paradigma educacional. Según Barrado et al. (2001) las estrategias de aprendizaje activa son aquellas que propician una participación activa de los estudiantes durante la clase, en contraposición con el método expositivo clásico, en el que el alumno se limita por lo general a tomar notas de lo que el profesor dice o escribe en el pizarrón, o muestra en transparencias o presentaciones. Se dice que en una clase expositiva la información pasa directamente de las notas del profesor a la libreta del alumno, sin pasar por sus cabezas.

La importancia del ABP radica de manera fundamental en que los alumnos mantienen un mejor nivel de atención y en que facilita la adquisición de conocimientos y la obtención de realimentación sobre el nivel de comprensión. Sin embargo existen dos costes asociados: en tiempo, pues se cubre menos temario que en una clase expositiva y emocional, pues al entusiasmo inicial del profesor por la mayor participación de los alumnos, suele seguir cierta decepción al comprobar su bajo nivel de comprensión, algo que también ocurre en la clase expositiva pero por lo general no se pone de manifiesto.

De lo anterior puede inferirse que, gracias a la flexibilidad y versatilidad que presenta, el ABP resulta una estrategia educativa adecuada de aplicar cuando las ventajas particulares del caso superen con claridad a los inconvenientes que plantea, debido fundamentalmente a las exigencias en tiempo, dedicación, personal docente y compromiso que supone su aplicación.

<sup>17</sup> Adaptada de Ribeiro (2011)

## **Los problemas de la ingeniería en el ABP**

En el ámbito de la educación en general se habla de problemas y ejercicios como si de sinónimos se tratara, sin embargo, desde el punto de vista del proceso de enseñanza y aprendizaje de la ingeniería y otras ciencias, existe una importante diferencia entre lo que se entiende por problema y lo que se entiende por ejercicio.

Jonassen (1997) distingue entre problemas bien estructurados y problemas mal estructurados. Según el autor, los problemas bien estructurados son problemas acotados, que requieren de un limitado número de reglas y principios, con parámetros bien definidos y una única solución, es lo que habitualmente se denomina un ejercicio y son los que se emplean con mayor frecuencia en los distintos niveles de la enseñanza.

Los problemas mal estructurados presentan mayor semejanza con los problemas que aparecen en la vida real. Suelen poseer dos o más soluciones y alternativas o vías de solución y contienen cierto grado de incertidumbre sobre que conceptos, reglas y principios son necesarios para solucionarlos.

Los problemas reales o auténticos resultan ser uno de los componentes esenciales de la metodología del ABP, pues confrontan a los alumnos con casos o situaciones similares a aquellos con los que deberán enfrentarse en su futura actividad profesional. En ese sentido, el ABP promueve un aprendizaje significativo y desarrolla en el estudiante una serie de habilidades y competencias indispensables en el entorno profesional actual (Morales Bueno y Landa Fitzgerald, 2004).

El ABP suele implementarse en las asignaturas del ciclo superior, pues los estudiantes en esa instancia de sus estudios, han adquirido la totalidad de los conocimientos básicos y la mayoría de los específicos de su especialidad. Esto les permite integrarlos y adquirir competencias relevantes para su futuro profesional. Sin embargo resulta posible implementar el ABP en asignaturas del ciclo básico y en un nivel intermedio de las carreras, en asignaturas que constituyen la base del conocimiento específico de las especialidades, las que en las carreras de Ingeniería se suelen agrupar bajo la denominación de Tecnológicas Básicas.

Aunque en este último caso, la autenticidad de los problemas planteados no podrá ser la misma, la utilidad del ABP a ese nivel pasa por otros aspectos tales como el desarrollo del pensamiento crítico y el aprendizaje colaborativo. El aprendizaje colaborativo, incluyendo la metodología de ABP, es un poderoso método de aprendizaje ya que la interacción en el grupo desempeña un papel crucial en la estimulación del aprendizaje de los estudiantes.

## **4. Descripción de la experiencia**

La experiencia aquí relatada se desarrolló en la modalidad de aula extendida durante un período de aproximadamente cinco a seis semanas en forma paralela a otras actividades correspondientes a la cursada tradicional.

Se integraron grupos de cuatro integrantes cada uno y se seleccionaron coordinadores para la realización de las dos primeras tareas. Para el cumplimiento de las tareas restantes los grupos quedaron en libertad de elegir nuevos coordinadores o mantener al mismo.

Siempre a través del EVEA les fue suministrada una presentación mediante la cual se los ponía en antecedentes de la metodología de trabajo adoptada, es decir el ABP, la que por sus características (activa; enfocada en el estudiante; centrada en la introducción de un problema real) no les era familiar.

A fin de motivarlos aún más se les puso en conocimiento acerca de los objetivos del ABP, que incluyen: fomentar el aprendizaje activo, las habilidades interpersonales y de colaboración, la investigación abierta, la solución de problemas de la vida real, el pensamiento crítico, la motivación intrínseca, y el deseo de aprender durante toda la vida.

Asimismo se les informó acerca de los cambios en el rol del profesor y del estudiante, resaltando la mayor responsabilidad y participación que le corresponde a este último en el ABP y se hizo hincapié en los principales beneficios de su utilización como metodología.

Con respecto a las herramientas de evaluación a utilizar (rúbricas o matrices de valoración y conjunto de indicadores) con la cuales los estudiantes tampoco estaban familiarizados, se les puso en conocimiento de la función que desempeñaban y que aspectos se iban a valorar con cada una, es decir, el dominio del contenido y la participación en el trabajo del equipo.

Resulta de gran importancia en esta etapa que el estudiante comprenda que, al contrario de las evaluaciones tradicionales que pretenden mostrar lo que han aprendido, es decir lo que recuerdan de la nueva información que el profesor les ha transmitido, en el ABP se evalúa el éxito del problema para aumentar lo que los estudiantes conocen y lo que son capaces de hacer, o sea, se evalúa más el proceso que el resultado.

### **Identificación de temas de electrotecnia susceptibles de ser trabajados con la metodología del ABP**

De las cinco unidades temáticas que conforman la asignatura Electrotecnia 2, se definió la tercera de las mismas, en la cual se aplican métodos operacionales al análisis de estados transitorios en circuitos eléctricos de complejidad creciente, para desarrollar la experiencia que aquí se relata. Los principales factores que incidieron en la selección de esta unidad fueron: su ubicación en el cronograma de la asignatura,

aproximadamente en la mitad del mismo, lo que permitió preparar a los estudiantes con tiempo para realizar las actividades propuestas y evaluarla sin modificar las pautas previstas para la actividad presencial, ya que por tratarse de una asignatura obligatoria su modalidad de dictado no puede alterarse y que los temas elegidos integran con claridad conocimientos ya adquiridos por los estudiantes.

A partir de ese momento cada grupo y para cada problema planteado, tuvo que:

1. Identificar el objetivo del problema
2. Recopilar la información conocida
3. Seleccionar la técnica disponible que más se ajuste a cada problema en particular
4. Construir un conjunto de ecuaciones apropiado
5. Determinar si se requiere información adicional
6. Intentar la resolución
7. Verificar si la solución obtenida es razonable transformándose el estudiante, como dicen Escribano y del Valle (2008), en un agente responsable de su propio aprendizaje y el profesor, guía y orientador en la obtención del conocimiento.

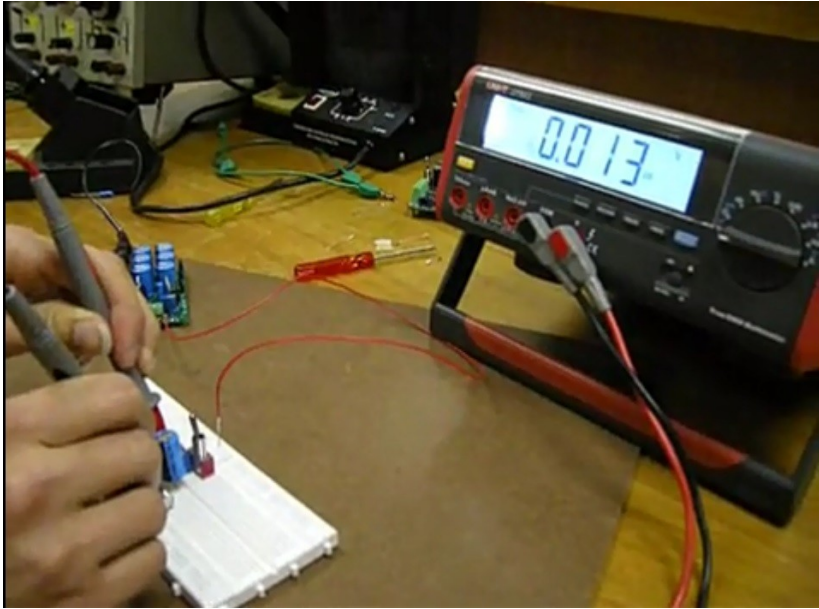
### **El desarrollo de una propuesta didáctica**

En una asignatura de las características de Electrotecnia 2 resultó difícil introducir problemas similares a los del mundo real dado que a esa altura de sus carreras los estudiantes no habían alcanzado el nivel de conocimientos necesario. Esta es una importante limitación que existe en un curso con las particularidades del citado para la aplicación del ABP, ya que la posibilidad de traducir en un problema real los temas introducidos en la teoría no resulta siempre posible y el planteo de un problema de respuesta abierta y múltiples facetas, podría redundar en una frustración para el estudiante.

En cambio se recurrió a la división de la actividad en varios problemas o etapas de dificultad creciente, utilizando ejercicios similares a los que se encuentran en los libros de la especialidad, con una solución única, pero que permiten mediante la simulación de los resultados y su representación gráfica, el análisis de distintas posibilidades tendiente a una mayor comprensión de los fenómenos involucrados.

Por tal razón se seleccionó una serie de cinco problemas (etapas), cada uno de ellos constituyendo parte de un todo, a fin de que los estudiantes no se vieran enfrentados a un desafío excesivo, que podría haber resultado contraproducente.

En particular, la primera etapa reunió características especiales pues consistió en un video que muestra un ensayo de laboratorio, relacionado con el tema elegido, debiendo los estudiantes interpretar y explicar lo que allí observaban que sucede (Figura 4).



**Figura 4 - Imagen del video utilizado en la Etapa 1**

### **Aplicación de los instrumentos de evaluación**

Los instrumentos utilizados para evaluar las actividades realizadas por los grupos de estudiantes son: una matriz de valoración de contenidos o rúbrica (Tabla 4) destinada a medir la producción grupal en lo que se refiere a la resolución de los problemas propiamente dichos y un conjunto de indicadores (Tabla 5) para la evaluación del trabajo colaborativo en línea, que permiten detectar el aporte individual de cada estudiante a la construcción de conocimiento conjunto.

De la aplicación de la rúbrica surgen las calificaciones que se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1 - Calificaciones obtenidas por los grupos para cada etapa**

| <b>Grupo</b> | <b>Etapla 1</b> | <b>Etapla 2</b> | <b>Etapla 3</b> | <b>Etapla 4</b> | <b>Etapla 5</b> |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1            | 90              | 92              | 84              | 76              | 80              |
| 2            | 90              | 86              | 96              | 100             | 100             |
| 3            | 82              | 82              | 76              | 66              | 68              |
| 4            | 78              | 82              | 72              | 72              | 86              |
| 5            | 92              | 82              | 86              | 76              | 80              |
| 6            | 90              | 82              | 78              | 74              | 96              |
| 7            | 96              | 94              | 100             | 100             | 84              |

En la Tabla 2 se muestran los resultados estadísticos por grupo, obtenidos a partir de las calificaciones mostradas en la Tabla 1. Los puntajes promedio de cada grupo resultan representativos, ya que la desviación es muy pequeña.

**Tabla 2 - Valores estadísticos por grupo**

| <b>Grupo</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación<br/>Típica</b> | <b>Variabilidad<br/>Relativa</b> |
|--------------|--------------|------------------------------|----------------------------------|
| 1            | 84,40        | 6,69                         | 7,93%                            |
| 2            | 96,40        | 4,10                         | 4,25%                            |
| 3            | 74,80        | 7,56                         | 10,11%                           |
| 4            | 78,00        | 6,16                         | 7,90%                            |
| 5            | 83,20        | 6,10                         | 7,33%                            |
| 6            | 84,00        | 8,94                         | 10,65%                           |
| 7            | 94,80        | 6,57                         | 6,93%                            |

En la Tabla 3 se muestran los resultados estadísticos por problemas, obtenidos también a partir de las calificaciones mostradas en la Tabla 1. Los puntajes promedio por etapa también son representativos, ya que la desviación es muy pequeña.

**Tabla 3 - Valores estadísticos por etapa**

| <b>Etapas</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación<br/>Típica</b> | <b>Variabilidad<br/>Relativa</b> |
|---------------|--------------|------------------------------|----------------------------------|
| 1             | 88,29        | 6,16                         | 6,97                             |
| 2             | 87,14        | 6,52                         | 7,48                             |
| 3             | 84,57        | 10,37                        | 12,27                            |
| 4             | 80,57        | 11,71                        | 14,53                            |
| 5             | 84,86        | 10,70                        | 12,61                            |

En las dos primeras etapas no se incorporaron temas nuevos pero cumplieron la importante función de familiarizar a los estudiantes en el uso de las herramientas del EVEA, en particular los foros, ya que a partir de ellos comenzaron a desarrollar el trabajo colaborativo en grupos.

En las actividades tres a cinco se incorporaron problemas de complejidad creciente, con temas que los estudiantes no habían aplicado con anterioridad, si bien contaban con las herramientas matemáticas y de electrotecnia para hacerlo. Esto en el espíritu del ABP para este nivel de estudios.

En particular, puede afirmarse que la etapa 4, que constó de dos problemas, es la de mayor dificultad de todas, lo que coincide con los resultados que se muestran en la Tabla 3, es decir: menor valor medio, mayor desviación típica y mayor variabilidad relativa.

| MATRIZ DE VALORACIÓN DE CONTENIDOS  |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                       |   |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| CRITERIOS                           | CALIFICACIONES                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                       | R |
|                                     | 100<br>excelente                                                                                                                                                                                             | 80<br>muy bueno                                                                                                                                                               | 60<br>bueno                                                                                                                                                                                                                 | 40<br>regular/pobre                                                                                                                                                            | 0<br>insatisfactorio                                                                                                                                                                  |   |
| 1.<br>Comprender el problema<br>10% | Diferencia todos los datos e incógnitas de manera correcta y las restricciones si las hay.                                                                                                                   | Diferencia todos los datos y la mayoría de las incógnitas y las restricciones si las hay.                                                                                     | Diferencia todos los datos y algunas incógnitas.                                                                                                                                                                            | Sólo diferencia los datos.                                                                                                                                                     | No se ocupa de distinguir datos e incógnitas al principio.                                                                                                                            |   |
| 2.<br>Elaborar un plan<br>20%       | Las ecuaciones planteadas responden exactamente a las necesidades del problema.                                                                                                                              | Las ecuaciones son planteadas de manera correcta.                                                                                                                             | En general las ecuaciones son planteadas correctamente.                                                                                                                                                                     | Se excede en el número de ecuaciones planteadas, algunas son redundantes.                                                                                                      | Realiza un planteo equivocado de las ecuaciones.                                                                                                                                      |   |
| 3.<br>Ejecutar el plan<br>30%       | Son correctos en su totalidad incluyendo alternativas donde resulta posible.<br><br>Incluye las unidades físicas asociadas cuando y donde corresponde, respetando las normas ortográficas para los símbolos. | Se presentan soluciones correctas y ordenadas. En general la inclusión de las unidades físicas es correcta así como el respeto por las normas ortográficas para los símbolos. | En general los resultados presentados son correctos aunque se han deslizado errores de cálculo.<br><br>En algunos casos las unidades físicas no se han incluido correctamente o no siempre respeta las normas ortográficas. | Algunos errores de cálculo resultan determinantes.<br><br>En algunos casos las unidades físicas no se han incluido correctamente o no siempre respeta las normas ortográficas. | Errores producto de un proceder errado o de excesivos errores de cálculo.<br><br>No demuestra mayor respeto por la inclusión de las unidades físicas, ni por sus normas ortográficas. |   |

| MATRIZ DE VALORACIÓN DE CONTENIDOS                            |                                                                                                                                  |                                                                                                               |                                                                                                                                                             |                                                                                                                |                                                                        |   |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---|
| CRITERIOS                                                     | CALIFICACIONES                                                                                                                   |                                                                                                               |                                                                                                                                                             |                                                                                                                |                                                                        | R |
|                                                               | 100<br>excelente                                                                                                                 | 80<br>muy bueno                                                                                               | 60<br>bueno                                                                                                                                                 | 40<br>regular/pobre                                                                                            | 0<br>insatisfactorio                                                   |   |
| 4.<br><br>Analizar la solución obtenida<br><br><br>20%        | Los conceptos físicos asociados son correctos y bien fundamentados.<br><br>Extrae conclusiones basado en resultados manifiestos. | En general los conceptos físicos involucrados son correctos.<br><br>Se analizan los aspectos más importantes. | En general los conceptos físicos asociados son correctos aunque se presentan con poca claridad.<br><br>En general se analizan los aspectos más importantes. | Algunos conceptos físicos son incorrectos o se presentan con poca claridad.<br><br>El análisis es superficial. | Conceptos físicos difusos o incorrectos.<br><br>Análisis pobre o nulo. |   |
| 5.<br><br>Informe de presentación (escrito y oral)<br><br>20% | Excelente, se cuidaron hasta los menores detalles.<br><br>No se detectan errores en aspectos formales (redacción y ortografía)   | Formato y presentación bien cuidados.<br><br>Se han deslizado pocos errores formales.                         | Formato y presentación bien cuidados en general.<br><br>Se detectan varios errores formales.                                                                | Se descuidó en general este aspecto<br><br>El número de errores es relativamente importante                    | Desprolijo, poco cuidado.<br><br>Mala redacción y/u ortografía.        |   |

**Tabla 4 - Matriz de valoración de contenidos o rúbrica**

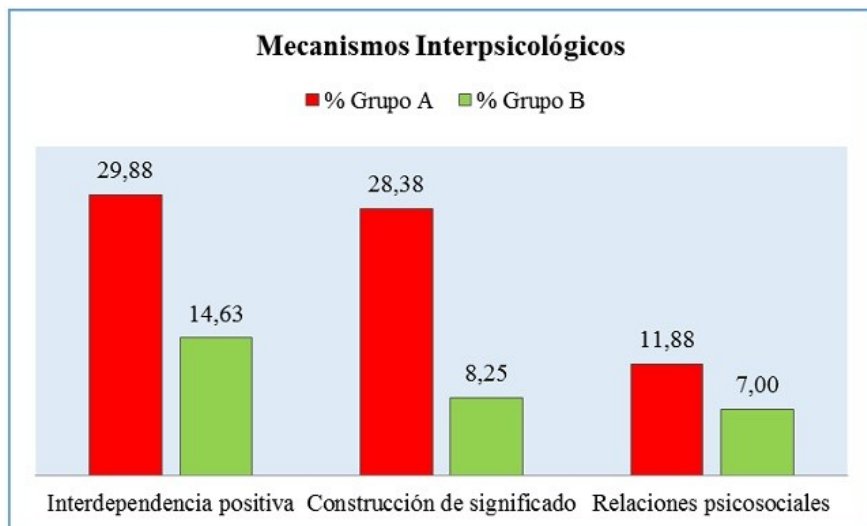


Con respecto a la evaluación del trabajo colaborativo, en la Tabla 5 se muestra el listado de indicadores junto a las respectivas frecuencias para dos de los siete grupos estudiados, obtenidas a partir del análisis del discurso de los estudiantes en los foros y organizados por su dimensión de pertenencia es decir los tres grupos de mecanismos interpsicológicos que son característicos de los procesos de aprendizaje colaborativo. En este caso se ha optado por mostrar a manera de ejemplo los resultados obtenidos por los grupos que obtuvieron las mejores y peores calificaciones, denominándolos A y B respectivamente.

**Tabla 5 - Frecuencia de Indicadores para los grupos estudiados**

| Dimensiones:<br>Mecanismos<br>Interpsicológicos | Indicadores           | Cod. | Frecuencias |         | Totales |
|-------------------------------------------------|-----------------------|------|-------------|---------|---------|
|                                                 |                       |      | Grupo A     | Grupo B |         |
| Interdependencia positiva                       | Contribuye            | CT   | 122         | 52      | 174     |
|                                                 | Propone               | PR   | 21          | 17      | 38      |
|                                                 | Solicita              | SL   | 34          | 15      | 49      |
|                                                 | Consulta              | CN   | 20          | 21      | 41      |
|                                                 | Aclara                | A    | 42          | 12      | 54      |
| Construcción de significado                     | Analiza               | AN   | 15          | 2       | 17      |
|                                                 | Simplifica            | S    | 4           | 0       | 4       |
|                                                 | Opina                 | O    | 30          | 10      | 40      |
|                                                 | Demuestra             | D    | 2           | 0       | 2       |
|                                                 | Coincide              | C    | 19          | 12      | 31      |
|                                                 | Disiente              | DS   | 13          | 1       | 14      |
|                                                 | Cuestiona             | CS   | 2           | 0       | 2       |
|                                                 | Explica               | E    | 37          | 11      | 48      |
|                                                 | Presenta (resultados) | P    | 77          | 18      | 95      |
|                                                 | Explicita             | EX   | 28          | 12      | 40      |
| Relaciones psicosociales                        | Reconoce              | R    | 23          | 6       | 29      |
|                                                 | Agradece              | AG   | 0           | 1       | 1       |
|                                                 | Alienta               | AL   | 11          | 3       | 14      |
|                                                 | Sociabiliza           | SC   | 38          | 30      | 68      |
|                                                 | Comunicación Abierta  | CA   | 23          | 16      | 39      |
|                                                 |                       |      | 561         | 239     | 800     |

En la Figura 5 se muestran los porcentajes correspondientes a la totalidad de los indicadores de los tres mecanismos interpsicológicos definidos, junto a los porcentajes correspondientes a los dos grupos seleccionados.



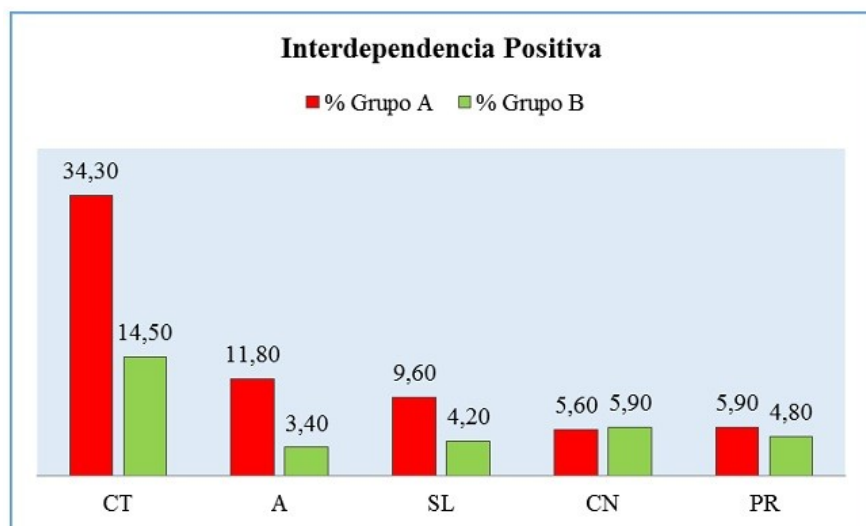
**Figura 5 - Porcentajes correspondientes a la totalidad de los tres mecanismos interpsicológicos por grupo estudiado**

El éxito de la tarea, desde el punto de vista del trabajo grupal, depende de la participación de todos los integrantes del grupo, habiendo sido reconocidos cinco indicadores vinculados a la dimensión interdependencia positiva. La responsabilidad individual se ve reflejada con la contribución de cada uno que, como puede observarse en la Figura 6 presenta el mayor porcentaje de aparición frente a los demás indicadores.

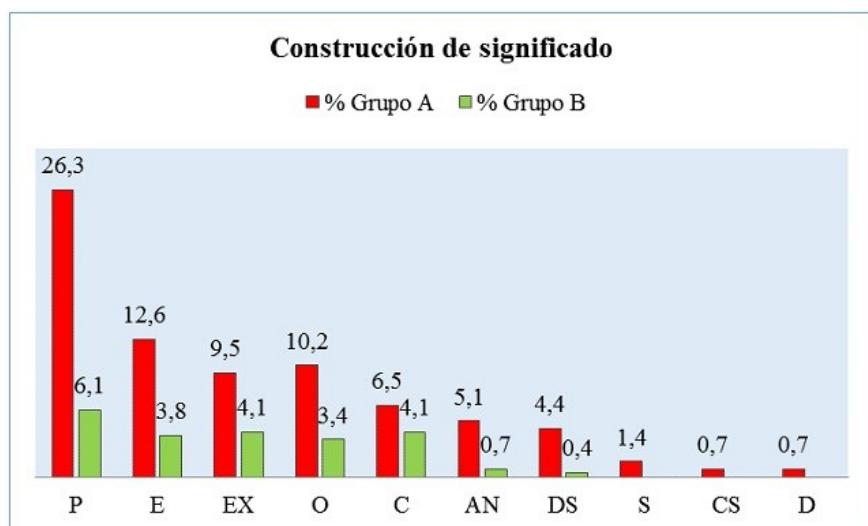
En la dimensión construcción de significado, se incluyen todas las contribuciones que realizan los estudiantes tendientes a encontrar las posibles soluciones a cada uno de los problemas planteados. En la Figura 7 puede observarse la distribución porcentual de los indicadores vinculados, diez en total, el doble que los de las otras dos dimensiones lo que resalta su importancia en este tipo de tareas.

Finalmente en la Figura 8 se presentan los resultados para la dimensión relaciones psicosociales que tiene que ver con las participaciones de los estudiantes que se vinculan con el aspecto social de las relaciones en el grupo.

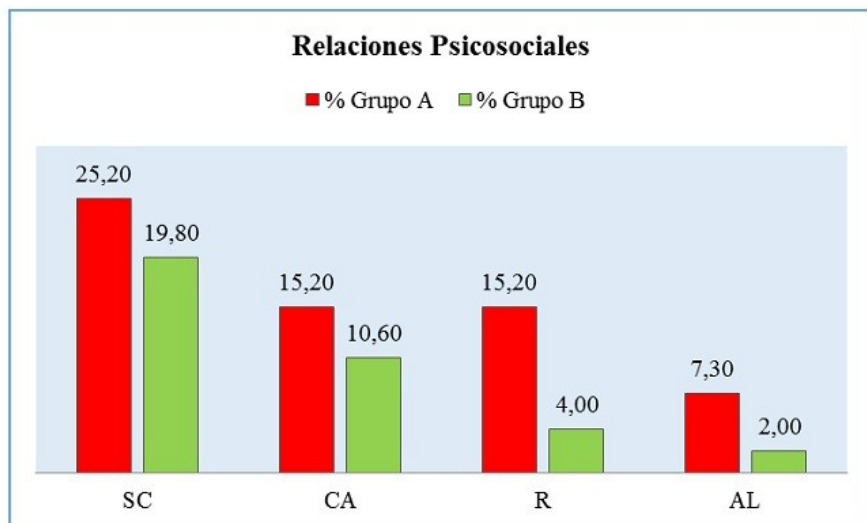
En esta dimensión en particular, los porcentajes absolutos entre ambos grupos en estudio presentan diferencias menores. Esto encierra cierta lógica pues es la dimensión que menos afecta, o que lo hace de forma más indirecta, a la calidad de los resultados obtenidos y presentados.



**Figura 6 - Representación gráfica de la distribución porcentual de los indicadores de la dimensión interdependencia positiva para los dos grupos estudiados**



**Figura 7 - Representación gráfica de la distribución porcentual de los indicadores de la dimensión construcción de significado para los dos grupos estudiados**



**Figura 8 - Representación gráfica de la distribución porcentual de los indicadores de la dimensión relaciones psicosociales para los dos grupos estudiados**

### **La interpretación del aprovechamiento de la experiencia por parte de los estudiantes**

Parece existir una motivación especial en los estudiantes de ingeniería cuando se los enfrenta con un desafío de estas características, pues los trabajos presentados han superado en su gran mayoría, la media de su actividad y rendimiento habitual.

De todas maneras, los estudiantes han señalado algunos problemas vinculados a la implementación de este nuevo currículo tales como excesiva carga de trabajo y contribuciones desiguales en el reparto de funciones en el trabajo grupal.

También se ha podido observar que la manera predominante de expresarse de los estudiantes en el trabajo colaborativo en línea, está vinculada con la interdependencia positiva y la construcción de significado, más que con las relaciones psicosociales.

Si bien en las primeras etapas algunos estudiantes mostraron cierta reticencia o escasa participación, a medida que la experiencia se fue haciendo algo habitual, de la que se discute y analiza incluso durante las clases presenciales, se logró percibir un nivel de compromiso importante de la mayoría por el logro de los objetivos del grupo.

Adicionalmente pudieron apreciarse el establecimiento de vínculos solidarios, acercando a los estudiantes entre ellos y con el docente, la contribución generalizada a la tarea común, el aliento constante y la sociabilización entre pares y la puesta en consideración permanente de logros parciales en la necesaria búsqueda de la opinión y el análisis de los demás integrantes del grupo.

La motivación puesta de manifiesto por los estudiantes durante las actividades realizadas acompañó la propuesta, lo que de por sí solo justifica investigar la aplicación de novedosas metodologías de enseñanza y aprendizaje, mediadas por tecnología, en asignaturas de Ingeniería Eléctrica y Electromecánica correspondientes al Ciclo Tecnológico Básico.

## **5. Conclusiones**

Las metodologías propias de la educación a distancia, pueden ser aplicadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje en cursos a nivel de grado en las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electromecánica, permitiendo ampliar los plazos que determina la actividad puramente presencial.

Enfoques metodológicos no tradicionales, como el ABP, permiten abordar el rediseño de las asignaturas en la educación superior, aunque requieren que se asuman importantes cambios por parte de estudiantes y profesores. Resulta necesaria una actitud positiva hacia la nueva metodología, tendiente a favorecer en el estudiante la capacidad de adquirir autonomía ante el aprendizaje.

El estudiante, a su vez, deberá desarrollar habilidades para trabajar en grupo, en modo colaborativo o cooperativo y extender así sus capacidades de análisis, síntesis e investigación.

En la experiencia expuesta, una de las principales dificultades la representa el diseño de los problemas ya que el nivel de capacitación de los estudiantes involucrados en la experiencia no permite tratar con problemas reales de la ingeniería, como es usual en el ABP, habiéndose recurrido a una batería de problemas de dificultad creciente, que contemplan los conocimientos previos de los alumnos.

Algunas de las herramientas que incluye el EVEA resultan útiles para el desarrollo de competencias en los estudiantes relacionadas con el aprendizaje mediado por tecnología. Los foros facilitan el trabajo en grupo y colaborativo de los alumnos. A su vez, los foros y consultas a través del correo interno, enriquecen la comunicación de los estudiantes entre sí y con los docentes.

La comunicación escrita, la capacidad para manejar herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes, la capacidad de producir textos técnicos de calidad acorde a su nivel de estudios y la mejora

que trae implícita el manejo de las nuevas tecnologías, son otras de las competencias que resultan fortalecidas.

El ABP ofrece un enfoque constructivista en el proceso de enseñanza y aprendizaje que requiere de los estudiantes un importante compromiso con la tarea a realizar que, en este caso, ha sido evaluada sobre la base del trabajo en grupo en lugar de las formas de evaluación individuales a que están acostumbrados.

El análisis del discurso de las expresiones textuales de los estudiantes en los foros, permitió definir un conjunto de indicadores que contribuyó a identificar y caracterizar los mecanismos interpsicológicos principales: interdependencia positiva, construcción de significado y relaciones psicosociales, característicos de los procesos de aprendizaje colaborativo.

Valorar el trabajo colaborativo en cada grupo ha sido un objetivo implícito en esta experiencia. En relación con lo antedicho se considera que tal objetivo ha sido satisfecho, pues se ha detectado una estrecha relación entre la calidad de los trabajos realizados, medida mediante una matriz de valoración de contenidos y el intercambio colaborativo de cada grupo, observado en la comparación de las frecuencias de aparición para cada uno, expuesta a través de los gráficos.

Las limitaciones propias de la asignatura, por ser de carácter obligatorio y modalidad presencial, generaron algunas restricciones, especialmente en cuanto a los tiempos de realización de la experiencia. Sin embargo, se considera cumplido el objetivo principal de llevar adelante una actividad mediada por tecnología, que permite a los estudiantes incorporar prácticas de trabajo y estudio que resultarán útiles, no sólo durante el desarrollo de sus carreras sino también durante su futura actividad profesional.

La experiencia desarrollada permite vislumbrar el potencial que las TIC ofrecen para el aprendizaje colaborativo ya sea entre docentes y estudiantes o entre estos últimos, con escasa o nula participación del docente durante el proceso de aprendizaje del alumno propiamente dicho, salvo en carácter de orientador o facilitador.

---

## Referencias

- Barrado, C., Bofill, P., Díaz de Cerio, L., Herrero, J. R., Morancho, E., Navarro, L. y Valero-García, M. (2001). *Siete experiencias de aprendizaje activo*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, Departament d'Arquitectura de Computadors.
- Bacino, G., Massa, S. M. y Zangara, A. El empleo de una herramienta colaborativa en un entorno Moodle para Aprendizaje Basado en Problemas. *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2012)*. 26 y 27 de abril, Posadas, Misiones, Argentina.

- Bacino, G., Massa, S. M., Zangara, A. Incorporación de TIC a través de la modalidad de Aula Extendida en Ingeniería. *I Jornadas Nacionales y III Jornadas de Experiencias e Investigación en Educación a Distancia y Tecnología Educativa (PROED 2013)*. 14 y 15 de marzo, Córdoba, Argentina.
- Bacino, G., Massa, S. M., Zangara, A. El Aprendizaje Basado en Problemas en Electrotecnia. Experiencia en un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje. *X Congreso Latinoamericano de Generación y Transporte de Energía Eléctrica (CLAGTEE 2013)*, 6 al 9 de octubre, Viña del Mar, Chile. ISBN N° 978-85-64689-01-5.
- Barragán de Anda, A., de Aguinaga Vázquez, P., y Ávila González, C. (2010). El trabajo colaborativo y la inclusión social. *Revista Apertura*, 2(1). Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura3/article/view/19/26>
- Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481–6. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3796328>
- Cenich, G., y Santos, G. (2006). Aprendizaje Colaborativo Online: Indagación de las Estrategias de Funcionamiento. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación En Tecnología (TE&ET)*, 1(1), 79–86.
- Chan, C. (2008). Assessment: Problem Based Learning Assessment. Assessment Resource Centre, University of Hong Kong. Disponible en: <http://arc.caut.hku.hk/assMethod.html>
- Escribano, A y Del Valle, A. (coords., 2008). *El Aprendizaje Basado en Problemas. Una propuesta metodológica en Educación Superior*. Narcea S.A. de ediciones.
- García Aretio, L. (2006). *La Educación a Distancia. De la Teoría a la Práctica (3ª ed.)*. Barcelona: Ariel Educación.
- Graham, C. R., & Misanchuk, M. (2004). Computer-Mediated Learning Groups: Benefits and Challenges to Using Groupwork in Online Learning Environments. In *Online Collaborative Learning: Theory and Practica* (pp. 181–202). Information Science Publishing.
- Gros Salvat, B. (2007). El diseño de entornos de aprendizaje colaborativo en la enseñanza universitaria. En R. Cabello y D. Levis (eds.), *Medios informáticos en la educación a principios del siglo XXI* (pp. 197–215). Buenos Aires: Prometeo libros.
- Jonassen, D. (1997). Instructional design models for well-structured and III-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45(1), 65–94.
- Litwin, E. (compiladora). (2000). *La educación a distancia. Temas para el debate en una nueva agenda educativa*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- Millis, B. J., & Cottell Jr., P. G. (1998). *Cooperative learning for higher education faculty*. Phoenix, AZ: Oryx Press.
- Morales Bueno, P. & Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. Problem-Based Learning. *Theoria*, 13, 145–157.
- Perera, P., & Peré, N. (2011). Tutoría on line en el entorno virtual de aprendizaje. En *1er Moodle Moot Uruguay*. Disponible en <http://lacio2011.seciu.edu.uy/publicacion/>

- Polya, G. (1957). *How to solve it* (2nd. ed.). Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Ribeiro, L. R. C. (2011). The Pros and Cons of Problem-Based Learning from the Teacher's Standpoint. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 8(1), 1–17.
- Sanz, C., Zangara A. y Otero, N. (2008). El trabajo colaborativo como espacio de reflexión teórica y práctica. El proceso de negociación visto desde el punto de vista cognitivo y desde la lógica de cada disciplina. *International Conference on Distance Education (ICDE 2008)*. Universidad del Caribe, Santo Domingo, República Dominicana.
- Semenov, A., (2005). *Las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza*. División de Educación Superior, UNESCO. Montevideo: Ediciones Trilce.
- UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2004). *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Formación Docente*. Disponible en: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>.
- Vygotsky, S. (1978). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Pléyade.
- Zangara, A. (2008). Conceptos básicos de educación a distancia o... “las cosas por su nombre.” Proyecto: Generalización del uso educativo de las TIC en la Universidad de la República. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/15679132/Conceptosbasicos-de-educacion-a-distancia-o-las-cosas-por-su-nombre-A-Zangara>. Recuperado el 22 de julio de 2011.
- Zubimendi Herranz, J. L., Ruiz Ojeda, M. P., Carrascal Lecumberri, E., y de la Presa Donado, H. (2010). *El Aprendizaje Cooperativo en el Aula Universitaria: Manual de ayuda al profesorado*. Bilbao: Universidad del País Vasco.



## **Construcción cooperativa de conocimiento: una experiencia en el uso de wikis**

### **Resumen**

En las Instituciones Educativas, las Wikis posibilitan que grupos de estudiantes, docentes o ambos, elaboren colectivamente glosarios de diferentes asignaturas, reúnan contenidos, construyan colaborativamente trabajos escritos, creen sus propios libros de texto y desarrollen repositorios de recursos, entre muchas otras aplicaciones. En suma, permiten llevar a cabo Proyectos Colaborativos, lo que hace que se constituya en la herramienta ideal para albergar y/o publicar en su estado final los proyectos de trabajo de grupos de estudiantes, bajo el concepto de constructivismo social.

Sobre esa base conceptual se analiza la experiencia de la cátedra de Gestión de la Innovación Tecnológica e Industrial (GITI), donde se diseñó e implementó un estudio de caso asociado problemáticas de una PyME regional. Luego de una primera aplicación al estilo tradicional, se diseñó una estrategia de resolución mediante la aplicación de la herramienta wiki de la plataforma Moodle que actualmente soporta el Campus Virtual de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

En el presente capítulo se describen los resultados de la experiencia realizada durante los años 2012 y 2013. Asimismo se delinean los futuros cursos de acción en la utilización de esta herramienta.

**Palabras clave:** Constructivismo, Wikis, TIC, Redes sociales, Evaluación

## **1. Introducción**

El uso de wikis en educación no está suficientemente extendido si se compara con otro tipo de aplicaciones y entornos diseñados desde el discurso didáctico dominante (tipo “Campus virtual”), que define previamente cómo debe estructurarse el proceso de enseñanza/aprendizaje, cuáles deben ser los roles de los participantes y cómo debe regularse su actividad.

Las wikis pueden ser vistas como una tecnología “rupturista” frente a la estructura unidireccional de la mayoría de las aplicaciones web, ya que otorga derechos simétricos a todos los participantes, que basa su éxito en la actividad colectiva de reflexión y comunicación y en la auto-organización de la comunidad.

Pese a ello, las wikis cada día juegan un papel más destacado dentro de entornos tradicionales. Así diversos sistemas de enseñanza-aprendizaje las incorporan como herramienta para la realización de actividades didácticas.

Un ejemplo de esta integración es la Plataforma Educativa Moodle, un entorno socio-constructivista de enseñanza-aprendizaje, de código abierto, que ofrece una wiki entre otras herramientas como foros, chat, objetos de aprendizaje, lecciones, glosarios, tareas, etc. para realizar actividades didácticas online.

La motivación para el abordaje de éste tema está dada por la necesidad de contribuir al corpus empírico que permita reforzar las bases pedagógicas del constructivismo social y su aplicación a las dinámicas de aprendizaje en el marco de la construcción cooperativa del conocimiento. El contenido del presente capítulo ha sido presentado parcialmente en el TE&ET 2014 (Massa y Morcela, 2014).

## **2. Marco conceptual**

Entendemos a la wiki como una forma de sitio web en donde se acepta que los usuarios creen, editen, borren o modifiquen el contenido de una página web, de una forma interactiva, fácil y rápida. Dichas facilidades la convierten en una herramienta efectiva para generar páginas web colaborativamente creando contenidos informativos en entornos virtuales de aprendizaje de una manera muy sencilla.

Se le considera un sistema de gestión de contenidos (González Pareja, Calderón Montero y Galache Laza, Torrico González, 2006) porque la mayoría de las wikis tienen una forma de establecer plantillas y otras funcionalidades a lo largo de todo el sitio; también permiten gestionar permisos de usuario a nivel de sitio y de página; en general, para sitios web muy dinámicos, o en los que haga falta una retroalimentación fuerte por parte de los usuarios, una wiki puede ser lo más adecuado.

En cuanto a las características de las wikis cabe destacar que no son exactamente páginas web, al menos en el sentido de no contar con código HTML nativo, y también porque la presentación y usabilidad, así como sus funcionalidades difieren en un caso y otro; esto último le confiere a cada wiki su estilo particular. La información aquí puede elaborarse y leerse sin necesidad de conocer de programación web. En un ambiente con requerimientos tan técnicos como la publicación web, la herramienta wiki permite que esta barrera quede reducida notablemente; ni códigos HTML (obligatorios), ni ASP, ni PHP; no hace falta programar.

Otra característica que define la tecnología wiki es la facilidad con que las páginas pueden ser creadas y actualizadas. En general no hace falta revisión para que los cambios sean aceptados.

Desde lo formal, una wiki se organiza como una serie de nodos (documentos) unidos por enlaces. Muchas wikis permiten listar los nodos que enlazan a uno determinado, o hacer también búsquedas; algunas permiten usar menús comunes u otros patrones de navegación.

La navegación, hasta cierto punto, es auto organizada: se va creando según se crea el contenido, por eso es bastante adecuada para ir elaborando documentos. Es posible escribir artículos o documentos de forma colectiva o colaborativa, pero para ello hay que establecer algún tipo de protocolo; sobre todo, si dos usuarios están trabajando al mismo tiempo en un documento, ya que puede que uno pise el trabajo del otro. En todo caso, las wikis sirven sobre todo para colaboración esporádica y espontánea (González Pareja et al., 2006).

El constructivismo social propone que el ambiente de aprendizaje óptimo es aquel donde es posible una interacción dinámica entre los participantes del proceso de formación, es decir, los tutores, los estudiantes y las actividades de aprendizaje que le dan a los alumnos la oportunidad de crear su propia verdad, gracias a la interacción con los otros.

La comprensión de la realidad y la creación de conocimiento se fundamentan en la cultura y el contexto específico donde toma lugar la realidad. De esta forma, el conocimiento no se recibe pasivamente sino que es construido activamente por el sujeto.

Se concibe el aprendizaje como un constructo en el cual interviene tanto el sujeto como el grupo social con el que interactúa, dado que el ambiente de aprendizaje óptimo es aquel donde es posible una interacción dinámica entre los participantes del proceso de formación.

Sancho (2012) sostiene que hay una frase que resume la filosofía de las wikis: “Las wikis funcionan en la práctica pero no en la teoría”. Nótese que según su experiencia esta frase se combinaría y adaptaría mejor a otra: “El constructivismo aparece mucho en la teoría pero (habitualmente) muy poco en la práctica”.

Una wiki no es más que un instrumento “tecnológico”. La clave está en cómo se contextualizará en las dinámicas de aprendizaje. De hecho, una

wiki puede emplearse como sustituto de un simple foro o bien ser una plataforma sobre la que giren todas las actividades académicas, pero probablemente la wiki no dejaría de ser un mal sustituto para un foro o un campus virtual.

Lo interesante será destacar que el uso de wikis en la docencia permite, por defecto, algunas dinámicas muy interesantes para su aplicación como herramienta de trabajo en proyectos educativos, por ejemplo constructivistas, pero una wiki por sí sola no es ningún proyecto educativo.

Se suele decir que muchas aplicaciones de la web 2.0 son el resultado de nuevos avances complejos en tecnologías. En este sentido, la idea de las wikis correspondería a un instrumento pretecnológico.

En el aprendizaje en colaboración (Salinas, 1997), el trabajo colaborativo es aquel proceso que hace hincapié en los esfuerzos cooperativos o de grupo entre el profesorado y los estudiantes, y que requiere participación activa e interacción por parte de ambos, profesores y alumnos, frente a los modelos tradicionales de aprendizaje acumulativo. Permite al alumno trabajar con otros para alcanzar objetivos en común para la maduración, éxito y satisfacción personal.

En los proyectos colaborativos, uno de los riesgos es el derivado de la fragmentación de tareas y el peligro que el proceso colaborativo acabe siendo una caja negra de la que el profesor ve el resultado final pero no el proceso.

Sancho (2012) destaca dos elementos clave para la construcción del sistema de valoración: primeramente, evitar las dinámicas habituales en las que los estudiantes se reparten las tareas para cimentar las competencias que ya tienen, para realizar lo que ya saben hacer; por otro lado realizar una valoración general holística de los proyectos, o sólo de las tareas específicas.

El problema de la “caja negra” se soluciona a través del sistema de versiones de las wikis. Existe un consenso entre diversos autores en la importancia del sistema de versiones de las wikis, que permite mostrar la evolución de los procesos de pensamiento a medida que los estudiantes interactúan con la web y sus contenidos. El hecho de conocer cómo se han creado los contenidos y, por tanto, qué ha aportado cada estudiante permite abordar la cuestión de las dinámicas auto organizadas en las que los estudiantes realizan lo que ya saben. Aunque las dinámicas mencionadas no pueden evitarse, sí puede conocerse qué tipo de aportaciones realiza cada cual.

Por tanto, de igual manera que puede argumentarse la necesidad de una nueva práctica pedagógica que apueste por proyectos colaborativos complejos, bajo distintos paradigmas, se hace más evidente entonces la investigación y desarrollo de nuevas herramientas de valoración de este tipo de proyectos, tópico que no se analizará en el presente trabajo, aunque sí se abordará la mecánica de evaluación utilizada, sin que esto signifique una toma de postura definitiva sobre los criterios más adecuados o convenientes.

La forma en que nos relacionamos y accedemos a la información se ha visto revolucionada por el desarrollo de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la mayoría de los sistemas universitarios a nivel mundial permiten actualmente el acceso a contenidos a través de portales multimedia. En argentina, las universidades cuentan en la actualidad con diversos programas de acceso a cursos en forma virtual, aunque en mayor medida la oferta se basa en formatos mixtos que combinan la formación virtual con formación semi presencial.

Es necesario reconocer que cuando se habla de enseñanza y aprendizaje con tecnología inmediatamente asociamos la idea a educación a distancia, aunque hoy las barreras entre lo presencial y lo “a distancia” se hallan diluidas en gran medida (Gallino y Campaner, 2008).

### **3. Contexto**

#### **El campus virtual en la Facultad de Ingeniería**

Desde el año 1985 la UNMdP realiza denodados esfuerzos por extender el aula tradicional para que sea accesible todos los actores sociales del medio socio productivo, y en ese empeño ha podido construir una sólida oferta académica y de extensión que se plasma en el concepto de Universidad Abierta.

En la actualidad el Sistema de Educación Abierta y a Distancia (SEAD) -que desarrolla parte de su oferta a través del campus virtual propio, en tanto que mantiene para otras propuestas el empleo de otros soportes- se encuentra en una etapa de pleno afianzamiento de sus principios fundantes los que, lejos de perder vigencia, brindan la solidez y rigor necesarios para la consecución de sus propósitos formativos (Pesce et al, 2012) constituyéndose en la iniciativa más difundida de utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) aplicadas al proceso de enseñanza y aprendizaje.

En el ámbito de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, los Departamentos de Matemática e Ingeniería Industrial desde el año 2007 implementaron un Campus Virtual para todas las asignaturas del Departamento, sustentado sobre la Plataforma Moodle. gracias al financiamiento proveniente del Programa para el Mejoramiento de la Enseñanza de la Ingeniería (PROMEI), una experiencia pionera basada en la TIC y su incorporación al sistema tradicional de enseñanza – aprendizaje.

Moodle es una aplicación web de tipo Ambiente Educativo Virtual, un sistema de gestión de cursos, de distribución libre, que ayuda a los educadores a crear comunidades de aprendizaje en línea. Este tipo de plataformas tecnológicas también se conoce como LCMS (Learning Content

Management System). Esta herramienta fue creada por Martin Dougiamas, quien fue administrador de WebCT en la Universidad Tecnológica de Curtin. Basó su diseño en las ideas del constructivismo en pedagogía que afirman que el conocimiento se construye en la mente del estudiante en lugar de ser transmitido sin cambios a partir de libros o enseñanzas y en el aprendizaje colaborativo. Un profesor que opera desde este punto de vista crea un ambiente centrado en el estudiante que le ayuda a construir ese conocimiento con base en sus habilidades y conocimientos propios en lugar de simplemente publicar y transmitir la información que se considera que los estudiantes deben conocer. Es una herramienta de software libre que está disponible sin costo. Gracias a esta característica, se realimenta del trabajo realizado por múltiples instituciones y participantes que colaboran en red para el crecimiento y mejora continua del proyecto. Actualmente existen en el mundo 44 millones de usuarios con una oferta de más de medio millón de cursos registrados, pertenecientes a más de 212 países y que utilizan más de 70 lenguas diferentes.

Básicamente se trata de una herramienta de e-learning ya que posibilita el aprendizaje no presencial de los alumnos (Ros, 2008).

Se denomina genéricamente e-learning al aprendizaje que se desarrolla utilizando TIC en entornos que permiten generar diversas interacciones pedagógicas: entre los alumnos, entre éstos y los contenidos a aprender, entre alum-nos y docentes, etc. En el mismo sentido se puede referenciar al b-learning o aprendizaje mixto, como aquel que combina el e-learning con la enseñanza tradicional presencial (Durand; Van Esso, 2011).

En ese contexto las asignaturas tuvieron la posibilidad de volcar contenidos en el espacio asignado, y para lograr las competencias necesarias se implementaron varios cursos introductorios de capacitación para los docentes que debían administrar dentro de cada cátedra dichos contenidos.

Actualmente el Campus Virtual cuenta con más de 1200 usuarios Alumnos, un plantel de 80 usuarios Docentes que gestionan los contenidos de 45 asignaturas.

Adicionalmente, los directores de los Departamentos mencionados utilizan las herramientas de gestión de contenidos y los módulos de comunicación para el quehacer diario en lo que respecta al contacto con los docentes.

## **Descripción de una experiencia en el uso de wikis**

La cátedra de Gestión de la Innovación Tecnológica e Industrial (GITI) ha utilizado desde el año 2011 la Plataforma Moodle principalmente para la comunicación con los alumnos. Además se creó un repositorio digital especializado que reúne más de 70 títulos que constituyen casi el 80% de la bibliografía de la cursada. En el año 2012, se ha incursionado en la utilización del módulo wikis para la resolución de un caso de estudio con

aplicación directa a una de las unidades temáticas del programa de la asignatura.

La cátedra de GITI tradicionalmente se encuadra en la estructura de las cursadas presenciales, ampliamente difundidas en la Facultad de Ingeniería, que regula la dinámica del proceso de enseñanza y de aprendizaje, centrado en asignaturas de cursado cuatrimestral, de cursada obligatoria (80% de asistencia mínimo) y de carácter promocional. Asimismo, queda librado al diseño particular del docente la dinámica intervención pedagógica y los modelos de evaluación aplicables para el cumplimiento de los contenidos mínimos requeridos en la currícula.

Desde el punto de vista operativo, la cátedra desarrolla un conjunto de 10 unidades temáticas con el fin de abordar las problemáticas referidas al nacimiento de las sociedades industriales y la innovación tecnológica; el rol de la tecnología en la creación de riqueza; la estrategia empresarial y la estrategia tecnológica; herramientas para la innovación; la gestión de los proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) y la política industrial y política tecnológica, entre otros.

La cátedra desarrolla una serie de entre 6 y 9 trabajos prácticos que en general consisten en actividades de resolución de casos, 4 de los cuales son presentados por la cátedra y consisten en ejercicios de análisis de empresas reales del ámbito nacional e internacional que se constituyen como paradigmáticas en relación a las temáticas abordadas en cada unidad. Asimismo, se desarrollan dos trabajos de campo relacionados con un caso real, estudiando (en comisiones de 4 o 5 estudiantes) una empresa MiPyME del ámbito local, con el objetivo de relevar los modelos de innovación existentes y proveer planes de acción tendientes a la mejora de los mismos.

Cabe destacar que uno de los objetivos más importantes de la asignatura es analizar las políticas públicas de apoyo a la innovación tecnológica y los instrumentos de fomento del desarrollo económico local y regional. Para llevar adelante dicho objetivo, la cátedra desarrollaba un conjunto de actividades centradas principalmente en la socialización en clases magistrales de los distintos elementos y tópicos referidos a la unidad temática. Con el objetivo de complementar la formación teórica provista, se diseñó un caso de análisis que permitiera a los estudiantes aplicar sus conocimientos y recursos en el diseño de un plan de acción basado en las políticas públicas de promoción de la innovación tecnológica, asociado a una empresa de característica PyME regional.

La implementación del caso se llevó a cabo del modo tradicional en el año 2011 y produjo resultados ambiguos, ya que el material generado consistía en extensas monografías que resultaron, a la postre, de dudosa efectividad al momento de fijar los contenidos propuestos, situación reflejada en las instancias sucesivas de evaluación de contenidos.

En línea con la filosofía de construcción cooperativa del conocimiento, con el objetivo de investigar los beneficios de la misma en el

aprendizaje empírico basado en la construcción misma del conocimiento y no en la acumulación de contenidos sin mayor profundidad de análisis, se decidió reformular la estrategia pedagógica, aplicando sobre el mismo caso disparador, un modelo de trabajo basado en la filosofía constructivista.

De esta forma se diseñó una estrategia de resolución del caso mediante la aplicación de la herramienta wiki de la plataforma Moodle disponible en el espacio de campus virtual de la asignatura.

## **Reseña del caso de estudio**

El caso de estudios se centra en el análisis de una MiPyME local hipotética. **La Serranita S.A.** es una empresa que nació a fines de los '60 como un emprendimiento chacarero familiar, que originalmente consistió en una pequeña plantación de cebolla al pié de la Sierra de Los Padres, en el Partido de General Pueyrredon. Como todo emprendimiento familiar típico, fueron sus impulsores y principales ejecutores los hermanos Soler, hijos de inmigrantes y con una tradición chacarera de más de medio siglo en la familia. Juan Soler, más ducho para los negocios convenció a su hermano Raúl para concentrar la producción en el monocultivo de la cebolla Valenciana, y a lo largo de los años, gracias a su visión de crecimiento y progreso fue delineando las características del negocio y capitalizando el emprendimiento, llegando a aumentar mediante arrendamientos y adquisiciones, a más del triple la superficie sembrada, en un predio ubicado a 18 km de la Ruta 226 por camino de tierra. Raúl por el contrario, hombre de pocas palabras y poco letrado, constituyó el pilar principal de la chacra, con su ejemplo logró consolidar un liderazgo inequívoco entre los empleados y vecinos.

La chacra producía y acopiaba cebolla, que sin más procesamiento que el curado a campo, se amontonaba en “trojas” a la espera de ser comercializada en el mercado interno bajo la modalidad de consignación.

A fines de los '90 el negocio entró en crisis por el enfriamiento del mercado interno, lo que obligó a los hermanos Soler a explorar nuevas alternativas para su negocio. En esa época, Juan Soler, mientras asistía a una feria de emprendedores en la Sede del INTA de Balcarce, tuvo un acercamiento con un Broker que realizaba exportaciones de productos agrícolas no tradicionales desde la zona sur del país hacia España. Viendo la potencialidad del negocio, los hermanos Soler deciden embarcarse en un emprendimiento de actualización tecnológica y de redefinición de su empresa. Es así como, asesorados por la unidad tecnológica del Broker comienzan a transformar su empresa. Las condiciones exigidas para la exportación eran básicamente dos, primero debían proveer un producto clasificado en diversos calibres y segundo, debían ser capaces de certificar su producto. Para el año 2002 La Serranita exportaba el 50% de su producción, mientras que colocaba el excedente en el mercado interno. El excedente



estaba constituido principalmente con los calibres no aptos para la exportación. Su comercialización en el mercado interno era difícil por la baja aceptación del producto y el bajo precio no hacía tentador el negocio. Esto hizo habitual la práctica de enterrar como abono los descartes de producción que no tenían salida. Los hermanos Soler habían prácticamente aceptado esta forma de trabajo y reconociéndose sobrepasados en sus expectativas entendían que habían llegado a una meseta de crecimiento que era razonable conforme a su visión del negocio... hasta este verano.

En el mes de enero de 2011, Mariano Soler, hijo de Raúl, gracias a su excelente desempeño académico en la Universidad, se encontró con la posibilidad de gozar unas largas vacaciones, que aprovechó para pasar junto a su padre y su tío disfrutando del aire serrano.

En este contexto se produce un contraste entre la teoría y la práctica, se plantea una posibilidad de innovación que cambiará radicalmente la visión de negocio y para la implementación se plantea una serie de disparadores que permitan elaborar un plan de trabajo para el proyecto complejo de implementación de la innovación.

En la primera parte del caso se propone a los estudiantes realizar una búsqueda intensiva de fuentes de información que permitan abordar las siguientes cuestiones:

*a) Analice las fuentes de consulta que permitan resolver las cuestiones referentes al*

*Diseño del Producto*

*b) Analice las fuentes de consulta que permitan resolver las cuestiones referentes a Ingeniería de Procesos (tenga en cuenta que Mariano NO es Ingeniero).*

*c) Analice las fuentes de consulta que le permitan incorporar Innovación Tecnológica*

*d) Analice las fuentes de consulta que le permitirán realizar Estudios de Mercado y elaboración del Plan de Negocios*

*e) Analice las posibilidades de Localización del emprendimiento*

*f) Analice las diferentes alternativas de Financiamiento (Público o Privado) disponibles a su alcance.*

En la segunda parte se plantea a los estudiantes una serie de preguntas disparadoras de la discusión basadas en la siguiente premisa:

*“Imagine que Mariano dispone de 6 meses para concretar el lanzamiento del emprendimiento. Inicialmente considerará una Planta de Deshidratado de vegetales, de capacidad superior a las 2 ton diarias, la inversión estimada es de U\$S 275.000, considerando instalaciones operativas mínimas. La obra civil no ha sido presupuestada pero se sabe que*

*requerirá una superficie de 1000 m<sup>2</sup> aproximadamente. Los servicios indispensables serán la Potencia Eléctrica, agua industrialmente apta y gas natural.*

*Analice las alternativas que le permitan ubicar la Planta en un radio inferior a los 60 km de la zona del cultivo. Considere que la familia podrá aportar un capital inicial no superior a U\$S 75.000 por todo concepto y deberá recurrir a fuentes de financiamiento externo. La rentabilidad esperada de la planta es del 32%. Empleará a 14 operarios no calificados, 5 operarios calificados, dos administrativos y dos técnicos.*

*Usted debe cumplir las siguientes pautas:*

*a) Describa las oportunidades y amenazas que tendrá el emprendimiento conforme a la política Industrial y Tecnológica Nacional actual. No podrá usar como referencia ningún documento o artículo que haya sido publicado antes del 1/1/2011.*

*b) Seleccione una institución (pública o privada) que provea el desarrollo del producto y del proceso, en un plazo no mayor a 2 meses, para completar los requerimientos de presentación del Plan de Negocios (QUE USTED NO REALIZARÁ). Obtenga un presupuesto y una estimación de tiempo.*

*c) Seleccione la consultora que elaborará el Estudio de Mercado correspondiente y elabore un presupuesto y plazos de entrega de la documentación.*

*d) Determine las Fuentes de Financiamientos ante las que presentará el Plan de Negocios, cómo máximo en 6 meses. Si son instituciones públicas deberá considerar las fechas de presentación en las ventanillas consideradas.*

*e) Explique cómo conseguirá la documentación requerida para la presentación ante las fuentes de financiamiento a las que desea calificar. Determine el orden de prioridades.*

*f) Determine qué tipo de estudios deberá realizar y dónde lo conseguirá, en los aspectos referidos a la Innovación Tecnológica prevista. Adjunte un presupuesto de esta actividad concreta.*

*g) Evalúe DOS alternativas de localización, una de ellas en un sector apto para localización de plantas industriales y la otra en el predio del Parque Industrial y Tecnológico Gral. Savio”.*

## **4. Modalidad de implementación**

Para la resolución del caso se presentó a los estudiantes la información relativa al caso (hipotético) de análisis y se presentó una consigna, que consistió en dos partes fundamentales, la primera para cumplir el objetivo de exploración intensiva de recursos (todos los disponibles, con un fuerte apoyo en la web principalmente, pero sin descartar otras fuentes) tendientes a

relevante el espectro completo y diverso de fuentes y recursos relativos al diseño y desarrollo de productos y procesos, innovación productiva, planes de negocio, estudios de mercado y fuentes de financiamiento, tanto públicas como privadas.

En la segunda parte, se abordaba la elaboración de un plan de trabajo que permitiera a la empresa cumplir determinados objetivos en tiempos y con recursos acotados, por lo que se buscaba la elaboración concreta de un programa de acciones específicas, y es estudio concreto de su factibilidad de implementación.

Para la resolución de caso se implementó un sistema de wikis individuales para cada grupo, con un foro de discusión asociado. Se trabajó en un diseño de wiki en grupos separados, con un docente tutor como integrante pleno de cada comisión (ver Figura 1).

Como página inicial de la wiki se colocó un índice temático con los capítulos a desarrollar, ordenados conforme al criterio de evolución esperado del trabajo (ver Figura 2).

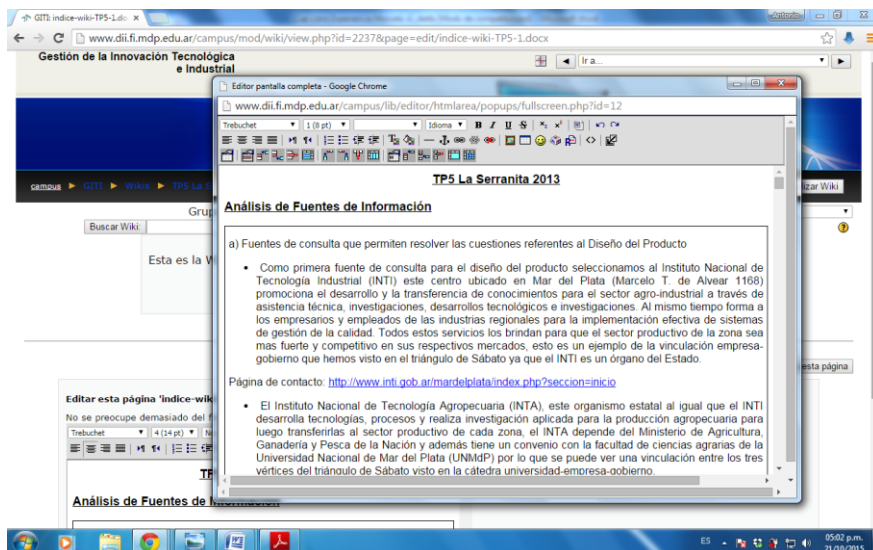


**Figura 1 – Captura de pantalla del entorno Campus Virtual**

## **4.1. Primera edición de la experiencia**

En la edición del año 2012 de la experiencia se contaron con 6 comisiones, de entre 4 y 5 estudiantes cada una. Un docente coordinador por comisión, distribuyéndose la responsabilidad entre los dos auxiliares de la cátedra.

Siendo ésta la primera edición de la modalidad, se decidió aportar un mínimo marco regulatorio con el fin de dejar la mayor cantidad de grados de libertad para poder explorar ampliamente la herramienta.



**Figura 2 – Captura de pantalla de cuadro de diálogo “edición de textos” en la wiki**

Se trabajó con un sistema de grupos separados y se entregó una consigna general de trabajo, indicando que la participación de los tutores era de carácter vinculante en la diagramación del trabajo para posibilitar el logro de los objetivos. El tiempo de trabajo se fijó en 45 días corridos.

Como primera experiencia resultó sumamente interesante desde el punto de vista del producto final, pero completamente insuficiente para la evaluación de la herramienta.

Los primeros veinte días, los estudiantes no produjeron ningún movimiento en la wiki y ante la intimación de los tutores se limitaron a realizar aportes de contenidos extensos, evidentemente elaborados por fuera de la wiki, y volcados al sistema de forma discreta por alguno de sus integrantes, sin la aparente participación del resto. Ante la adversidad de la evidencia se implementó una reunión de trabajo con el objetivo de revisar las dificultades observadas.

Se hallaron las siguientes dificultades:

- a) Los estudiantes trabajaban vía correo electrónico o mediante el uso del Dropbox, ya que consideraban que la herramienta wiki no era superadora de dichos recursos, para el trabajo colaborativo.

- b) Asimismo se vislumbraba una dinámica de trabajo distribuido y compilado finalmente como segmentos independientes del todo.
- c) Para los estudiantes la herramienta resultaba poco confiable en lo que respecta a la conservación de la información y a la actividad de múltiples usuarios simultáneos sobre el documento. Los estudiantes manifestaban que “no se guardaban los cambios cuando estaban simultáneamente logueados” varios de ellos editando el documento.
- d) La comunicación entre los estudiantes fluía por canales separados a los establecidos por la cátedra, por lo que el tutor resultaba un mero observador del producto final sin posibilidad de realizar un seguimiento del proceso.

Para la evaluación final de la experiencia se resolvió utilizar un criterio holístico general sobre el producto final, ante la imposibilidad cierta de realizar un seguimiento particular del aporte de cada integrante a la construcción del conocimiento generado.

## 4.2. Segunda edición revisada

En la edición del año 2013, se reformuló la estrategia de intervención pedagógica con el objetivo de subsanar las dificultades observadas en la primera implementación.

El caso a utilizar fue el mismo, el tiempo de implementación fue de 42 días corridos y se aplicó a 4 comisiones de entre 5 y 6 integrantes cada una. La responsabilidad de tutelar el trabajo recayó sobre un solo auxiliar de la cátedra, con el objetivo de homogeneizar el criterio de trabajo.

Se presentó además a los estudiantes una breve capacitación sobre el uso de la herramienta (tutorial) y una grilla simple para la evaluación del trabajo colaborativo. En dichos documentos se hacía especial hincapié en la importancia de la construcción cooperativa frente al trabajo estanco, y las implicancias de dichos comportamientos en la evaluación final de la actividad (Casanova Uribe, 2008).

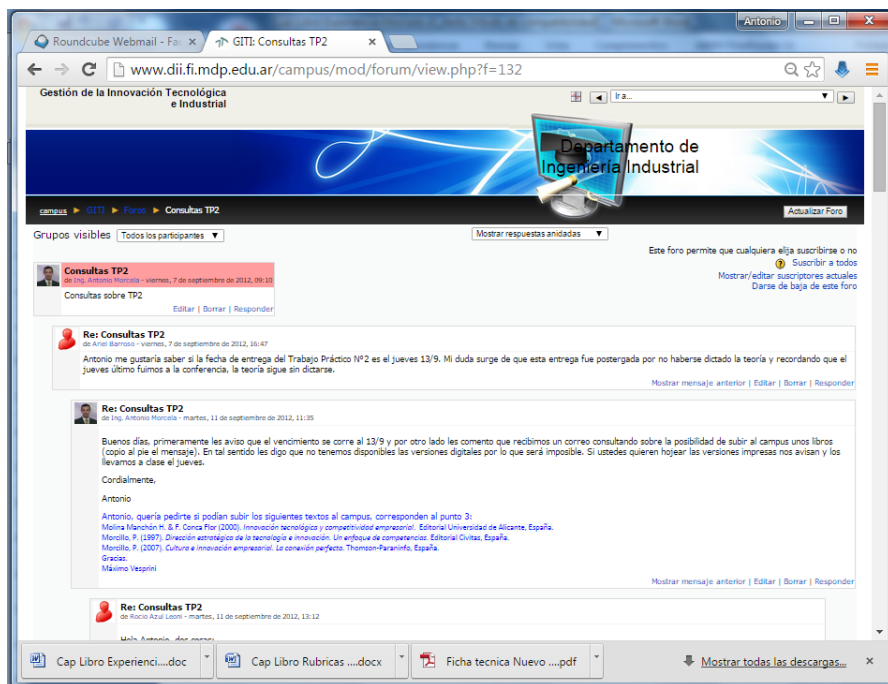
En línea con los postulados enunciados en el marco teórico del presente trabajo, se plantearon dos parámetros generales de evaluación, uno de ellos holístico, basado en el producto final, y el otro parámetro basado en la participación relativa de cada integrante de la comisión, indicando que se mediría en función de la cantidad y la calidad de entradas y aportes por entrada, en las sucesivas versiones.

Se propuso a los estudiantes la implementación de dos foros, uno para discusión particular dentro de cada comisión y otro foro general, donde el tutor socializara consultas particulares que pudieran ser de interés general, como así también donde los estudiantes pudieran socializar hallazgos de cualquier tipo que resultaran de interés del conjunto.

Se impulsó una dinámica de participación intensiva del tutor, comprometiéndose un ingreso diario a cada wiki como mínimo.

Del desarrollo de la edición mejorada de la experiencia se obtuvieron los siguientes resultados:

- Durante las primeras semanas, la participación de los estudiantes se centró principalmente en agregados inconexos de información en bruto en los distintos apartados propuestos. Esta participación se incrementó sensiblemente durante las últimas tres semanas de trabajo, llegando a un promedio de 4 ingresos diarios por integrante.
- Los foros funcionaron ampliamente para los objetivos previstos, contando el foro general con 12 entradas, las cuales generaron una treintena de respuestas anidadas (ver Figura 3). Los foros particulares de cada comisión mostraron su utilidad específica en distinto grado, pero a modo de referencia se registraron 56, 14, 45 y 39 entradas respectivamente.



**Figura 3 – Captura de pantalla de Foros de discusión**

- La participación fue distribuida y generalizada en el trabajo, donde todos los estudiantes concretaron aportes específicos sobre más del 75% de los apartados planteados. Asimismo, el 60% de los estudiantes tuvo más de 65 entradas con el objeto de editar o agregar

contenido, y sólo el 8% de los estudiantes tuvo menos de 25 entradas.

- La corrección de estilo y formato final del trabajo recayó en todos los casos en un integrante particular de cada comisión.

Desde el punto de vista del producto final, el constructo resultó ampliamente satisfactorio en esta implementación. La participación individual fue valorada y sopesada en función de los aportes individuales en el devenir de las sucesivas versiones.

## 5. Reflexiones y Perspectiva

De la sucesión de ambas experiencias, se obtuvieron evidencias de la pertinencia y utilidad de la estrategia propuesta para la incorporación de contenidos específicos.

Se encontró que con una capacitación y sensibilización previa adecuada se consiguen grados elevados de compromiso y participación. Asimismo resultó sumamente útil la accesibilidad a las versiones sucesivas provista por la Plataforma Moodle, aunque también se observó un incremento notable en la dificultad de procesamiento de esa información por parte del docente a cargo de la evaluación del trabajo.

Adicionalmente, se constató en las subsiguientes evaluaciones de contenidos de la asignatura, que la incorporación de conceptos resultó efectiva, evidenciándose principalmente en la fluidez en el uso de lenguaje específico y referencias a los distintos programas y fuentes de financiamiento u otros recursos, tópicos que generalmente no se observaron en las anteriores ediciones de la asignatura.

Si bien la experiencia resulta sumamente edificante para el diseño de las metodologías que pretenden llevar a la práctica un trabajo colaborativo basado en los criterios del constructivismo social, se ha encontrado una dificultad creciente para la evaluación cualitativa del constructo.

Se ha podido realizar un seguimiento cuantitativo de la participación de cada estudiante pero se reconoce la incapacidad de realizar una supervisión completa e intensiva tendiente a dimensionar el grado de relevancia que los aportes individuales imprimen al conjunto.

En esa línea, se propone trabajar en la implementación de algún método de medición CEC (competencia-evaluación-campus) del estilo de los desarrollados por grupo de investigación AIDA/CAU, reseñado por Fabregat (2012).

Este grupo de la Universidad de Catalunya ha definido a la wiki como herramienta sumamente variable en cuanto a objetivos por desempeñar y entre ellos se halla la formación y la evaluación de resultados de actividades

formativas, además de la mano de agentes diversos, según cuál sea la lista de participantes.

Las wikis son tan sólo un instrumento, no obstante, padecen el problema de la escala en el ítem de evaluación. A pesar de que cuanto mayor sea un proyecto wiki más puede aportar en cuanto a valor del proyecto y posible motivación, la complejidad para su análisis y valoración crece exponencialmente.

Una opción interesante es construir un sistema de información basado en la metodología de análisis de redes sociales. Esta metodología cumpliría muchos de los condicionantes para la evaluación de aprendizajes basados en los paradigmas actuantes y permitiría filtrar la estructura emergente de la creación colaborativa. Facilitaría también la construcción de diferentes sistemas *ad hoc* según los objetivos de evaluación establecidos por la cátedra.

---

## Referencias

- Casanova Uribe, M. O. (2008). Tesis Doctoral: *Aprendizaje Cooperativo en un Contexto Virtual Universitario de Comunicación Asincrónica: Un estudio sobre el proceso de interacción entre iguales a través del análisis del discurso*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Durand, P. y Van Esso, M. (2011). *Percepción de estudiantes universitarios sobre el uso de Moodle en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires*. Revista GPT, 11, pp. 54-61. Chile
- Fabregat, J. (2012). *Campus Virtual y Plataformas. Aprobar o Aprender. Estrategias de evaluación en la sociedad red* (pp. 177-183). Colección Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius. Universitat de Barcelona. Barcelona.
- Flores, N. (2007). *Plataforma Web Moodle para su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje en una institución educativa con cátedras presenciales*. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba. S.d. Argentina. Disponible en [http://labsys.frc.utn.edu.ar/pdf/paper\\_proyecto\\_Moodle.pdf](http://labsys.frc.utn.edu.ar/pdf/paper_proyecto_Moodle.pdf)
- Gallino, M. y Campaner, G. (2008). Una mirada crítica en el uso de las TICs en la enseñanza de la ingeniería de la FCEfYN (UNC). Memorias del VI CAEDI, UNSA-UCSA. Salta.
- González Pareja, A.; Calderón Montero, S.; Galache Laza, T.; Torrico González, A. (2006). *Uso de wikis para la realización de trabajos colaborativos en el aula*. XIV Jornadas de ASEPUMA y II Encuentro Internacional de Profesores Universitarios de Métodos Cuantitativos. Universidad de Extremadura. España
- Massa, S. M. y Morcela, O. A. (2014). *El uso de wikis en la formación universitaria*. IX Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2014) Publicado en Actas. pp. 212-220, 2014. Chilecito, La Rioja, Argentina.



- Pesce, M. et al. (2012). *Reseña histórica*. Sitio Web SEAD. UNMDP, Disponible en: [http://www.mdp.edu.ar/uabierta/info\\_institucional.htm](http://www.mdp.edu.ar/uabierta/info_institucional.htm), visitado el 23/02/2014.
- Ros, I. (2008). *Moodle, la plataforma para la enseñanza y organización escolar*. Ikastorratza, E-Revista de Didáctica, 2, Disponible en [http://www.ehu.es/ikastorratza/2\\_alea/moodle.pdf](http://www.ehu.es/ikastorratza/2_alea/moodle.pdf).
- Salinas, J. (1999). Enseñanza flexible, aprendizaje abierto. Las redes como herramientas para la formación. Edutec, 10. Disponible en <http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec10/revelec10.html>
- Sancho, J. (2012). La evaluación de proyectos colaborativos a gran escala basados en wikis mediante el análisis de redes sociales. (pp. 117-145). Colección Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius. Universitat de Barcelona. Barcelona.
- Sosa, M. y Rodríguez, C. (2009). *Prácticas de Enseñanza para el logro de Competencias. Resultados de una Experiencia Didáctica apoyada en Moodle*. IV Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. San Luis. Argentina.

**ISBN 978-987-544-675-5**



Este libro se terminó de editar en el mes de Noviembre de 2015, en la  
Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.  
Buenos Aires, Argentina