



UNA PROPUESTA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE INTEGRADORA DE ALGEBRA LINEAL EN EL MARCO DE FORMACIÓN DE COMPETENCIAS

Marcela R. Carranza, Gabriela Andino, Silvia Miró Erdmann, Marcela Natalia Baracco
Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales- Universidad Nacional de San Luis –Argentina

marcarr@fices.unsl.edu.ar

Enseñanza Superior

Uso TIC- Modelo de Leontieff- Resolución de problemas- Competencias-

Resumen

Nuestro marco apoya la tesis de que la enseñanza a través de resolución de problemas contribuye a encontrar sentido a la tarea. En este marco se entiende que el modelaje colabora en la formación de competencias profesionales de los estudiantes a la vez que representa una metodología válida y viable para mejorar los procesos de enseñanza con impacto en el aprendizaje. Se presenta una propuesta de enseñanza- aprendizaje que intenta integrar temas de algebra lineal en estudiantes de ciencias económicas a través de problemas de aplicación que se pueden presentar en la vida real y profesional. El recurso de plantear actividades integradoras mediante problemas es pertinente y resulta ser un medio eficaz para introducir aplicaciones teóricas muy importantes como es el Modelo De Leontieff.

Esto contribuye a mejorar el aprendizaje conceptual de la matemática, mejora sus habilidades para trabajar en grupo y para resolver problemas en trabajo cooperativo, a la vez que interpretar textos académicos. Se trabajan contenidos transversales como lo son la comprensión de textos académicos y la procedencia de los mismos cuando éstos son provistos por páginas web de la Internet.

Es decir, que mediante la resolución de problemas se puede intentar capacitar al alumno en el *saber* (contenidos de algebra lineal), en el *saber hacer* en un contexto (resolución de problemas reales), y en el *saber ser* (implicancias éticas en las decisiones cuándo se adopta un modelo teórico).

1. Introducción

En la nueva agenda universitaria se ha incluido como política estrechamente vinculada al desarrollo socio productivo del país, la línea de enseñar por competencias a los futuros profesionales, ya que estos actúan como nexo entre los sistemas educativo y productivo. En virtud de ello, el diseño curricular elaborado por competencias está siendo validado por diversas experiencias pedagógicas en las universidades intentando mostrar su eficiencia y eficacia en la formación de profesionales.

La propuesta presentada se trabajó una clase especial de matemáticas con el propósito de investigar las motivaciones de los alumnos frente a diferentes factores que eran necesarios analizar en una enseñanza universitaria. De ser satisfactorias sus conclusiones, podría dar curso a la implementación de nuevas formas de enseñar el contenido matemático en esta asignatura.

Datos de un reporte de investigación anterior de este equipo demuestra que la competencia para resolver problemas es una condición necesaria para la comprensión de nuevos conocimientos matemáticos. Y, que las condiciones de contexto institucionales en que se da una enseñanza y un aprendizaje y extrauniversitarias (sistema de enseñanza media) pueden modificar el desarrollo de esta competencia en uno u otro sentido. Que la metodología empleada hasta el momento en cursos de matemática iniciales no aportan significativamente a



desarrollar la competencia y, por lo tanto a mejorar la comprensión. Por lo tanto, se debe afrontar el desafío de plantear cursos que apunten al desarrollo de la competencia de resolver problemas y no solo atiendan al contenido. El presente trabajo tiene entonces, como objetivo central mejorar la enseñanza de la matemática mediante la resolución de problemas como medio para asegurar una mejor calidad de los aprendizajes, teniendo en cuenta que se enseña matemática a no matemáticos. Se parte de la concepción de que el quehacer matemático es un acto de darle sentido a las ideas matemáticas, buscar patrones y relaciones, comunicar las ideas, usar métodos empíricos. Como consideración previa puede decirse que los problemas de aplicación introducidos como mera ejercitación en las guías de trabajos prácticos destinadas a los alumnos, no resultan de gran motivación si no son trabajadas de otra manera en el contexto áulico. Pretendemos que la introducción del modelado matemático como herramienta de enseñanza sea un instrumento válido y viable para mejorar el grado de aprendizaje y motivación de los alumnos y desarrollar competencias ¹exigidas en su futuro profesional.

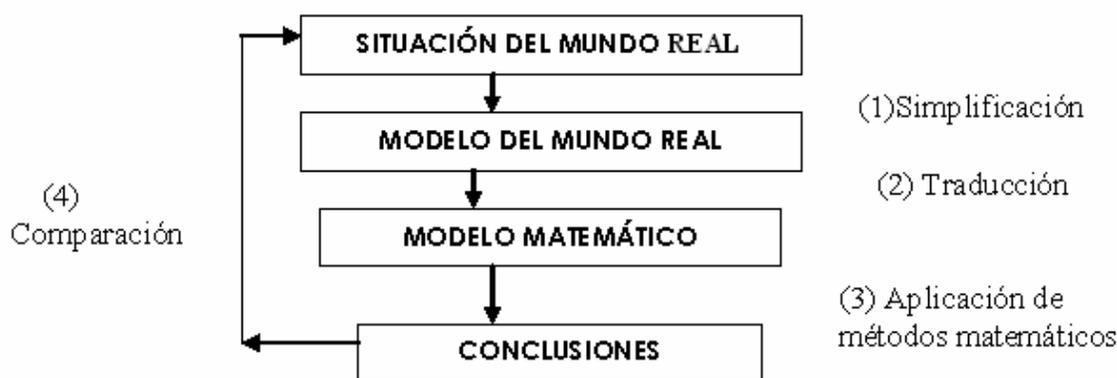
La metodología empleada se inscribe como una introducción a la modelización. Ya que si bien el trabajo sobre las unidades didácticas (trabajo llevados a cabo individualmente por los alumnos dentro del aula para aprender los conceptos matemáticos por construcción del modelo a partir de una situación usual en sus estudios), el trabajo en proyectos para trabajar modelos matemáticos que responden a situaciones de su vida profesional, no se llevó a cabo como tal, puesto que en este primer ensayo fue realizado dentro del aula y no fuera de ella.

Como se sabe, esta metodología fue pensada para ayudar a desarrollar experiencias en los primeros años de la universidad, enseñando matemática para no matemáticos, como es el caso de los alumnos sobre los cuales se realizó la experiencia.

2. Metodología utilizada

Para la metodología de modelización, se hace uso del siguiente:

ESQUEMA DEL PROCESO DE MODELIZACIÓN



¹ Se toma como concepto de competencia "el conjunto de saberes (saber, saber hacer, saber estar y saber ser –conocimientos, procedimientos y actitudes) combinados, coordinados e integrados en el ejercicio profesional". El dominio de estos saberes le "hace capaz" de actuar a un individuo con eficacia en una situación profesional. (Tejada, 1998).



La propuesta metodológica está centrada en los siguientes puntos:

1. Presentación de una situación simplificada del mundo real.
2. Traducción de la situación en terminología matemática y obtención del modelo.
3. Trabajar sobre el modelo y resolución del problema.
4. Presentación de la solución en términos no matemáticos.

Por otra parte la propuesta se puede inscribir en la Teoría de Situaciones Didácticas de Guy Brousseau, ya que son tareas organizadas de modo que el trabajo que demanda produzca el aprendizaje del conocimiento del Modelo de Leontieff.

Las actividades que se proponen en la primera parte al alumno si bien son altamente significativas en el propio contexto, sirven como encadenamiento para aprender el nuevo conocimiento, de modo que éste cobre sentido y significado para el y para los contenidos de matemática que está estudiando.

3.- Propuesta áulica

Esta propuesta de Enseñanza Aprendizaje fue diseñada y aplicada para alumnos de primer año de Ciencias Económicas.

El tiempo utilizado fue de tres horas.

Con la finalidad de propender a la formación educativa propia de la enseñanza universitaria a la vez de un enriquecimiento cognitivo, se planteó una propuesta que atendió a diversos objetivos. Para dar cumplimiento a los mismos, la intervención de los docentes apuntó esencialmente a promover el uso de estrategias de resolución de problemas. Asimismo hubo observación no participante en los grupos. Tanto el docente con observación no participante como los participantes elaboraron sus observaciones.

La propuesta se dividió en dos partes bien diferenciadas:

I) La primera parte tuvo como objetivo principal la integración de los temas desarrollados en álgebra lineal a través de situaciones reales aunque simplificadas del ámbito de las ciencias económicas, entendiéndose que se debe capacitar a los alumnos para que sean capaces de relacionar los conocimientos matemáticos y las habilidades adquiridas con las situaciones presentadas para poder saber usar la matemáticas en fines prácticos. O sea, reconocer el valor del conocimiento matemático en la resolución de situaciones de la vida real en general y del ámbito económico en particular.

En esta parte se proveyó de material didáctico a los alumnos, en el cual se plantean problemas concretos de naturaleza económica, en los cuales surge como herramienta fundamental los conocimientos proveídos por el álgebra matricial.



Se trató de indagar sobre los siguientes aspectos: a) Análisis y discusión de los procesos puestos en juego para resolver las tareas en pequeños grupos. b) Aprendizaje cooperativo a través del intercambio que se produce en pequeños grupos.

II) La segunda parte tuvo dos objetivos principales - además de darle continuidad a la primera de ellas y que fueron preparatorias para la adquisición de un conocimiento más complejo. Uno de ellos fue introducir el concepto de Matriz Insumo- Producto o Modelo de Leontieff, intentando que se reconociera el valor del mismo desde diferentes contextos de las ciencias sociales. Este concepto deviene de un problema técnico real, que se expresa en términos matemáticos (Modelo de Leontieff) y la interpretación del mismo, la resolución y la interpretación de los resultados en términos del problema y la extracción de conclusiones de la situación planteada requiere mayor grado de conocimiento. Como los alumnos a esta altura de la carrera (incipiente) aún no han abordado temas de economía, el análisis es más bien intuitivo pero permite integrar los conocimientos de álgebra lineal y hasta producen conocimientos propios a partir de sus conclusiones.

Esto, consideramos, puede ayudar a que un alumno aprenda a hacer en un contexto.

La modalidad adoptada en este caso para abordar el estudio del tema fue a propósito de cumplir un segundo objetivo: ahondar en el uso apropiado de los recursos que las páginas web brindan en el ámbito académico. Respecto a esto último se entiende que el alumno debe prepararse para utilizar inteligentemente y con responsabilidad ética los recursos tecnológicos actuales. Por ello la discusión del Modelo se hizo mediante textos extraídos de páginas web seleccionadas por los docentes a ese efecto. Es decir, que como contenidos transversales al Modelo de Leontieff se trabajó la comprensión de textos y el manejo de Internet respecto a los textos académicos. En este caso, la indagación investigativa se hizo alrededor de: a) interpretación de textos y, b) exploración del modo en que aceptan los alumnos documentos bajados de Internet.

Este objetivo atiende a un problema muy común que se ha generado en estos tiempos como emergente de los nuevos modos de producción y acceso al conocimiento a partir del fenómeno tecnológico que ha acompañado a la globalización, que es el uso y abuso de Internet y sobre el cual bastante poco hacemos los docentes que no sea cuestionar: el “copy & paste” que se ha institucionalizado en el mundo académico y particularmente en los alumnos.

Los diferentes textos que se debieron analizar en grupos en esta actividad fueron muy variados y de amplio espectro para abordar desde diferentes ángulos la teoría de Leontieff: biografía de Leontieff, Críticas al modelo econométrico planteado, desarrollo del Modelo, problemas de aplicación del Modelo, bibliografía del modelo econométrico, relaciones entre matemática, econometría, y ciencias sociales.

Se destinó parte de la clase para abordar la importancia que reviste en la Universidad el reconocer un texto académico: artículo, ensayo, ponencias científicas, programas de estudios, monografías, a través de sencillas caracterizaciones de cada uno.

Posteriormente, también a partir de una segunda clasificación se les solicitó una segunda clasificación de los textos: la procedencia de la página web: enciclopedia, librería, página académica, página institucional, página



informativa, página personal, revista, wblogs u otras. Debe en este punto reflexionarse que para estos alumnos no es un tema menor familiarizarlos sobre el uso reflexivo de la web.

En este aspecto, se entiende que toda innovación educativa debe atender aspectos esenciales de la vida del estudiante como es la incorporación de nuevas tecnologías .Si la tecnología no es leída como organización social, no solo no dará cuenta de una mayor comprensión entre sociedad y ambiente sino que no permitirá reconstruir la relación que se establece entre la tecnología y su uso.

4 . Observaciones de las actividades efectuadas por docentes

Como se señaló en los objetivos planteados, las observaciones por parte de los docentes tuvieron como ejes los siguientes: a) Análisis y discusión de los procesos puestos en juego para resolver las tareas en pequeños grupos. b) Aprendizaje cooperativo a través del intercambio que se produce en pequeños grupos c) Adquisición de conocimiento del Modelo de Leontieff, d) Manejo de los textos de Internet

Así se tienen las siguientes:

- Al finalizar la tarea se los vio muy entusiasmados con las tareas asignadas y con deseos manifiestos de continuar con tareas similares. Al respecto debe notarse que no fue una característica del grupo de alumnos durante el cursado la motivación para la tarea.
- Cada uno de los 5 grupos conformados mantuvo su identidad. Por ejemplo: uno de los grupos decidió leer todo el texto antes de resolver el primer problema. Otro, trabajó independientemente de los docentes, evidenciando una gran concentración en las actividades propuestas y ello permitió no solo interpretar bien los problemas sino resolverlos por dos métodos diferentes. En un tercero, el aprendizaje cooperativo solo se dio entre algunos miembros del equipo, ya que uno de ellos se apartó y resolvió individualmente no aportando a la discusión. Un cuarto grupo fue muy comunicativo y pudieron interpretar mejor las situaciones a través de un trabajo cooperativo.
- Para poder producir un mejoramiento en sus producciones se deben implementar mecanismos de tareas colaborativas, ya que no están preparados para el trabajo autónomo.
- Después de un lapso de tiempo destinado a la tarea, y en algunos casos a instancias del docente, la mayoría de los grupos implementó estrategias de resolución de problemas.
- Entre los integrantes de un mismo grupo, primaron algunos individualismos hasta en la lectura de los textos. Luego de unos minutos advirtieron que si entre ellos cooperaban podían llegar a la resolución más eficiente de la tarea.
- Algunos creyeron que podían resolver las situaciones solo leyendo, hasta que advirtieron que no era la estrategia adecuada.



- Algunos comentaron entre sí, antes de leer las actividades, el porqué de esta actividad diferente a las habituales y llegaron a la conclusión que es para observar sus capacidades de resolución y comprensión.
- Las preguntas que hicieron a los docentes fueron pertinentes y totalmente de contexto. Sin embargo se observó que hay poca riqueza en el vocabulario.
- Luego de unos minutos se entusiasmaron con la tarea y vieron la aplicabilidad que tienen los temas dados de algebra lineal.
- Dependiendo de los textos virtuales que se le asignara a cada grupo, realizaron lectura comprensiva tomando apuntes, señalando o subrayando ideas principales, elaborando pasos matemáticos no explícitos, etc. Todos pudieron explicar los textos leídos y enmarcar el modelo de Leontieff desde diferentes ángulos, no necesariamente matemáticos. Así descubrieron a un Leontieff hombre, científico y un modelo matemático que aparentemente resuelve un sistema económico de un país.
- Pudieron rescatar las limitaciones del Modelo Insumo Producto, la vinculación del mismo con la generación de empleo en determinados sistemas industriales, las limitaciones e importancia de la matemática en un modelo económico con implicaciones sociales, el reconocimiento o no de la economía como ciencia.
- Pudieron distinguir, en función de la clasificación efectuada, la procedencia de los textos seleccionados a través de una búsqueda por Internet y por lo tanto, reflexionar sobre la veracidad de lo que en ellos se exponía, cuáles textos pueden ser usados como referencias científicas y cuales no.

5. Evaluación de la actividad por parte de los alumnos

Aspectos positivos:

- Todos coincidieron en que lo mas positivo de las actividades planteadas es que vieron una aplicación real de la asignatura en situaciones problemáticas que se pueden presentar en la vida y en la carrera. Que no tenían que esperar al “después” sino que ya mismo podían vivenciarlo.
- Consideraron a estas actividades como “muy importante para abrir sus mentes”.

Aspectos negativos:

- Opinaron que se sintieron muy observados y eso los limitó al principio en trabajar libremente, ya que este hecho ocurría por primera vez.
- Tuvieron serios problemas de interpretación no atribuibles a los problemas planteados, ni a los textos que dieron lectura sino a las limitaciones de su vocabulario.
- La interpretación incorrecta, impactó sobre la resolución de algunos problemas.
- Se presentaron algunas dudas para resolver ecuaciones lineales ya que se las variables no fueron nominadas como de costumbre.



- Al principio les fue difícil efectuar el cambio de registro entre el lenguaje coloquial de las situaciones reales, al lenguaje matemático.
- Consideraron que les faltó tiempo para realizar todas las actividades propuestas.

6.- Conclusiones

“El concepto de *competencia* es diverso, según el ángulo del cual se mire o el énfasis que se le otorgue a uno u otro elemento, pero el más generalizado y aceptado es el de “*saber hacer en un contexto*”. El *saber hacer*”, lejos de entenderse como “hacer” a secas, requiere de conocimiento (teórico, práctico o teórico-práctico), afectividad, compromiso, cooperación y cumplimiento, todo lo cual se expresa en el *desempeño*, también de tipo teórico, práctico o teórico-práctico. Por ejemplo, cuando alguien lee un texto e *interpreta* (saber hacer) ejecuta una *acción* (desempeño) en un *contexto teórico* (contenido del texto).”²

El equipo docente considera que si una de las competencias que son exigidas en el mundo laboral es el pensamiento orientado a la resolución de problemas y su aplicación práctica, este tipo de actividades ayuda a dinamizar su desarrollo.

Ha sido evidente que se logró la motivación para la tarea y que los contenidos matemáticos desarrollados lograron una real significación.

Que si bien la inteligencia, la capacidad de observación, y toda otra habilidad congénitas en un individuo, que permiten un fácil proceso de adaptación al medio y una resolución más o menos exitosa de problemas de índole práctica, las instituciones educativas y primordialmente la Universidad, debe contribuir que desarrolle estas habilidades en sus alumnos.

Que los docentes tenemos responsabilidades en propiciar un rico acercamiento a la tecnología digital, en particular, en lo que atañe a los documentos que aparentan ser producciones académicas y no son más que meras opiniones sin responsabilidad intelectual que los conduce muchas veces a que ellos mismos presenten documentos que rayan con el plagio y la falta de seriedad. Debemos ayudar a que ellos distingan su procedencia y el valor ético e intelectual de los mismos.

Por último, si, como dijo P. Puig Adam, Cálculo integral, 1972:

“ *Uno de los defectos fundamentales que tenía la enseñanza matemática, para técnicos en los comienzos del siglo era su exceso de abstracción, su inconsciente apartamiento de toda aplicación inmediata al mundo real. Ello motivó, como es sabido, una intensa reacción antimatemática en las escuelas técnicas, que quedó rápidamente frenada en cuanto los mismos técnicos se dieron cuenta de que la culpa de su incapacidad no*

² **Rodolfo Posada Álvarez** - Facultad de Educación, Universidad del Atlántico, Colombia- FORMACIÓN SUPERIOR BASADA EN COMPETENCIAS, INTERDISCIPLINARIEDAD Y TRABAJO AUTÓNOMO DEL ESTUDIANTE- Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653)



radicaba en la matemática en sí, sino en el modo cómo se las había enseñado” El cómodo pretexto: “Ustedes verán cómo esto se aplica en...” rara vez tenía confirmación.

entendemos que esta propuesta aporta concretamente a la realización de mejores prácticas en la enseñanza de la matemática a no matemáticos.

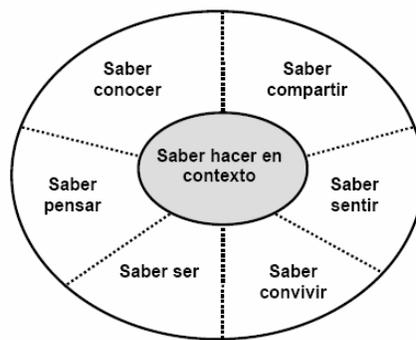
A partir de los aportes de opinión de los propios alumnos respecto a la actividad, se puede decir que este tipo de propuestas ayudan a dar sentido al conocimiento matemático, cuando se trata de matemática para no matemáticos. Por lo cual entendemos que se debe encontrar el modo de que estas actividades sean evaluadas, ya que no solo con los parciales escritos se puede evidenciar aprendizajes. Una producción por parte del alumno en esta dirección los prepararía además, para el mundo del trabajo, en el cual operan múltiples maneras de objetivación de soluciones y respuestas a las problemáticas que este mundo les presenta.

Que este tipo de actividades deben ser planificadas cuidadosamente antes de su implementación, para que cumplan con el objetivo que se plantea. O sea ; deben seleccionarse cuidadosamente:

- El contenido que se pretende enseñar.
- La planificación de las interacciones entre quienes aprenden y el conocimiento que se tiene que aprender.
- Las intervenciones y el papel del docente en una situación de clase.

El resultado obtenido en estas experiencias es que una buena práctica no consiste en que se coloquen situaciones problemáticas en el contexto de una guía de matemática, que mas bien están puestas a modo de “ilustración” de su aplicación sino en trabajar esas situaciones en clases especiales con metodologías apropiadas. Los resultados son absolutamente diferentes porque se los condiciona a la elaboración de juicio crítico.

Como dice Rodolfo Posadas Álvarez, y que puede apreciarse en el grafico siguiente, “ el *saber hacer en contexto* es el núcleo central de una competencia, en torno al cual gravitan los otros saberes: *conocer, pensar, ser, convivir, sentir, compartir, etc.* “



Todo ello es sumamente necesario en la formación de un profesional de las ciencias sociales –Y, cuando enseñamos matemáticas, no debemos descuidar el perfil de ese profesional.



Referencias Bibliográficas

- Aravena. D. .M., Caamaño, E. C.(2000) *Análisis Epistemológico de los problemas presentados en los textos de álgebra usados en la enseñanza universitaria a partir de 1980*. En Libro resúmenes. Primer Evento Internacional matemática educativa e Informática. Universidad de Camaguey. Cuba.
- Berra, M (1994) *Innovación tecnológica e innovación social. Nuevos modelos organizativos*. Traducción de ANAHÍ GALLARDO VELÁZQUEZ Conferencia Magistral el día 24 de agosto de 1994 en la Sala de Consejo Académico de la UAM-Azcapotzalco.
- Brousseau. G.(1990). *Le contrat didactique : le milieu . Recherches en Didactiques des mathematiques*, 1990
- Díaz Barriga, F. “*Formación docente y educación basada en competencias*”, en: *Formación en competencias y certificación profesional*. Pensamiento universitario. No. 91. CESU-UNAM. 2000
- Farfan Marquez, R. M., Ingeniería Didáctica- Un estudio de la variación y el cambio. Grupo Editorial Ibero América. 1997
- Gonczy, A. *Enfoques de la Educación Basada en Competencias: la. Experiencia Australiana* (segunda parte). La Academia. Noviembre - diciembre de 1997. Disponible en: http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/academia/11/sec_8.htm, <http://www-ma4.upc.es/~andreu/>
- López, M. & Cordero, G. (2003, febrero-marzo). *La experiencia de validar un instrumento para evaluar revistas académicas electrónicas en Internet. Razón y Palabra*, 31. Consultado el 20 de noviembre del 2005. <http://www.razonypalabra.org.mx/anteriores/n31/mlopez.html>
- Oteiza, FIDEL y otros. (1998). *La tecnología informática como recurso transversal el currículo escolar: conceptos, experiencias y condiciones para su puesta en práctica*. En Revista Pensamiento Educativo. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Otero. M. .Fanaro Elichibehety,I (2001). *El Conocimiento matemático de los estudiantes que ingresan a la Universidad*. Revista Latinoamérica de Investigación en Matemática Educativa. Vol. 4. N 3. 2001. P.109-133.
- Polya. (1987). *Cómo resolver y plantear problemas*. G.Trillas. México.
- Posada, R. (1997) *La investigación en el aula: Una alternativa para el trabajo docente*. Santa Marta: Universidad del Magdalena, 1997.
- Posada Álvarez, R. - Facultad de Educación, Universidad del Atlántico, Colombia- *Formación superior basada en competencias ,interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante-* Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653)
- Puig Adam,P. “Cálculo Integral”. Edición 1972.SLADOGNA MÓNICA G. *Una mirada a la construcción de las competencias desde el sistema educativo. La experiencia de Argentina (2000)*. Artículo Disponible en <http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/boletin/149/pdf/sladog.pdf>
- Rodríguez Roa , E. *Educación y Educadores en el Contexto de la Globalización*. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653) - Universidad La Salle, México