

PLANTILLA: *Formato de Ponencias*

- **Apellido y Nombre de los/as autores/as.**

López Abel, Marín Andrea, Penci Cecilia, Yorio Daniel, Severini Hernán, Gómez Marcelo, Martínez Marcela, Melchiorre Mariana, Larrosa Nancy, Saldís Nancy, Ribotta Pablo, Carranza Patricia, Martínez Susana, Gianna Vicente.

- **Institución/es.**

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba

- **Dirección/es de correo/s electrónico/s.**

lopez.ag@gmail.com, ma.andrea.marin@gmail.com, cpenci@gmail.com,
dlyorio@educ.ar, hernanseverini@gmail.com, mgomez@cnm.unc.edu.ar,
marcelamartinez78@hotmail.com, mmelchio@hotmail.com, nancylarrosa@gmail.com,
nanciesaldis@yahoo.com.ar, pribotta@agro.uncor.edu, pamacar@gmail.com,
susanamartinezriachi@gmail.com, vicente.gianna@gmail.com

- **Eje en el que se inscribe.**

Posgrados a distancia: desarrollos, oportunidades y desafíos.

- **Tipo de comunicación**

ponencia

- **Abstract**

Este artículo describe el desarrollo y los resultados obtenidos en la puesta en práctica de una experiencia innovadora en la Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (FCEFYN) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), para facilitar la construcción de conocimientos científico-tecnológicos. La población de estudiantes estuvo constituida por profesores de diversas ramas de las ciencias experimentales pertenecientes a diversas provincias y países, quienes trabajaron con sensores multiparamétricos computarizados en experiencias diseñadas por ellos mismos luego de una introducción y capacitación para la

adquisición y procesamiento de los datos en tiempo real. Las experiencias se desarrollaron en grupos a lo largo de tres días de manera intensiva, ya que luego volverían a sus lugares de origen, lo que obligó al uso de estrategias a distancia para el procesamiento y tratamiento de la información. La evaluación de proceso durante el desarrollo de las experiencias de laboratorio y el análisis de los discursos utilizados en foros, wikis y trabajos presentados permiten afirmar que fue posible una contribución importante en su formación de posgrado al haber logrado la transposición de los conceptos científicos y teorías de enseñanza aprendizaje a experiencias de laboratorio.

- **Palabras Claves**

posgrado, sensores, aula virtual, experimentación

- **Subtítulos**

INTRODUCCIÓN

El uso de plataformas y redes en la educación de posgrado es hoy una práctica frecuente, pero ya insuficiente en algunas ramas de las ciencias. La creciente conectividad de la aparatología de laboratorio en ingeniería y otras ramas del conocimiento hace que en las prácticas pedagógicas se torne indispensable incluir también procedimientos de obtención y procesamiento de la información que permitan el trabajo colaborativo y a distancia.

El objetivo de este trabajo es describir la experiencia y los resultados de la incorporación de recursos materiales y metodológicos con Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la capacitación de la reciente cohorte formada por veinticinco estudiantes, docentes de diferentes ciencias experimentales, y diversos países y provincias, que se realizó en el marco de la maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología (FCEFyN – UNC) para mejorar y potenciar los procesos de enseñanza-aprendizaje de conocimientos científicos, tecnológicos y pedagógicos significativos. En este contexto se vuelve necesario definir algunos conceptos que suministran elementos de referencia para su interpretación.

La teoría o enfoque **constructivista** de la enseñanza, fundamenta su máxima expresión en el proceso de descubrir, organizar, reconstruir y construir, donde el ser humano es capaz de elaborar conceptos tal como lo hace con los objetos. Destaca que la manera de

adquirir el conocimiento es mediante la exploración y la manipulación activa de objetos e ideas, ya sean abstractas o concretas, en un mundo físico y social en donde somos protagonistas. R. Driver (1987) [1] sostiene que en el método pedagógico constructivista es el estudiante quien asume el papel esencialmente activo para aprender. El modelo constructivista está centrado en el aprendiz, en sus experiencias previas de las que hace nuevas construcciones cognitivas, y considera que la construcción se produce cuando el sujeto interactúa con el objeto del conocimiento [2], cuando lo realiza en interacción con otros [3] y cuando es significativo para el sujeto [4]. Estos presupuestos básicos dieron origen al modelo denominado *Entornos de Aprendizaje Constructivista* [5] que tiene por fin diseñar espacios que comprometan a los estudiantes en la elaboración del conocimiento. Este consiste en una propuesta que parte de un problema, pregunta, ejemplo o proyecto como núcleo del entorno para el que se ofrecen al que aprende varios sistemas de interpretación y de apoyo intelectual derivados de su contexto para resolver las situaciones.

El constructivismo como estrategia de enseñanza aprendizaje precisa de la interdisciplinariedad para preparar a los estudiantes a realizar la transposición de contenidos que les permitan solucionar holísticamente los problemas que enfrentarán en su futuro desempeño profesional. El concepto de **interdisciplinariedad** varía de acuerdo a los autores consultados. Torres (1994) y Mañalich (1998) [6] [7] la consideran como una forma particular del trabajo científico o como un proceso en el que está necesariamente presente una relación de cooperación entre los especialistas que han madurado en sus propias disciplinas y buscan enriquecer y enriquecerse en sus aportes.

Al perseguir la meta social de la interdisciplinariedad cobra relevancia el **aprendizaje colaborativo** donde los estudiantes, trabajando en pequeños grupos, desarrollan habilidades de razonamiento superior, pensamiento crítico y de sociabilización del conocimiento. Cabero (2000) [8] unifica las vertientes de aprendizaje colaborativo y cooperativo en una definición única y establece que el trabajo colaborativo es una metodología de enseñanza basada en la creencia de que el aprendizaje se incrementa cuando los estudiantes desarrollan destrezas de sociabilización del conocimiento para solucionar los problemas y acciones educativas.

El aprendizaje **colaborativo mediado**, según Lipponen (2002), se basa en los procesos generados a través de la interacción entre las personas y las informaciones mediante las

TICs. Está centrado en el estudio sobre la manera en que la tecnología informática puede mejorar la interacción entre iguales y el trabajo en grupo para facilitar el compartir y distribuir el conocimiento y la experiencia entre los miembros de la comunidad de aprendizaje [9].

Las nuevas TICs utilizadas con destreza docente permiten actividades que promueven la comprensión y el análisis crítico de modelos para la construcción del conocimiento [10]. A su vez, desempeñan diversas funciones: a) motivadora en la medida que su aplicación torna más atractiva la experiencia de aprendizaje y promueva el interés del alumno, b) investigadora, porque a través de ella se ofrecen al alumno entornos para que indague, controle variables y tome decisiones, c) formativa, porque apoyan la presentación de los contenidos integrando diversas actividades sobre ellos [8].

Cuando se habla de **TICs** en educación se piensa en general en las plataformas y redes habitualmente usadas, pero en realidad el término es más abarcativo, ya que en el caso de un posgrado, e incluso en el grado universitario, es cada vez mayor el nivel de conectividad que posee el instrumental utilizado en el desarrollo de las tareas que son propias de la actividad científica. Por otra parte, la formación de formadores es clave para impulsar la mejora en la calidad de la enseñanza de las ciencias y la tecnología. Gros y Silva (2005) [11] señalan que es necesaria la difusión de prácticas innovadoras en la enseñanza actual. Los docentes requieren de las destrezas adecuadas y el reto es que no solo tienen que aprender los alumnos sino los docentes y las propias instituciones.

El objetivo de la creación de la maestría citada es contribuir en la producción de conocimientos que aborden problemas educativos de las ciencias experimentales y tecnología para la actualización permanente del conocimiento. La población de estudiantes estuvo constituida por docentes de diferentes provincias y países, cursando clases presenciales de manera intensiva en los meses de febrero y julio. Considerando este panorama, los profesores de la asignatura “Experiencias prácticas de laboratorio: usos educativos de sensores multiparamétricos asistidos por computadora” propusieron la aplicación del modelo *Entornos de aprendizaje constructivista, interdisciplinario y colaborativo mediado* con el objetivo de integrar Matemática, Física y Química alejándose del esquema de cátedras aisladas y promoviendo la síntesis de contenidos conceptuales y procedimentales. En este sentido, se dedicaron los tres días presenciales a la práctica experimental de laboratorio para luego realizar un trabajo a distancia facilitando el acceso

al nivel de posgrado a estudiantes que por diversa índole están imposibilitados de cursar todo un periodo presencial.

Por último, por tratarse de una experiencia en posgrado, se hace necesario incorporar algunos conceptos referidos a la motivación de los profesores. La Teoría motivacional de Abraham Maslow [12] es sin duda la más divulgada sobre la motivación en el trabajo. Los cinco estadios que considera como generadores de motivación son:

- Necesidades fisiológicas: Se refieren a la necesidad de trabajar para obtener un sueldo que permita garantizar la subsistencia; es un nivel bajo de motivación.
- Necesidades de seguridad: Dentro de este apartado podemos ubicar la estabilidad laboral y la seguridad que ofrece el grupo de compañeros de trabajo.
- Necesidades sociales: Se refieren a la pertenencia a un grupo, el ser aceptado. Si estas necesidades sociales son frustradas, las personas pueden comportarse de manera hostil hacia los objetivos de la organización, negándose a colaborar.
- Necesidades del yo: Son las relacionadas con la autoestima, como la confianza en sí mismo, la independencia, el éxito, el status, el respeto por parte de los compañeros.
- Necesidades de autorrealización: Permiten desarrollar potencialidades de ser creadores, conseguir liderazgo, autoestima, convencidos que son capaces de llevar a cabo proyectos interesantes, y obtener reconocimiento.

DESARROLLO

El planteo metodológico para la innovación implicaba como primer paso, la integración de contenidos mediante experiencias de laboratorio. Esto llevó al equipo de profesores capacitadores a realizar una etapa de realización de ateneos para lograr la adecuación de la metodología, el mantenimiento de los equipos computarizados, el diseño de actividades que efectuarían los estudiantes de manera presencial y virtual, y la preparación de instrumentos y materiales de laboratorio. Cada una de las actividades tuvo su fase de prueba que consistió en la puesta a punto de los sensores, la carga del software y la comprobación de las experiencias prácticas. Se tomaron fotografías de los montajes y del instrumental que posteriormente se usaron para ilustrar guías y material de estudio, se construyó un compendio de conceptos básicos de matemática, química y física y se redactaron situaciones problemáticas que requirieran de la integración de contenidos. Se

tradujeron las especificaciones técnicas de operación y mantenimiento de los equipos y se redactaron en lenguaje coloquial. Aquí se incluyeron los rangos de las variables, los materiales con los que se fabricaron los sensores, la metodología de calibración, los factores de conversión, la constitución de los electrodos y el procedimiento para el almacenamiento de los mismos. Con estos materiales se compiló una Guía Práctica con imágenes, experiencias, y contenidos teóricos y a continuación se redactó un libro en formato papel.

Paralelamente, para la puesta en práctica del trabajo colaborativo mediado, se generó y se puso en marcha un aula virtual en el Laboratorio de Enseñanza Virtual (LEV) de la FCEFYN desde Moodle con un formato por temas. Se incluyeron presentaciones en power point con información referida a metodologías constructivistas, documentos en pdf relativos a manuales de uso, mantenimiento y calibración de sensores. Se incorporaron videos ilustrativos, tutoriales y los links para que los participantes envíen sus informes, se abrieron foros de debate y wikis. Corroborado el buen funcionamiento de los dispositivos se organizó y dictó, entre otros cursos y talleres, la asignatura “Experiencias prácticas de laboratorio: uso educativo de sensores multiparamétricos asistidos por computadora”, con validez para la Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnologías de la FCEFYN – UNC con modalidad *b-learning*, combinando actividades presenciales y a distancia.

El curso constó de cuatro etapas. En la primera se revisaron tópicos teóricos referidos a la enseñanza y al aprendizaje constructivo e integrado de las Ciencias y la Tecnología. En la segunda, la metodología de trabajo se basó en una experiencia modelo en base a un caso donde los profesores dramatizaron una situación con una pregunta implícita “¿Cuál envase conviene más para disfrutar de una cerveza bien helada: la lata o la botella de vidrio?” Para ello los profesores incitaron al debate, a la formulación de hipótesis, la utilización de sensores multiparamétricos, la adquisición de datos y trazado de gráficos, su interpretación y procesamiento con el programa DataStudio.

A partir de los registros gráficos, los participantes constituidos en grupos pudieron intervenir usando las diferentes herramientas del programa y luego de discutir y analizar los resultados, generaron modelos matemáticos. También se les plantearon ecuaciones determinadas y se les pidió que predigan los fenómenos físicos o químicos que podrían estar asociados a ellas.

En la tercera etapa se solicitó que reunidos de a pares diseñaran y probaran dos experiencias educativas de laboratorio, aptas para sus estudiantes, donde se aplicaran, tanto los conocimientos teóricos de corte constructivista, cuanto el instrumental disponible (Figuras 1 y 2). En esta etapa la presencia de los profesores capacitadores fue fundamental ya que asesoraron personalmente a cada uno de los equipos de trabajo en referencia a contenidos específicos para realizar las experiencias, calibración de sensores y provisión de materiales.



Figura 1



Figura 2

Una de las experiencias debía ser presentada en plenario final, y la otra tendría un tiempo estipulado para la entrega de sesenta días, por lo cual se hizo indispensable el uso del aula virtual para su concreción. En la cuarta etapa, las actividades se llevaron a cabo a través de este espacio donde los profesionales asistentes contaron con material bibliográfico de apoyo para construir el conocimiento. Los foros se destinaron para intercambiar información, elaborar documentos, selección y jerarquización de datos, realizar consultas, recibir y enviar comunicaciones y proponer los modelos matemáticos referidos a las variables tratadas.

La evaluación de la propuesta fue tanto de proceso como de producto. La de proceso se llevó a cabo a través de la observación y registro de los aspectos relevantes de las tareas de laboratorio y del análisis del intercambio comunicativo en el LEV. La de producto, evaluando la transposición didáctica de lo aprehendido a los trabajos finales presentados en el laboratorio y a través del aula virtual.

CONCLUSIONES

La descripción de todo fenómeno exige un análisis desde múltiples perspectivas. En este informe se seleccionaron dos de ellos por parecer relevantes y complementarias: la de los capacitadores y la de los docentes asistentes al curso. Los instrumentos de recolección de datos utilizados fueron la observación, encuestas y entrevistas. El registro se realizó en un cuaderno de notas y dispositivos electrónicos tales como las fotografías y filmaciones.

El equipo capacitador:

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede mencionar el trabajo colaborativo consiguiendo empatía y solidaridad entre los actores involucrados. Este aspecto se vio reflejado en la conformación de un equipo multidisciplinario sólido que trabajó responsablemente en cada una de las etapas del proyecto, dedicando tiempo extracurricular, esfuerzo, voluntad para la realización de reuniones, pruebas, ensayos, escritos, capacitaciones y todas las actividades que demandó el proceso.

Como productos de este trabajo se pueden enumerar:

- a) Elaboración del material didáctico con imágenes propias y experiencias prácticas posibles de ser llevadas a cabo con materiales existentes en cualquier laboratorio de ciencia y tecnología.
- b) El aula virtual que se abrió especialmente para el desarrollo de esta innovación con formato por temas donde se encuentran documentos, videos tutoriales, prezis, Power points, glosarios, etc. todos de elaboración propia.
- c) Redacción y edición del libro “Sensores: una exitosa experiencia interdisciplinar en la enseñanza de las ciencias” (ISBN 978-987-591-355-4) en formato papel que incluye contenidos e imágenes propios y experiencias de laboratorio con lenguaje coloquial.

Las entrevistas realizadas al equipo docente capacitador con el objetivo de comparar las necesidades con la Teoría Motivacional de Abraham Maslow, detectaron que la actividad desarrollada estuvo basada en la solidaridad satisfaciendo en primer lugar, su Necesidad Social. Expresaron que tenían confianza en poder llevar adelante este proyecto que al inicio pareció ambicioso, y que los motivó el enriquecerse en conocimientos, coincidiendo con la Necesidad del Yo. A su vez, la motivación intrínseca de los profesores, es decir el interés por el conocimiento y el aprendizaje de nuevos contenidos para mejorar su

práctica profesional docente se mantuvo siempre muy elevada durante el transcurso de todo el proyecto respondiendo ampliamente a la Necesidad de Autorrealización.

Los docentes asistentes:

25 profesionales con distintas formaciones académicas (Figura 3), todos dedicados a la actividad docente. El 30% de ellos son docentes de universidades de otros países latinoamericanos. Un 80% expresó no haber trabajado antes con los recursos utilizados como tampoco haber usado el aula virtual para el trabajo colaborativo. En la figura 4 puede apreciarse que el 96% de los asistentes otorga calificación entre 8 y 10 a la metodología de trabajo propuesta por los capacitadores.

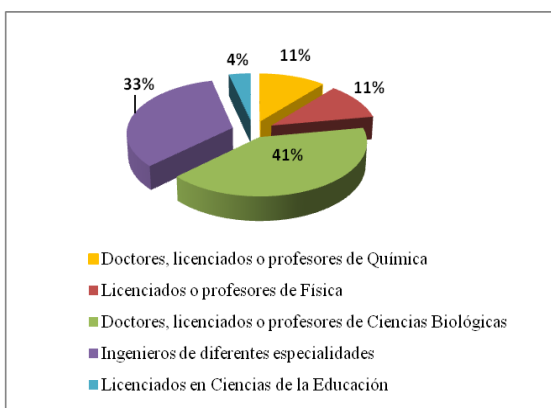


Figura 3

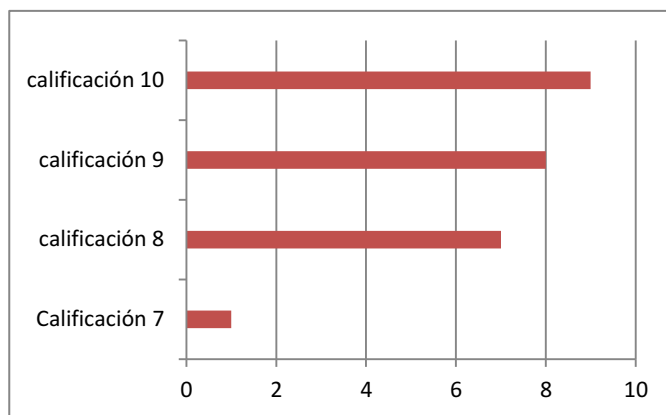


Figura 4

Para la acreditación del curso se consideraron por un lado las interacciones realizadas en espacios virtuales de trabajos colaborativos; por el otro la presentación de un trabajo final constituyendo once grupos considerando interdisciplinariedad y aprendizaje constructivista. Luego de dos meses de trabajo a distancia, los estudiantes presentaron su documento a través del aula virtual. Las propuestas fueron:

NOMBRE DEL TRABAJO	CARACTERÍSTICAS
¿Por qué el tubo del esnórquel es tan corto?	Población de nivel secundario, propone trabajar el concepto de presión hidrostática y capacidad pulmonar utilizando sensores de presión.
Relación del dióxido de carbono en	Utilizan sensores de presión para determinar gas

la textura del pan. Concentración de clorofila en función de la luz recibida	dióxido de carbono producido en una fermentación. En la segunda experiencia proponen uso del espectrofotómetro en nivel universitario y trabajo colaborativo a través de aula virtual.
El uso del suelo en el ecosistema del Chaco Salteño.	Una propuesta interdisciplinar de biología, formación ética y ciudadana, lengua, geografía e historia. Determinación de distintas variables tales como pH, conductividad, temperatura del agua, suelo y clima en la región diaguíta. Presentación del trabajo a través de wiki.
Utilización de Sensores de pH y de O ₂ disuelto en Experiencias de Laboratorio con alumnos del Ciclo Orientado en Ciencias Naturales	Consumo de medicamentos de venta libre y su impacto en pH estomacal. En el caso de la segunda, trabajan detectando, de manera indirecta, la actividad fotosintética. Propuesta para estudiantes del ciclo orientado del secundario.
Electrólitos disueltos de las bebidas deportivas isotónicas rehidratantes y aguas minerales.	Actividades destinadas a estudiantes de secundaria del ciclo orientado utilizando sensores de pH y de conductividad.
¿Cómo te tomas el mate?	Relacionar temperatura, de pH y de color. Actividad adecuada para estudiantes de nivel terciario.
Contaminación sonora en el taller del instituto secundario y la presencia de la laguna del Matadero en Isla Verde	Propuesta regional e interdisciplinar utilizando sensor de intensidad de sonido. Búsqueda de una solución a una problemática local.
La humedad es diferente a distintas temperaturas	Un trabajo que parte de la situación sufrida en las Sierras Chicas en el pasado verano referida a la

	deforestación y la inundación.
La temperatura afecta la intensidad del campo magnético de los imanes	Articular situaciones de la vida cotidiana de los estudiantes con contenidos propios de las ciencias. Utilizaron sensores de campo magnético. Presentación de trabajo a través de wiki. Propuesta para estudiantes universitarios.
Como encontrarle sentido a la práctica experimental en Física. “El peso del aire”	Los objetivos fueron poner a punto dos experiencias, verificar que los resultados sean los esperados y analizar los valores numéricos obtenidos. Propuesta para el nivel superior.
Uso de sensores multiparamétricos para el abordaje de las Problemáticas Ambientales	Se plantea la articulación de contenidos y aprendizajes interdisciplinarios: “Física y Astronomía” y “Ambiente, Desarrollo y Sociedad

Estos trabajos mostraron creatividad, aplicación de metodologías constructivistas tales como aprendizajes basados en problemas, trabajos colaborativos mediados a través de aulas virtuales o wikis, y el diseño de experiencias prácticas con los distintos instrumentos. Las síntesis de estos documentos fueron presentados en un plenario; el compartir las producciones se convirtió en un nuevo espacio de aprendizaje y enriquecimiento.

A través del aula virtual se realizó una intensa actividad contabilizándose más de doscientas intervenciones en trabajo colaborativo, consultas, opiniones y construcciones de modelos.

El participar de los cursos con el uso de novedosas herramientas de las TICs tales como los instrumentos de medición informatizados, además de acordar hábitos de trabajo en equipo de manera colaborativa para construir su propio conocimiento, convenir nuevas formas de expresión y de comunicación, es posible que resulte para los participantes una contribución importante en su formación de posgrado para ser aplicada en la enseñanza de grado.

La capacitación del profesorado no debería ignorar estos nuevos espacios de aprendizaje. La formación centrada en el aprendizaje constructivista, de manera colaborativa, en entornos virtuales de aprendizaje con nuevas tecnologías y la reflexión continua se vuelven centrales. Se presenta como urgente cambiar el modelo pedagógico que se tiene hasta hoy e incorporar en la formación del profesorado las herramientas para capacitarlo como un profesional que pueda diseñar entornos de aprendizaje para la construcción del conocimiento y no como un mero transmisor de información.

- **Bibliografía**

[1] R. Driver. (1987). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. Actas del II Congreso Internacional sobre investigación en la Didáctica de las Ciencias y la Matemática. Valencia, España. Disponible en

<http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v6n2p109.pdf>

[2] J. Piaget. (1997) Biología y conocimiento. Ed. Siglo Veintiuno, España.

[3] L. Vigotsky. (1978). Mind in society: the development of higher psychological process. Cambridge, MA: Harvard University Press.

[4] D. Ausubel, J. Novak & H. Hanesian (1978). Educational Psychology: a cognitive view (2a edición). New York: Holt, Rinehart & Winston. Reimpreso, 1986. New York: Warbel & Peck.

[5] B. Gros Salvat. (2008). Aprendizajes, conexiones y artefactos. La producción colaborativa del conocimiento. Editorial Gedisa. España.

[6] J. Torres Santomé. (1994). Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integral. Ed. Morata S. L. Madrid.

[7] R. Mañalich Suárez. (1998). Interdisciplinariedad y didáctica. p. 5. En Revista Educación. N° 94. La Habana. Cuba.

[8] J. Cabero. (2000) Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Editorial Síntesis. Madrid.

[9] L. Lipponen. (2002). Exploring foundations for computer supported collaborative learning en Aprendizajes, conexiones y artefactos: La producción colaborativa del conocimiento. Ed. Gedisa. Barcelona.

[10] C. Cámara, S. Giorgi. (2005). Educación en Ciencias e Ingeniería. Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, pp. 263-271.

[11] B. Gros Salvat y J. Silva Quiroz. (2005) “La formación del profesorado como docente en los espacios virtuales de aprendizaje”, Revista Iberoamericana de Educación. 36 (1) 3.

[12] A.H. Maslow. (1970) Motivation and Personality, Nueva York: Harper & Row.