



Programa de Educación a Distancia
Universidad Nacional de Córdoba
Secretaría de Asuntos Académicos

SENSORES MULTIPARAMÉTRICOS Y AULA VIRTUAL EN UN CONTEXTO INTERDISCIPLINAR DE LA INGENIERÍA.

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

Resumen: Son muchos los esfuerzos que se realizan en pos de lograr la interdisciplinariedad en las carreras de ingeniería (FCEFN-UNC), pero aún no se consigue superar la percepción de los estudiantes referida a la compartimentación de las distintas disciplinas y que las mismas están alejadas de la realidad profesional especialmente en los primeros años de estudios. Atentos a este problema, los profesores expresaron que el planteo de situaciones problemáticas sencillas que involucraran conceptos de Matemática, Física y Química y puedan ser resueltas a través de experiencias utilizando instrumentos similares a los usados en la actividad profesional, permitiría a los alumnos vivenciar las ciencias con mayor grado de realidad y aumentar su motivación intrínseca. Se adquirió instrumental TICs hasta formar cinco estaciones de trabajo informatizadas con netbooks e interfases para procesar datos mediante sensores electrónicos; los docentes se capacitaron, redactaron situaciones problemáticas similares a las reales y experiencias interdisciplinarias con estas nuevas tecnologías. Además se abrió un aula virtual, se realizaron Talleres Integradores y seminarios con estudiantes, docentes e investigadores. Dentro de los principales resultados observados se menciona una convocatoria de ochenta estudiantes a los cursos opcionales, la demanda de profesores por este tipo de capacitación y la redacción de un libro.

Palabras clave: sensores multiparamétricos, aula virtual, experimentación con TICs

Introducción y marco teórico



Importantes personajes históricos tales como Sócrates, Platón, Aristóteles, Comenio, Dewey, Piaget, Vigotsky, Ausubel, Mayer, Anderson, entre otros, han formado una variedad de marcos teóricos de cómo se aprende, y coincidentemente en sus perspectivas generales y sustantivas ellos concurren en que el ser humano aprende haciendo¹. Esta composición de conceptos origina, en su descripción cognitiva, la teoría o enfoque constructivista de la enseñanza, fundamentando su máxima expresión en el proceso de descubrir, organizar, reconstruir y construir, donde el ser humano es capaz de construir conceptos tal como lo hace con los objetos o cosas. El enfoque constructivista 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.

Esta concepción se fundamenta en los contenidos cognitivos derivados de la psicología, la sociología y la filosofía mencionando los siguientes presupuestos:

- El constructivismo es una postura psicológica y filosófica que argumenta que los individuos participantes forman o construyen gran parte de lo que aprenden y comprenden (Bruning et al., 1995).
- El constructivismo plantea que nuestro mundo es humano, producto de la interacción humana con los estímulos naturales y sociales que hemos alcanzado a procesar desde nuestras operaciones mentales (Piaget, 1997).

¹La teoría genética de Piaget, particularmente la concepción de los procesos de cambio, como las formulaciones estructurales clásicas del desarrollo operativo. La teoría del origen socio-cultural de los procesos pedagógicos superiores de Vigotsky, en particular lo que se refiere a la manera de entender las relaciones entre aprendizaje y desarrollo, y la importancia de los procesos de interacción personal. La teoría del aprendizaje verbal significativo de Ausubel. La teoría de la asimilación de Mayer y Kohlberg, dirigida a explicar los procesos de aprendizaje de conocimientos altamente estructurados. La teoría de esquemas de Anderson, Rumelhart y otros, las cuales postulan que el conocimiento previo es un factor decisivo en la realización de nuevos aprendizajes. La teoría de elaboración de Merrill y Reigeluth, que constituye un intento de construir una teoría global de la instrucción.



- El conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, construcción que se realiza con los esquemas que la persona ya posee (conocimientos previos), o que ya construyó en relación con su contexto.

Driver (1987) sostiene que en el método pedagógico constructivista es el estudiante el que 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 (Piaget, 1997); cuando lo realiza en interacción con otros (Vigotsky, 1978) y es significativo para el sujeto (Ausubel et al., 1978).

Gros Salvat (2011) propone el modelo denominado *Entornos de Aprendizaje Constructivista* cuyo fin es el de diseñar entornos que comprometan a los alumnos en la elaboración del conocimiento. Consiste en una propuesta que parte de un problema, pregunta o proyecto como núcleo del entorno para el que se ofrecen al aprendiz varios sistemas de interpretación y de apoyo intelectual derivado de su alrededor para resolver las situaciones. Es posible que éstas provengan de varias disciplinas tal como existen los problemas en la realidad. Si se considera que el constructivismo es en sí un constructo de variados componentes, podría concebirse a la interdisciplinariedad como una estrategia de enseñanza aprendizaje que prepara a los estudiantes para realizar transferencias de contenidos que les permitan solucionar holísticamente los problemas que enfrentarán en su futuro desempeño profesional.

Por otra parte al trabajo de construcción del conocimiento en grupos de personas se lo concibe como una alternativa centrada en el aprendizaje del estudiante que promueve el aumento de la comunicación, el respeto y la confianza entre los integrantes. Es bastante habitual escuchar que el incentivar el trabajo en grupos de estudiantes promueve la cooperación y la colaboración. Estos términos son utilizados en muchas ocasiones como sinónimos, pero en relación al aprendizaje colaborativo y cooperativo



es posible citar algunas características que los diferencian notablemente. De acuerdo con Dillenbourg (1999) el aprendizaje cooperativo requiere de una división de tareas entre los componentes del grupo. Esto implica que cada estudiante se hace cargo de un aspecto y luego se ponen en común los resultados.

Cabero (2000) unifica las vertientes de aprendizaje colaborativo y cooperativo en una definición única y establece que el aprendizaje colaborativo es una metodología de enseñanza basada en la creencia de que el aprendizaje se incrementa cuando los estudiantes desarrollan destrezas cooperativas para aprender y solucionar los problemas y acciones educativas en las cuales se ven inmersos.

El aprendizaje colaborativo mediado 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 hecho de compartir y distribuir el conocimiento y la experiencia entre los miembros de la comunidad de aprendizaje (Lipponen, 2002).

En relación a las tecnologías de la información y la comunicación, es cada vez mayor el nivel de conectividad que se viene logrando con el instrumental necesario en el desarrollo de las tareas propias de la ingeniería. La aplicación de las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje representa un reto y un cambio de metodología para los docentes, pero si se desea evitar un uso de las TICs con poco fundamento didáctico (Gómez González, 1998), es necesario documentar las pruebas a partir de puestas en práctica en el aula. En ese sentido se vuelve necesario implementar un espacio de intercambio y construcción de documentos compartidos a partir de la experimentación presencial.

En la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN) de la Universidad Nacional de Córdoba se ha generado la percepción entre los estudiantes que las distintas disciplinas se encuentran alejadas de la realidad profesional y que existe



Programa de Educación a Distancia
Universidad Nacional de Córdoba
Secretaría de Asuntos Académicos

compartimentación entre ellas. Atentos a este problema, profesores de los departamentos de Química Industrial y Aplicada, de Matemática y de Física de la mencionada facultad propusieron la aplicación del modelo del *Entorno de aprendizaje constructivista*, interdisciplinario y colaborativo mediado como una aproximación a la solución. A través de un proyecto de Mejoramiento de la Enseñanza de Grado de la Secretaría de Asuntos Académicos de la UNC se obtuvieron fondos para la adquisición del instrumental para verificar esa hipótesis. El objetivo general fue impulsar acciones de mejora en la calidad de la enseñanza de la ingeniería a través de la incorporación de recursos materiales y metodologías que faciliten la construcción de conocimientos científico-tecnológicos significativos, y como principal objetivo específico, promover acciones que permitan la síntesis de contenidos conceptuales y procedimentales mediante la realización de experiencias de laboratorio que integren la Matemática, la Física y la Química permitiendo alejarse del esquema de compartimientos aislados.

Metodología

Para lograr la elección de los recursos TICs para el aprendizaje mediado se realizó un relevamiento de los distintos equipos y sensores electrónicos disponibles en el mercado. Luego de un análisis de costos, calidades y factibilidades se decidió encargar sensores múltiples marca Pasco de uso didáctico para efectuar determinaciones de temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, sensores de presión dual, interfases USB Passport y netbook para cargarles el programa DataStudio que brinda información a través de tablas y gráficos matemáticos de forma inmediata. Los recursos didácticos TICs fueron seleccionados con la convicción que puedan llegar a ser elementos de simpatía entre los jóvenes y por ende motivadores para el aprendizaje.



Programa de Educación a Distancia
Universidad Nacional de Córdoba
Secretaría de Asuntos Académicos



Figura 1. Recursos TICs sensores e Interfases Passport

La capacitación del conjunto de profesores integrantes de este proyecto estuvo a cargo del personal técnico de empresas especializadas que mostraron las virtudes del equipamiento, su manejo y todo lo necesario para implementarlos en futuros talleres para estudiantes y docentes.

El equipo de docentes se abocó a la tarea de realizar ateneos y reuniones periódicas a los fines de lograr la profundización, el uso adecuado y el mantenimiento de los distintos equipos y programas. También se buscó información para el diseño y la redacción de las experiencias prácticas de laboratorio donde pudieran incluirse determinaciones con los sensores y contenidos que tiendan a la interdisciplinariedad. Cada una de las actividades tuvo su fase de prueba que consistió en la puesta a punto de los sensores, la adecuación de las escalas de graficación y la consecución de materiales y reactivos de laboratorio. Se construyó también un compendio de contenidos previos de matemática, química y física y se redactaron situaciones problemáticas donde el alumno requiera integrar los contenidos. El resultado de estas



acciones fue la producción de una Guía práctica con imágenes, experiencias, y contenidos teóricos.

Por otra parte se generó y se puso en marcha un aula virtual en el Laboratorio de Enseñanza Virtual (LEV) de la FCEFyN desde Moodle, se procedió a la matriculación de todos los profesores, se subieron los materiales didácticos, los manuales de uso, los documentos referidos al mantenimiento y calibración de sensores, se incorporaron foros de debate, los link para la subida de los informes de los estudiantes y otros espacios de información y participación.

Para poner a prueba los materiales didácticos elaborados, se llevó a cabo un taller piloto con alumnos, docentes y egresados voluntarios. La actividad duró una hora y media y se pudieron observar aciertos y errores a los fines de ajustar la redacción de los materiales didácticos y la metodología.

Puestos a punto todos los elementos, el equipo de trabajo decidió ampliar el espectro de destinatarios y dispuso generar espacios curriculares para los estudiantes de ingeniería de ciencias básicas, para los alumnos que cursan los últimos cursos de la carrera, y para los docentes de grado y profesionales que cursan su posgrado. Se procedió entonces a organizar consecutivamente el “1º Taller Integrador de Ciencias Básicas para Ingeniería Química”, el “Seminario intensivo: Uso de sensores multiparamétricos asistidos por computadora”, el “Taller de sensores asistidos por DataStudio”, el curso “Experiencias prácticas de laboratorio: uso educativo de sensores multiparamétricos asistidos por computadora” y el curso “El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación como herramientas de apoyo al proceso de enseñanza en ingeniería”.

Todos los recursos didácticos fueron adecuados a los destinatarios, pero básicamente la metodología de trabajo de corte constructivista se basó en la resolución de situaciones problemáticas a través de experiencias físicas o químicas con los sensores multiparamétricos, la interpretación, carga y envío de datos y gráficos matemáticos con



el programa DataStudio y el aprendizaje colaborativo mediado por el aula virtual. En este espacio los usuarios tuvieron la posibilidad de intercambiar información, elaborar documentos compartidos, cargar, seleccionar y jerarquizar datos, realizar consultas y recibir comunicaciones varias y seguimiento continuo de su trabajo.

Resultados y conclusiones

Uno de los primeros aciertos de esta experiencia innovadora ha sido el trabajar colaborativamente consiguiendo empatía y solidaridad entre los quince profesores involucrados, condición indispensable para lograr cualquier objetivo en la educación formal y no formal. Este aspecto se vio reflejado en la formación de un equipo sólido, que trabajó responsablemente en cada una de las etapas del proyecto, dedicando tiempo extra, esfuerzo, voluntad para la realización de reuniones, pruebas, ensayos, escritos, capacitaciones y todas las actividades que demandó el proceso. Los profesores identificaron contenidos transversales entre los departamentos y reflexionaron acerca de las nuevas metodologías para integrarlos.

Es de destacar el esfuerzo y el entusiasmo observado en todo el equipo para acercarse a las áreas de vacancia, es decir a las nuevas tecnologías e instrumentos que están comenzando a utilizarse en la vida profesional en servicio de la sociedad. El entusiasmo también se vio reflejado en la elaboración del material didáctico redactado en un lenguaje sencillo y con experiencias prácticas posibles de ser llevadas a cabo con materiales existentes en cualquier laboratorio de ciencia y tecnología. El aula virtual que se abrió especialmente para el desarrollo de esta innovación despertó el interés de algunos docentes que desconocían su uso y aprendieron a intervenir en ella con intenciones de replicarla en su asignatura.

La motivación intrínseca de los profesores, es decir el interés por el conocimiento y el aprendizaje de nuevos contenidos para mejorar su práctica docente, se mantuvo siempre muy elevada durante el transcurso de todo el proyecto.

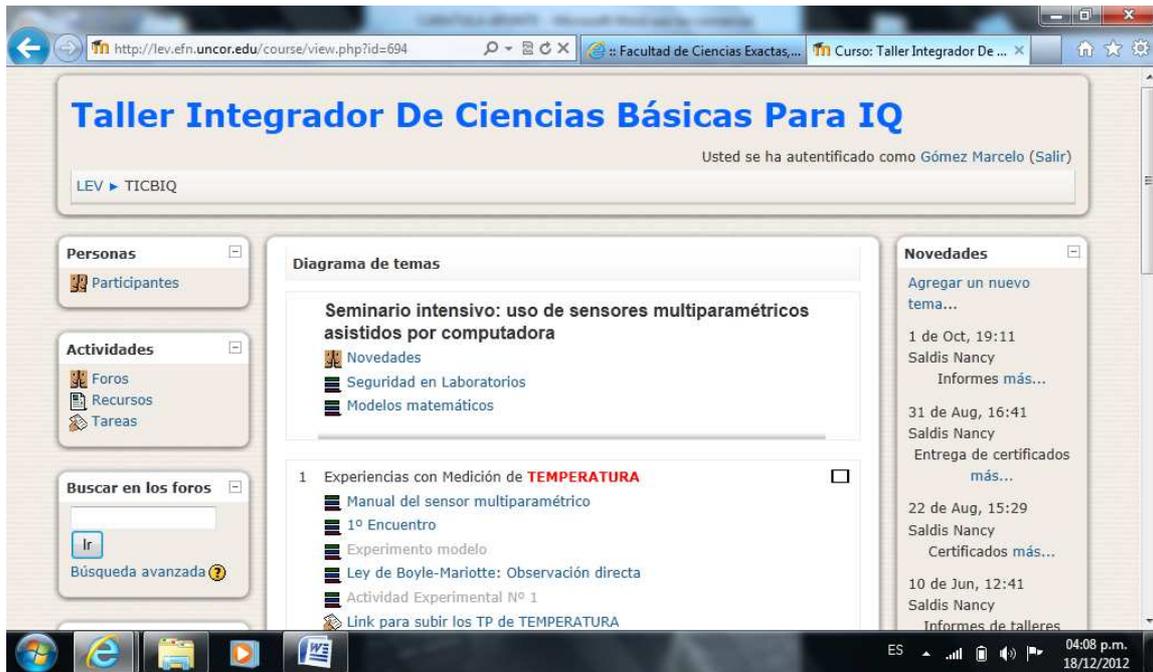


Figura. 2. Vista del aula virtual

El “1º Taller integrador de Ciencias Básicas para Ingeniería Química” estuvo dirigido a estudiantes de los tres primeros años de Ingeniería Química, se realizó entre los meses de marzo a junio de 2012 con una duración de 20 horas presenciales y 20 virtuales. Del taller participaron 58 estudiantes inscriptos voluntariamente excediendo el cupo planificado.

El “Seminario intensivo: Uso de sensores multiparamétricos asistidos por computadora” estuvo destinado a los estudiantes de todas las carreras de ingeniería de la FCEFYN que estuvieran realizando su Proyecto Integrador final en el último tramo de su carrera. Se llevó a cabo en el mes de septiembre de 2012 con una duración de 10 horas presenciales y 8 horas virtuales. Asistieron 21 estudiantes de manera optativa.



El “Taller de sensores asistidos por DataStudio” fue incluido en las propuestas de disertación del XVIII Congreso Latinoamericano de Estudiantes de Ingeniería Química realizado en el mes de agosto de 2012 en la FCEFYN con 8 horas de duración y una asistencia de 20 estudiantes y 3 docentes de diversos países. La encuesta realizada comprobó que los recursos TICs empleados en el taller no están siendo aplicados en otras universidades latinoamericanas.

En los tres espacios curriculares todos los jóvenes manifestaron haber trabajado en aulas virtuales pero desconocían la existencia y el uso de sensores multiparamétricos como así también los programas para procesar los datos que los sensores les aportaban.



Figura 3. Estudiantes participando de los talleres.



Programa de Educación a Distancia
Universidad Nacional de Córdoba
Secretaría de Asuntos Académicos

En el curso “Experiencias prácticas de laboratorio: uso educativo de sensores multiparamétricos asistidos por computadora” los usuarios fueron profesionales asistentes a la Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología de la FCEFyN, con una carga horaria de 40 horas. En entrevistas informales el 80% de los asistentes a este curso expresaron no haber trabajado con este tipo de recursos TICs como tampoco haber utilizado el aula virtual para el trabajo colaborativo y que los contenidos del curso les resultaron novedosos, atractivos y posibles de replicar en su práctica docente.

El curso “El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación como herramientas de apoyo al proceso de enseñanza en ingeniería” de 40 horas de duración se llevará a cabo en el próximo mes de abril y está destinado a profesores curiosos en nuevas tecnologías.

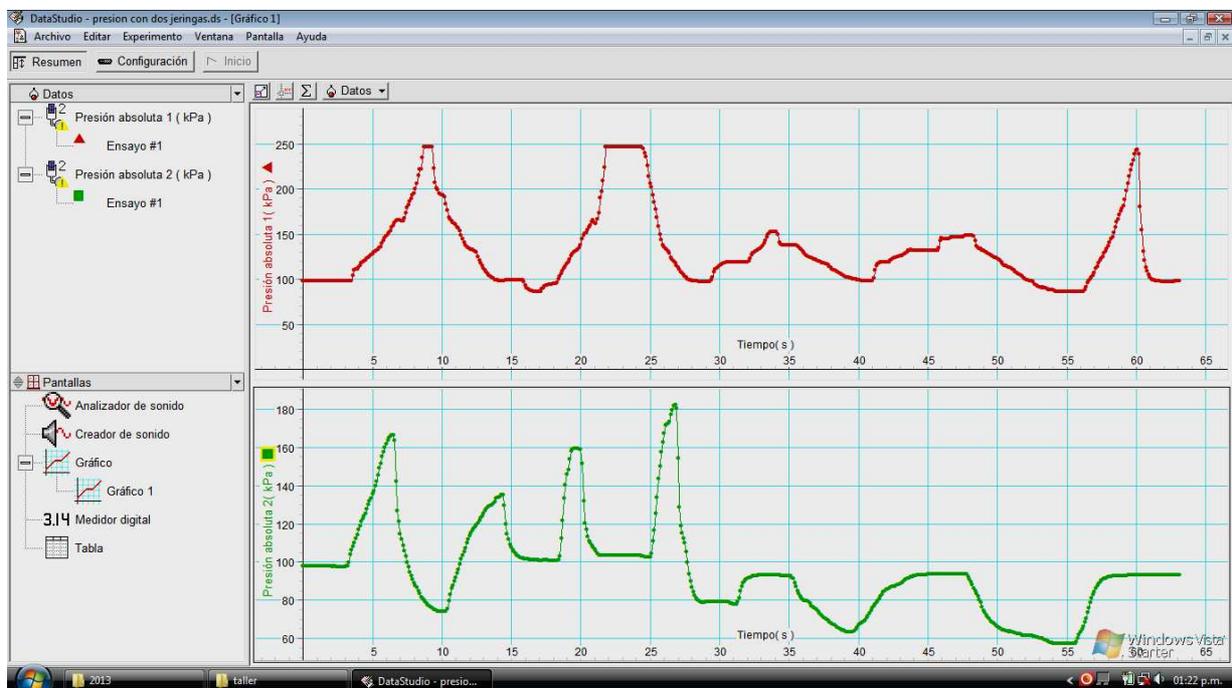


Figura. 4. Vista de la pantalla del programa DataStudio



Programa de Educación a Distancia
Universidad Nacional de Córdoba
Secretaría de Asuntos Académicos

Los logros en la enseñanza se reflejan en el resultado del aprendizaje. Por eso, si se ubica la mirada en los diferentes usuarios, estudiantes y profesores, es posible que se pueda realizar una visión más acertada de la innovación. En cada uno de los módulos se observó alumnos optimizando su práctica en el uso del instrumental de laboratorio, aprendiendo a usar los sensores multiparamétricos y cada una de las herramientas que posee el programa DataStudio, interpretando gráficas, ecuaciones matemáticas y relacionando contenidos.

Con respecto a los informes que realizaron los estudiantes puede afirmarse que estos fueron mejorando a medida que se desarrollaba el curso. Esto pudo advertirse a partir de los primeros trabajos que dieron cuenta de una elaboración pobre en contenidos, y que poco a poco se completaron con vocabulario técnico, formatos más adecuados y mejoraron la escritura de fórmulas y ecuaciones. La presentación de gráficos en diversos programas informáticos despertó el interés de los estudiantes por aprender nuevas aplicaciones y mejorar sus presentaciones.

La adquisición de los sensores multiparamétricos, la destreza adquirida por los profesores en las capacitaciones, y como valor agregado a esta innovación, la edición de un libro en formato papel con lenguaje coloquial, en nuestro idioma, con imágenes propias y con experiencias reales y comprobadas pueden ser un aporte significativo para mejorar la enseñanza. El libro, que se encuentra en etapa de edición, cuenta con un vocabulario simple con el objeto de lograr la divulgación de contenidos científicos, ya que está destinado a estudiantes y profesores de nivel medio y a todo aquel con necesidades de aprender cosas nuevas.

A raíz de las actividades virtuales y de la publicación de las acciones en las redes sociales, se ha detectado el interés por este tipo de conocimientos no sólo en estudiantes de otras carreras de la institución mencionada, sino también de alumnos de otras unidades académicas, como así también de docentes de varios niveles educativos e



investigadores que cuentan con instrumental similar pero desconocen su utilización y aplicación. A raíz de esto se está estudiando la implementación a futuro de cursos de capacitación en escuelas e institutos que lo demandan.

El participar de los diversos talleres, cursos o seminarios con el uso de novedosos recursos TICs tales como los instrumentos de medición informatizados, además de acordar hábitos de trabajo que permita el respeto por las ideas ajenas, participar en equipo de manera colaborativa para construir su propio conocimiento, convenir nuevas formas de expresión y de comunicación, es posible que resulte para los estudiantes una contribución importante en su formación de grado y de posgrado.

Es de destacar que estas acciones poseen un potencial de transformación ya que ha dado lugar a proyectos de investigación asociados al estudio de los aprendizajes de los estudiantes, a la interrelación de contenidos y la evaluación de los materiales didácticos utilizados en estas experiencias.

Referencias bibliográficas

AUSUBEL David., NOVAK Joseph. & HANESIAN Helen. (1978). *Educational Psychology: a cognitive view* (2a edición). New York: Holt, Rinehart & Winston. Reimpreso, 1986. New York: Warbel & Peck.

BRUNING Roger, SCHRAW Gregory y RONNING Royce. (1995). *Cognitive Psychology and instruction*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

CABERO Julio. (2000) *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación*. Madrid. Editorial Síntesis.

DILLENBOURG Pierre. (1999). *Collaborative learning. Cognitive and computational approaches*. Pergamon Ed. Ámsterdam.

DRIVER Rosalin. (1987). *Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias*. Actas del II Congreso Internacional sobre investigación en la Didáctica de las



Programa de Educación a Distancia
Universidad Nacional de Córdoba
Secretaría de Asuntos Académicos

Ciencias y la Matemática. Valencia, España. Disponible en <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v6n2p109.pdf> consultado el 22 de mayo de 2011.

GÓMEZ GONZÁLEZ Emilio. (1998). "Nuevas tecnologías y enseñanza de la física". En Revista Española de Física vol 12, Nº 2, pág 44.

GROS SALVAT Begoña (2008). *Aprendizajes, conexiones y artefactos. La producción colaborativa del conocimiento*. España. Editorial Gedisa.

LIPPONEN Lasse. (2002). *Exploring foundations for computer supported collaborative learning en* Aprendizajes, conexiones y artefactos: La producción colaborativa del conocimiento. Barcelona. Ed. Gedisa.

PIAGET Jean. (1997). *Biología y conocimiento*. España: Ed. Siglo Veintiuno.

VIGOTSKY Lev. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.