



Para citar este artículo, le recomendamos el siguiente formato:

Miranda, A., Santos, G. y Stipcich, S. (2010). Algunas características de investigaciones que estudian la integración de las TIC en la clase de Ciencia. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 12(2). Consultado el día de mes de año en: <http://redie.uabc.mx/vol12no2/contenido-mirandasantos.html>

Revista Electrónica de Investigación Educativa

Vol. 12, No. 2, 2010

Algunas características de investigaciones que estudian la integración de las TIC en la clase de Ciencia

Features of the Researches that Studying the Use of ICTs in Science Class

Andrea Miranda (*)

amiranda@exa.unicen.edu.ar

Graciela Santos (*)

nsantos@exa.unicen.edu.ar

Silvia Stipcich (*)

sstipci@exa.unicen.edu.ar

* Grupo de Educación en Ciencia y Tecnología (ECientTec)
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Paraje Arroyo Seco s/n C.P. B7000GHG
Tandil, Buenos Aires, Argentina

(Recibido: 30 de octubre de 2009; aceptado para su publicación: 9 de marzo de 2010)

Resumen

En los últimos años ha aumentado el interés por el estudio de la mediación tecnológica en los procesos educativos de todos los niveles de enseñanza. En este trabajo se comunican las características encontradas en las investigaciones actuales sobre ambientes de

aprendizaje que integran las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la clase de Ciencia. El análisis de las investigaciones emplea la técnica heurística V de Gowin, como una estrategia metacognitiva que permite identificar los aspectos relevantes del proceso de investigación. Se revisaron y describieron los diferentes trabajos seleccionados para determinar las tendencias actuales en el estudio de procesos de enseñanza y aprendizaje con tecnologías. Se pudo identificar que la mayoría de los trabajos analizados estudian los aspectos asociados con la efectividad didáctica del uso de las TIC y sólo unos pocos hacen referencia a los procesos interactivos que emergen de actividades de aprendizaje.

Palabras clave: Tecnologías de la información, metodología de la investigación, comunidades de aprendizaje.

Abstract

In recent years an increasing interest in the study of technological mediation in the educational processes at all levels of education. In this paper we communicate the characteristics found in current research on learning environments which integrate Information and Communication Technologies (ICTs) into a science class. Analysis of the research uses Gowin's heuristic technique V as a metacognitive strategy that allows the identification of the the relevant aspects of the research process. Reviewed and described were the different works selected to determine current trends in the study of teaching and learning processes using technology. It was possible to determine that the majority of the works analyzed study the aspects associated with the didactic efficacy of the use of ICTs, and only a few make reference to the interactive processes that emerge from learning activities.

Key words: Information technology, research methodology, learning communities.

I. Introducción

Los últimos trabajos en didáctica de las ciencias consideran que el alumno construye sus conocimientos en interacción con su entorno físico y social; que su producción depende no sólo de la estructura interna de sus conocimientos, sino también del tipo específico de actividad o "situación-problema" que se le propone (Johsua y Dupin, 2005). La incorporación de herramientas informáticas para mediar los procesos de enseñanza y aprendizaje enriquece el espacio interactivo. Tales herramientas facilitan las interacciones cognitivas y sociales (Moallem, 2001), e incorporan una nueva dimensión, la interacción con el sistema tecnológico.

Las TIC han impactado en los modos de concebir y reelaborar los conocimientos con diferentes niveles de complejidad. Su naturaleza simbólica y las posibilidades de manejo de información que ofrecen las convierten en posibles instrumentos psicológicos. Esto ocurre al considerar que su potencialidad semiótica puede ser utilizada para planear y regular la actividad y los procesos psicológicos de los sujetos implicados en la enseñanza y el aprendizaje.

Autores como Dede (2000), Coll, Mauri y Onrubia (2005), y Jonassen (1998) sostienen que las características y propiedades de las herramientas tecnológicas condicionan, pero no determinan, sus usos pedagógicos. Las mismas herramientas pueden dar origen a usos pedagógicos muy diferentes y a veces existe desfase entre los usos previstos por el diseñador tecnológico e instruccional y el uso real que se hace.

Desde la perspectiva constructivista del aprendizaje, el ambiente basado en tecnología involucra al alumno en una actividad o problema a resolver cuyo objeto es la comprensión y elaboración de conceptos científicos. En el diseño de estos ambientes es esencial identificar la estructura de la actividad necesaria para solucionar el problema y reconocer las herramientas cognitivas adecuadas para reforzar y vehicular las capacidades que tienen los alumnos para realizar dichas tareas (Jonassen, 2000). Las TIC son utilizadas como herramientas de construcción de conocimiento, al requerir que el alumno movilice pensamiento crítico y analítico mientras interactúa con ellas.

El propósito de este trabajo es identificar tendencias en las investigaciones sobre ambientes de aprendizaje que integran a las TIC en la clase de Ciencias. En cada trabajo se analiza: a) cómo los autores estudian tal integración, b) su impacto sobre el aprendizaje y c) cómo son los procesos interactivos entre el alumno, el conocimiento, el profesor y las herramientas.

En relación con estos objetivos, se seleccionaron trabajos que consideran aspectos tecnológicos (ambiente tecnológico, interfaz, herramientas interactivas) y didácticos (conocimientos, profesor, alumno, comunidad de aprendizaje) con el objeto de indagar de qué manera se estudian los procesos de interpretación y comunicación en estos ambientes.

A continuación se presenta una descripción de la metodología empleada, comenzando por el proceso de revisión que incluye la especificación de los criterios de selección de las publicaciones, las transformaciones que se realizaron sobre los datos y su análisis. Por último se presentan los resultados obtenidos y comentarios finales.

II. Metodología

Para identificar los artículos a analizar se delimitó la búsqueda a las revistas disponibles en Internet, considerando tanto aquellas de acceso gratuito como a las que se puede acceder a través del portal de la biblioteca electrónica de Ciencia y Tecnología de Argentina (www.biblioteca.secyt.gov.ar). Se revisó el tema de interés de cada revista, seleccionando las destinadas a trabajos de investigación en educación en ciencias con TIC. Con el objeto de identificar tendencias actuales en la investigación del tema, la búsqueda se acotó a los artículos publicados en el período 2005-2008.

Las revistas consultadas fueron: Computers and Education, the Internet and Higher Education, International Journal of Educational Research, Educational Technology & Society, International Journal of Artificial Intelligence in Education, Experiências em Ensino de Ciências (EENCI), Caderno Brasileiro de Ensino de Física, ENSAIO: Pesquisa em Educação em ciencias, Investigações em Ensino de Ciências (IENCI).

La búsqueda se profundizó a partir del significado del título y las palabras clave, con la intención de rotular cada artículo como reporte de integración de las TIC en el contexto educativo, evaluando la presencia de los aspectos *tecnológicos* y *didácticos*.

2.1 Dimensión tecnológica

La dimensión *tecnológica* hace referencia a trabajos que utilizan las TIC en el contexto educativo, asumiendo que la mediación instrumental permite actuar y modificar los objetos e intervenir en la formación de la capacidad cognitiva humana (Cole y Engeström, 1993), se definieron dos categorías para agrupar los artículos, a) *instrumental* y b) *comunicacional*.

Dentro de la categoría *instrumental* se consideraron los artículos cuyas palabras clave o título hacen referencia a un tipo de medio o herramienta tecnológica. Por ejemplo, se identificaron palabras tales como: computadora, Internet, virtual, applets, multimedia, e-Ciencia, interfaz, simuladores; y frases tales como: “mediado por computadora”, “computadoras portátiles inalámbricas”, “presentaciones animadas”, “diseño multimedia”, “basado en computadora”, “laboratorio virtual”, “modelado computacional”.

En la categoría *comunicacional*, se consideraron los artículos cuyas palabras o títulos daban cuenta de la comunicación que se establece entre las personas y los instrumentos, haciendo referencia a los procesos de interacción. Por ejemplo: interactividad, interacción, “ambiente de aprendizaje interactivo”, “interacción humano-computadora”, “comunicación sincrónica”.

2.2 Dimensión didáctica

Dentro de la dimensión *Didáctica* se consideran artículos que contienen como parte de su título o de las palabras clave el nombre de teorías y modelos de diseño educativo. También en este caso, la revisión determinó la conformación de dos categorías: a) perspectiva teórica (*Teorías*) y b) modos de intervención didáctica (*Estrategias*).

Dentro de la categoría *Teorías* se incluyeron aquellas expresiones que hacen referencia explícita a las distintas teorías de aprendizaje subyacente en el tratamiento de la investigación. Por ejemplo: centrado en la ecología de los recursos, aprendizaje colaborativo, comunidades de práctica, comunidades de

aprendizaje, aprendizaje cooperativo/colaborativo, ambiente de aprendizaje distribuido, carga cognitiva, memoria de trabajo, concepciones de los estudiantes, aprendizaje cognitivo, uso pedagógico de la teoría de la actividad, modelos mentales.

La categoría *Estrategias* se conformó con expresiones que describen las características de los diseños educativos. Entre las palabras que permitieron construir la categoría se pueden mencionar: enseñanza de la Física, modelado cualitativo, actividades expresivas, modelado cognitivo, formación docente, educación a distancia, rol docente, percepciones de los docentes, experiencias de aprendizaje, la enseñanza en el aula, eficiencia didáctica, didáctica de la ciencia, educación en ciencia, competencias docentes.

En total fueron seleccionados 33 artículos, los cuales son listados a continuación (Tabla I) y caracterizados según las dimensiones aquí comentadas. Esta clasificación permitió evidenciar la importancia que los autores asignan a dichos aspectos en la definición del título y palabras claves como elementos representativos del artículo.

Tabla I. Artículos seleccionados y los aspectos que consideran en títulos y palabras clave

Fuente	Dimensión tecnológica		Dimensión didáctica	
	Instrumental	Comunicacional	Teoría	Estrategia
1 (Luckin, 2008)	•	•	•	•
2 (McInerney, Roberts, 2004)	•		•	
3 (Zurita, Nussbaum, 2004)	•	•	•	
4 (Raeside, Busschots, Waddington, Keating, 2008)	•	•	•	•
5 (Kablan, Erden, 2008)	•		•	•
6 (Gerjets, Hesse, 2004)	•		•	•
7 (Underwood, Smith, Luckin, Fitzpatrick, 2008)	•		•	•
8 (Dix, Roselli, Sutinen, 2006)	•			•
9 (Zeep, 2005)	•			•
10 (Dickey, 2008)	•		•	•
11 (Stevenson, 2008)	•	•	•	•
12 (Schepers, Jong, Wetzels, Ruyter, 2008)	•	•	•	•
13 (Gomes, Ferracioli, 2006)	•		•	•
14 (Bohigas, Jaén, Novell, 2003)	•	•		•
15 (Araujo, Veit, Moreira, 2004)	•			•
16 (Jang Syh-Jong, 2008)	•			•
17 (Demetriadis, Papadopoulos, Stamelos, Fischer, 2008)	•	•	•	•
18 (Trey, Khan, 2008)	•	•		•
19 (Sun, Lin, Yu, 2008)	•			•
20 (Araujo, Veit, Moreira, 2008)	•	•		•
21 (Kozma, 2003)	•		•	•
22 (Cronjé, Fouche, 2008)	•		•	•
23 (Kong, 2008)	•		•	•
24 (Özmen, 2008)	•			•
25 (Munneke, van Amelsvoort, Andriessen, 2003)	•		•	
26 (Evans, Gibbons, 2007)	•	•	•	
27 (Rezende, Barros, 2008)	•	•		•
28 (Hennessy, Wishart, Whitelock, Deane, Brawn, la Velle, McFarlane, Ruthven, Winterbottom, 2007)	•			•
29 (Vogel, Girwidz, Engel, 2007)		•		•
30 (Komis, Ergazaki, Zogza, 2007)	•	•	•	•
31 (López-Morteo, López, 2007)	•	•	•	•
32 (Heckler, Oliveira Saraiva, Oliveira Filho, 2007)	•			•
33 (Yelland, Masters, 2007)	•			•
Total de artículos	31	14	19	29
Porcentaje	94%	42%	58%	88%

Como puede observarse en la Tabla I, la mayoría de los artículos revisados (94%) enfatizan las tecnologías que se utilizan, mientras que menos de la mitad (42%) mencionan la comunicación. Muchos de los estudios revisados (88%) eligen indicadores que hacen referencia al diseño educativo y más de la mitad (58%) mencionan las perspectivas teóricas que subyacen a la investigación. Sólo 7 (21%) de los artículos revisados ofrece indicadores de las cuatro categorías que fueron establecidas para las dimensiones *tecnológica* y *didáctica*, y sólo uno no presenta indicadores en la dimensión *tecnológica*.

Los artículos involucran distintos factores del proceso de aprendizaje que pueden ser estudiados desde las distintas disciplinas implicadas en el fenómeno. La *Ciencia* que se estudia (Komis, Ergazaki y Zogza; 2007, López-Morteo y López, 2007; Tholander, 2007); desde la *Pedagogía*, que focaliza en el modelo instruccional (Demetriadis, Papadopoulos, Stamelos y Fischer, 2008); la *Psicología*, que contribuye mediante conocimientos y teorías acerca de cómo los sujetos se comportan, procesan la información y actúan en grupos; la *Etnografía* que estudia las costumbres y tradiciones de los grupos sociales (Philip, 2007); la *Inteligencia artificial* que estudia el diseño de aplicaciones que simulen diferentes aspectos del comportamiento humano inteligente; la *Ingeniería del software* que estudia las técnicas de diseño y desarrollo de las aplicaciones; desde la *Sociología*, que estudia los comportamientos del hombre en sociedad, etc.

Los 33 artículos seleccionados fueron revisados nuevamente intentando identificar, en el resumen del trabajo, el nivel educativo, el campo de enseñanza que se trabajaba, el tipo de herramientas que se utilizaban y el contexto para el cual estaba diseñado el ambiente, distinguiéndose entre aquellos que emplean herramientas interactivas en el aula y aquellos que las utilizan para realizar tareas a distancia o fuera del ámbito escolar (en sus hogares o talleres).

Considerando que mayoritariamente se identifican las dos dimensiones (*tecnológica* y *didáctica*) el análisis se restringe a artículos de investigación que estudian el uso de las tecnologías con alumnos de nivel medio o universitario básico en el aula de ciencias¹. La muestra quedó conformada por un total de 10 artículos, que son listados en la Tabla II (considerando que el artículo número nueve está dividido en dos partes).

¹ El recorte de la muestra se vincula a los intereses de la investigación en la que se inserta este trabajo. El propósito general es conocer el papel de las tecnologías como instrumentos mediadores de la actividad que guían las prácticas educativas de nivel medio, a partir del estudio de los procesos interactivos que se construyen durante la significación en las clases de Física.

Tabla II. Muestra sobre la que se realiza el estudio

Nº	Título	Autor/es	Revista
1	How science students can learn about unobservable phenomena using computer-based analogies	Lana Trey, Samia Khan	Computers & Education (2008)
2	A study on learning effect among different learning styles in a Web-based lab of science for elementary school students	Koun-tem Sun, Yuan-cheng Lin, Chia-jui Yu	Computers & Education (2008)
3	Physics students' performance using computational modeling activities to improve kinematics graphs interpretation	Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit, Marco Antonio Moreira	Computers & Education (2008)
4	Alternatives in evaluating multimedia in secondary school science teaching	Johannes C Cronjé, Johann Fouche	Computers & Education (2008)
5	The development of a cognitive tool for teaching and learning fractions in the mathematics classroom: A design-based study	Siu Cheung Kong	Computers & Education (2008)
6	The influence of computer-assisted instruction on student' conceptual understanding of chemical bonding and attitude toward chemistry: A case for Turkey	Haluk Özmen	Computers & Education (2008)
7	The interactivity effect in multimedia learning	Chris Evans, Nicola J. Gibbons	Computers & Education, (2007)
8	Students' navigation patterns in the interaction with a mechanics hypermedia program	Flavia Rezende, Susana de Souza Barros	Computers & Education (2008)
9	Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching (Parte I)	Sara Hennessy, Jocelyn Wishart, Denise Whitelock, Rosemary Deaney, Richard Brawn, Linda la Velle, Angela McFarlane, Kenneth Ruthven, Mark Winterbottom	Computers & Education (2007)
10	Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching (Parte II)	Sara Hennessy, Jocelyn Wishart, Denise Whitelock, Rosemary Deaney, Richard Brawn, Linda la Velle, Angela McFarlane, Kenneth Ruthven, Mark Winterbottom	Computers & Education (2007)

Como puede observarse en la columna “revista”, de la Tabla II, la muestra de artículos seleccionados corresponden en su totalidad a publicaciones de la revista *Computer & Education*. En esta revista, según el estudio realizado por Hrastinski y Keller (2007), las investigaciones aceptadas generalmente incluyen una descripción cuidadosa de la metodología. Es una de las revistas que los investigadores eligen para enviar artículos sobre el diseño de ambientes de aprendizaje y también una de las que más aceptan trabajos que adoptan aproximaciones metodológicas plurales.

2.3 Análisis de datos

El trabajo realizado es de carácter descriptivo, y se limita a revisar y describir los procesos investigativos seguidos por los diferentes trabajos seleccionados para determinar las tendencias actuales en el estudio de procesos de enseñanza y aprendizaje con tecnologías.

Se utilizó la técnica heurística llamada V de Gowin (Novak y Gowin, 1988), como una estrategia metacognitiva que permite identificar los aspectos relevantes del proceso de investigación a partir de responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la pregunta determinante que se hace el investigador?
- ¿Cuáles son los conceptos clave que hace falta tener en cuenta?
- ¿Cuáles son los métodos de investigación empleados?
- ¿Cuáles son las principales afirmaciones sobre conocimiento?
- ¿Cuáles son los juicios de valor que pueden formularse sobre la producción del conocimiento?

•

La heurística consiste en dibujar una V (Figura 1) cuyo vértice apunta directamente al evento, objeto o acontecimiento que se va a estudiar. En el centro de la V se ubica la pregunta o preguntas clave o centrales acerca de ese evento. Es decir, las cuestiones que se quieren estudiar. Los elementos que componen la V permiten reconocer el recorte del problema que aborda la investigación.

En los brazos de la V se ubican los dos dominios que enmarcan el estudio: *conceptual* y *metodológico*. El dominio conceptual, ubicado en el brazo izquierdo, es también llamado componente de pensamiento. El componente metodológico, o componente de actuación, se inserta en el brazo derecho.

La versión más completa añade, a la pregunta central y al evento, pares de elementos que se ubican en uno y otro dominio respectivamente, guardando una relación jerárquica creciente desde el vértice hacia los brazos.

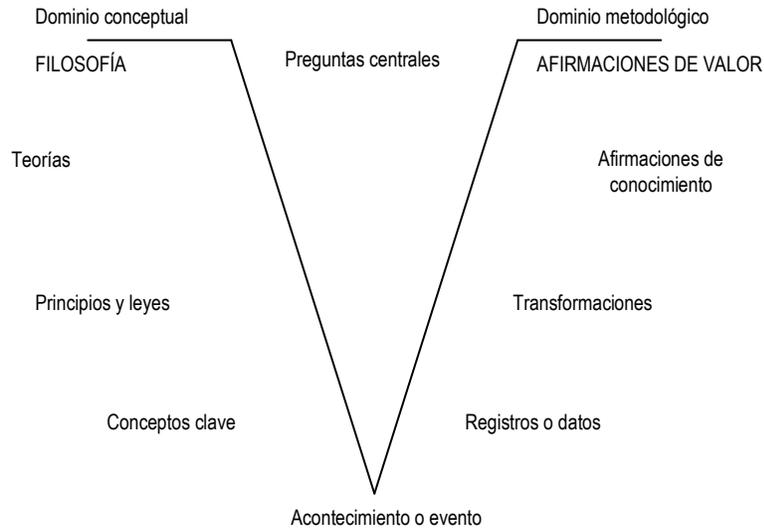


Figura 1. Diagrama simplificado del diagrama V de Gowin

En el dominio conceptual se incluyen conceptos, principios, teorías y filosofías, los que comúnmente pueden encontrarse en el apartado marco teórico o referenciales teóricos. Por su parte, en el dominio metodológico se reconocen los datos, las transformaciones que, durante la investigación, se realiza sobre los mismos (muchas veces presentes en los subtítulos de los reportes como “Métodos y Resultados”) y las afirmaciones de valor, que habitualmente aparecen en los informes bajo el título de “Conclusiones”.

El empleo de las preguntas propuestas por Gowin fue apenas un disparador para dirigir la atención hacia los aspectos más relevantes que pueden comunicarse como producto de un proceso de investigación.

Dado que nuestro propósito es identificar algunos elementos de la dinámica del proceso de investigación que desarrollan quienes se interesan por la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias con tecnología se privilegia el *análisis cualitativo de contenido*, con miras a esclarecer posturas y consensos entre otros aspectos. Dentro del ámbito del análisis de contenido para los artículos antes listados, se seleccionan como *unidades de registro* segmentos del discurso escrito que nos permiten realizar algunas inferencias en relación con las preguntas orientativas acerca del proceso de investigación. Estas *unidades de registro* cobran significado sólo en *unidades de contexto* en las se hallan, es decir, en el artículo específico en el que se inscriben y las contextualiza.

A modo de ejemplo, en el Anexo 1 puede consultarse una tabla que resume el modo en que se organiza la información para el primero de los artículos seleccionados.

III. Resultados

El camino recorrido en esta revisión, con el objetivo de indagar acerca de las investigaciones que se realizan sobre la utilización de las herramientas interactivas en el aula de ciencias, a partir de la heurística propuesta por Gowin, permitió obtener los siguientes resultados:

3.1 Evento o acontecimiento

Los eventos que se identifican se refieren a clases que emplean simulaciones, software de modelado, materiales multimedia con soporte web. Se estudian eventos que toman períodos de tiempo que van desde una hora o dos clases, como mínimo, en algunos casos, hasta uno a dos meses, mayormente en aquellos de tipo experimental. Es de destacar, a modo de resultado preliminar (Tabla III), que los eventos combinan las dimensiones didáctica y tecnológica en una instancia de clase tal como una actividad o tarea. En este sentido, es posible profundizar en el tipo de eventos analizando las herramientas que se utilizan, si son o no descriptas y si se ofrecen pantallas que muestren la interfaz de las mismas. También se identifica el tipo de actividades que desarrollan los alumnos en cada uno de los trabajos y si se explicitan o no las consignas.

Tabla III. Lista de las herramientas utilizadas y las actividades que realizan los alumnos en cada uno de los trabajos analizados

Trabajos	Herramientas			Actividades	
	Tipos	Descripción	Pantalla	Tipo	Consigna
	(S) Simulaciones (M) Material teórico (C) Cuestionarios guías (P) Paquetes de software (H) Hipermedia (W) Herramientas web			(E) Exploración (P) Predicción (C) Construcción (O) Observación (Ex) Explicitación de fenómenos (Cl) Conclusión (R) Resolución de problemas (N) No se menciona	
(Trey y Khan, 2008)	S - M - C	•	•	O - E - P	•
(Sun, Lin y Yu 2008)	W	—	•	N	—
(Araujo, Veit y Moreira, 2008)	P - S - C - M	•	•	C	•
(Cronjé y Fouche, 2008)	H	•	•	R - E - P - C	•
(Kong, 2008)	W	•	•	E	•
(Özmen, 2008)	P	•	•	R	—
(Evans y Gibbons, 2007)	H - C	•	•	E - R	•
(Rezende y de Souza, 2008)	H - S	•	•	E - P	—
(Hennessy <i>et al.</i> , 2007)	S	—	—	C	•

3.2 La pregunta de investigación

Las preguntas atienden fundamentalmente a dos intereses: a) resultados de la eficiencia con la que es utilizada una determinada herramienta y, b) las elecciones o decisiones que deberían tomarse en un campo de conocimiento específico. En la mayoría de los casos se busca conocer cuáles son las diferencias al variar las estrategias a partir de encuestas que ponderan las opiniones de los alumnos involucrados.

Cuando la investigación considera la formación docente como indicador se propone indagar acerca de cuáles son las decisiones, elecciones, criterios que consideran los docentes al utilizar las herramientas en el aula y cómo sus estrategias se adaptan a los recursos cognitivos y estructurales disponibles.

3.4 Conceptos clave que se tienen en cuenta

Los conceptos claves que se identificaron con mayor frecuencia en los trabajos, y que generalmente son citados en la sección palabras claves (*keywords*), son los

siguientes: aprendizaje mediado por computadora, ambiente de aprendizaje, formación docente, interactividad, aprendizaje activo, navegación, patrones de navegación, conocimientos previos, concepciones alternativas, estrategias didácticas, transposición, simulación, herramientas cognitivas, representaciones múltiples, modelos mentales, modelado computacional, aprendizaje significativo, analogías dinámicas, estilos de aprendizaje, potencialidad del material, etc.

3.5 Los principios que se consideran

La identificación de los principios que guiaron a las investigaciones es una tarea costosa por cuanto implica una verdadera inmersión en el artículo analizado a fin de reconocer cuál es el trasfondo que los investigadores están sosteniendo para los resultados que comunican. El análisis realizado permitió inferir principios asociados con: 1) teorías de aprendizaje, 2) interactividad e Interacción, 3) representaciones mentales, 4) herramientas cognitivas, y 5) estrategias de enseñanza.

A continuación, y para cada aspecto teórico, se ejemplifican los principios identificados.

1. En el campo de las *teorías de aprendizaje*, que constituyen la base para la elección de la estrategia, se consideran los siguientes principios en su mayoría constructivistas:

- El uso de las TICs en actividades de enseñanza basadas en el alumno, posibilita que éste adopte un rol activo en el proceso de aprendizaje (Sun, Lin y Yu, 2008; Evans y Gibbons, 2007; Özmen, 2008).
- El modelado es un proceso creativo que se divide en cinco pasos (selección, construcción, validación, análisis y expansión) (Halloum, 1996, citado por Araujo Veit y Moreira, 2008).
- El modelado es un proceso cognitivo que permite construir y utilizar ese conocimiento en el mundo real (Halloum, 1996, citado por Araujo, Veit y Moreira, 2008).
- Las tecnologías pueden favorecer la interacción con los conceptos subsumidores relevantes presentes en la estructura cognitiva (Araujo, Veit y Moreira, 2008; Özmen, 2008; Rezende y Barros, 2008).

2. Algunos de los principios sobre herramientas interactivas son:

- Posibilitan la manipulación directa de representaciones abstractas de objetos y a la visualización de fenómenos no observables (Hennessy y O'Shea, 1993, citado por Hennessy *et al.*, 2007; Özmen, 2008).
- Favorecen la conceptualización y la formación de modelos mentales (Malamed, 1991, citado por Cronjé y Fouche, 2008).
- Permiten que el alumno focalice sobre las variables específicas de una dinámica y pueda aprender significativamente si se diseña una adecuada estrategia (Trey y Khan, 2008).
- La interacción con las herramientas se relaciona de manera directa con los estilos de aprendizaje de los alumnos (Sun, Lin y Yu, 2008).

3. Respecto a las representaciones mentales se pueden mencionar los siguientes principios:

- Los conocimientos previos permiten construir un modelo mental que afecta la dedicación hacia una tarea, la persistencia, la expectativa y la predicción de resultados (Jih y Reeves, 1992, citado por Cronjé y Fouche, 2008).
- Los conocimientos previos determinan el camino a tomar y la interpretación del feedback (Vander Veer, 1989, citado por Cronjé y Fouche, 2008; Rezende y De Souza, 2008).
- Los alumnos construyen y modifican sus modelos mentales mientras interactúan favoreciendo el aprendizaje (Evans y Gibbons, 2007).

4. En este aspecto al que denominamos *Herramientas cognitivas* estamos considerando los principios que sustentan el uso de herramientas interactivas, entendiendo que se le asigna el carácter de herramientas cognitivas como fueran definidas por Jonassen y Carr (1998). Estos autores sostienen que tales herramientas involucran a los alumnos en un pensamiento crítico acerca del contenido que están estudiando y le sirven de andamiaje a diferentes formas de razonamiento. En esta dirección podemos encontrar en los trabajos que se revisaron las siguientes afirmaciones:

- La manipulación directa de representaciones abstractas de objetos concretos y fenómenos puede asistir a los estudiantes en la exploración y testeo de sus ideas acerca del mundo natural y le permite compararlas con el mundo teórico de la Ciencia (Hennessy y O'Shea, 1993, citado por Hennessy *et al.*, 2007).
- Las simulaciones son un valor agregado en las clases de ciencia, por un lado a partir de las propiedades intrínsecas del software y por otro a través de los potenciales beneficios de aprendizaje para los estudiantes (Newton y Rogers, 2003, citado por Hennessy *et al.*, 2007).
- Contribuyen al desarrollo de capacidades de visualización.
- Las simulaciones promueven actitudes positivas hacia la Ciencia y motivan a los estudiantes a comprometerse con las interacciones hombre-máquina involucradas en el proceso de aprendizaje (Özmen, 2008).
- Posibilitan la utilización de representaciones gráficas que favorecen el desarrollo conceptual y procedimental del dominio de conocimiento que se estudia (Kong, 2008) y hacen posible la visualización de conceptos abstractos (Cronjé y Fouche, 2008).
- Permiten interactuar con los objetos involucrados en la situación bajo estudio y observar simultáneamente el gráfico relacionado con los movimientos que se generan (Araujo, Veit y Moreira, 2008).
- Permiten trabajar con múltiples representaciones (analítica, gráficas y análogas) de los objetos matemáticos.
- Las analogías interactivas pueden proveer visualizaciones explícitas de las relaciones entre lo familiar y el nuevo fenómeno (Trey y Khan, 2008).
- Se pueden utilizar como herramientas para resolver problemas sin límites de tiempo y espacio (Sun, Lin y Yu, 2008).

5. El último aspecto, *Estrategias de enseñanza*, agrupa afirmaciones que relacionan el uso de herramientas interactivas con las estrategias docentes:

- Se considera fundamental el entrenamiento de los docentes para la integración de la tecnología (Özmen, 2008).
- Las decisiones que tomen los docentes sobre la utilización del software son críticas para asegurar que se aprovechen los beneficios que favorecerían el aprendizaje (Newton & Rogers, 2003, citado por Hennessy *et al.*, 2007).
- Los docentes deben realizar un procesamiento complejo e interrelacionado del tema, a nivel pedagógico, tecnológico, curricular y contextual para favorecer el aprendizaje mediante un software de simulación (Baggott la Velle, McFarlane y Brawn, 2003, citado por Hennessy *et al.*, 2007).

La mayoría de los trabajos analizados tienen sustento en las perspectivas constructivistas de aprendizaje en las que se considera la importancia de la actividad que realiza el alumno cuando resuelve problemas o trabaja en la comprensión y/o modelado de fenómenos. Se destaca la importancia que se le asigna a las múltiples representaciones que posibilitan las herramientas interactivas y a la toma de decisiones que se les ofrece a los alumnos al involucrarlos en actividades que sólo pueden ser resueltas con el uso de estas herramientas, permitiendo la abstracción en el espacio y el tiempo.

3.6 Aspectos metodológicos de los trabajos analizados

La Tabla IV describe las características metodológicas identificadas en los trabajos analizados. Las mismas se organizan en torno a tres aspectos que identifican a los trabajos analizados: el tipo de diseño empleado en el estudio que se comunica, los instrumentos de recolección de la información y las características del análisis desarrollado.

El diseño puede reconocerse dentro de alguna de las categorías que siguen:

Experimental: Se trata de estudios en los cuales se relata una experiencia donde al menos se identifica una variable como posible “causa” del acontecimiento de un determinado efecto. Por ejemplo en el trabajo de Trey Khan (2008) “*Las analogías dinámicas e interactivas tienen un mayor efecto sobre los logros de aprendizajes que aquellas que son presentadas en forma de texto e imágenes estáticas*”.

Descriptivo: Son aquellos estudios en los que el problema que se aborda o las preguntas de investigación que se aspira a responder ponen en relación dos o más variables que estarían modificándose mutuamente. Por ejemplo en Özmen (2008) el título plantea la interrogante: “How science students can learn about unobservable phenomena using computer-based analogies”, manifestando como hallazgo lo siguiente:

(...) that analogies that are dynamic, interactive, and integrated in a computer simulation may have a stronger effect on learning outcomes than analogies which are presented in the form of text and static pictures. The implication of this study

for science educators is that dynamic computer-based analogies can enhance student learning of unobservable phenomena in science, (Özmen 2008).

Exploratorio: encuadra a los trabajos que aspiran a identificar hipótesis de trabajo en temas relativamente poco estudiados de los que aún no pueden arriesgarse variables relevantes. Por ejemplo Rezende y Barros (2008), en el que se busca caracterizar la navegación de los estudiantes por un material multimedia y qué relación guarda con el conocimiento previo de cada uno.

Las investigaciones analizadas emplean variedad de instrumentos para recolectar información, que van desde los tradicionales cuestionarios, las entrevistas personales, notas de campo hasta grabaciones de audio, vídeo y otros registros propios de determinado software que de manera automática almacenan, por ejemplo, los caminos de navegación o las diferentes instancias en la ejecución de una simulación.

En cuanto al tipo de análisis identificado se reconocen las siguientes opciones:

Explicativo: se refiere a los estudios que identifican relaciones causales entre las variables que caracterizan el estudio.

Descriptivo: son aquellos análisis en los que las variables que identifican el estudio están relacionadas por una covariación o parecen estar en una relación conjunta.

Interpretativo: se trata de los análisis que apenas describen una aproximación a las variables relevantes o tendencias de un determinado fenómeno.

Como puede advertirse de la lectura de la tabla, en ocasiones los análisis comparten más de un modo de análisis (descriptivo e interpretativo) ya que, a la vez que consiguen establecer algunas relaciones entre aspectos de relevancia del fenómeno se identifican nuevas tendencias de algún aspecto poco conocido.

En relación con el análisis explicativo, característico de los estudios explicativos, se identifica un único caso. Esto no parece un resultado extraño si se tiene en cuenta la dificultad para “aislar” variables en estudios educativos de las características de los que aquí se comentan. En ocasiones, los investigadores creen tener un factor desencadenante para explicar un fenómeno, pero cuando el mismo se estudia en profundidad aparecen importantes cantidades de relaciones contribuyendo a la situación de manera que el análisis pasa a describir posibles tendencias o covariaciones y necesita de otros estudios que acompañen al original antes de poder explicar la situación.

Tabla IV. Aspectos metodológicos de cada trabajo, indicando el tipo de diseño de investigación, los instrumentos de recolección de datos y el tipo de análisis utilizado

Trabajos	Diseño			Instrumentos					Análisis		
	Expe	Desc	Expl	Q	R	I	N	V/A	E	D	In
(Trey y Khan, 2008)	•			•						•	
(Sun, Lin y Yu, 2008)	•			•	•				•		
(Araujo, Veit y Moreira, 2008)	•			•						•	
(Cronjé y Fouche, 2008)		•		•	•		•	•		•	
(Kong, 2008)		•		•		•				•	
(Özmen, 2008)		•		•			•			•	•
(Evans y Gibbons, 2007)	•			•						•	
(Rezende y De Souza, 2008)			•	•	•					•	•
(Hennessy <i>et al.</i> , 2007) Parte I			•	•		•		•			•
(Hennessy <i>et al.</i> , 2007) Parte II			•	•		•	•				•
Total (10)	4	3	3	8	3	3	3	2	1	7	4
%	40	30	30	80	30	30	30	20	10	70	40

Expe=experimental; **Desc**=descriptivo; **Q**=cuestionarios; **R**=registros (escritos o archivos); **I**=entrevistas; **N**=notas; **A/V**=registros audio/video; **Exp**=exploratorio; **E**=explicativo; **D**=descriptivo; **In**=interpretativo.

3.7 Afirmaciones y juicios de valor

Las afirmaciones que comúnmente pueden encontrarse en los trabajos se encargan de evidenciar el potencial que la tecnología tiene como soporte del pensamiento de los alumnos y destacan las ventajas que generan en el aprendizaje de las distintas disciplinas, cuando son introducidas en el aula. Estas afirmaciones son generalmente la corroboración de las hipótesis de partida y en otros los hallazgos que se generan durante la exploración. Sin embargo casi no se encuentran afirmaciones o hallazgos que den cuenta de desventajas u obstáculos que podrían entorpecer los aprendizajes, sólo en algunos casos se menciona que los mejores logros dependen de ciertas acciones por parte de los agentes que interactúan. Estas acciones se corresponden con la toma de decisiones, el nivel de conocimientos en el uso de las herramientas (de docentes y alumnos) y las estrategias que se apliquen.

IV. Comentarios finales y conclusiones

En este trabajo se revisaron, seleccionaron y analizaron artículos relacionados con la utilización de las TIC en el aula de Ciencias. Se tomaron los artículos publicados

en los cuatro últimos años, en revistas a las que se tiene acceso gratuito en nuestro centro de trabajo. A los fines de organizar los comentarios finales y conclusiones, recuperamos los propósitos antes mencionados, ahora a la luz de los resultados antes desarrollados.

4.1 En relación a cómo se estudia la integración de las TIC a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Tal como pone de manifiesto la Tabla III, la incorporación de las TIC a las clases de ciencia se hace a partir de una tarea o actividad propuesta por el docente (dimensión didáctica) que incorpora simulaciones o herramientas multimedia (dimensión tecnológica) durante un período de tiempo variable.

Principios teóricos tales como *las decisiones que tomen los docentes sobre la utilización del software son críticas para asegurar que se aprovechen los beneficios que favorecerían el aprendizaje* (Newton y Rogers, 2003, citado por Hennessy *et al.*, 2007) ponen especial énfasis en el rol del docente para llevar adelante la incorporación de las TIC a las clases. En este sentido, una tendencia que cobra consenso es la de diseñar estudios que puedan contemplar las diferentes facetas a tener en cuenta (curricular, tecnológica, contextual, pedagógica) para integrar las TIC a la enseñanza, particularmente desde el rol del docente como pieza clave para lograr imponer ciertos cambios.

4.2 En relación a cómo la integración de las TIC impacta sobre el aprendizaje

Las preguntas de investigación que se identifican en los artículos analizados dan cuenta de que mayoritariamente el impacto de la integración de las TIC es asociado a la eficacia con que se emplea una herramienta y a cómo deberían ser las decisiones que se toman a la hora de incorporar tecnología a las clases. Las tendencias identificadas dan cuenta de que los estudios se ocupan de variar estrategias didácticas y contrastar el empleo de las mismas a partir de la propia opinión de quienes han sido parte de los estudios. Esto estaría manifestando que lo que se conoce tiene un carácter subjetivo que puede asociarse con intereses particulares o motivaciones. Parecería necesario aumentar los estudios del devenir de los procesos de enseñanza y aprendizaje más allá de tomar en cuenta las apreciaciones de los participantes en dichos procesos.

4.3 En relación a cómo son los procesos interactivos entre el alumno, el conocimiento, el profesor y las herramientas

Aún cuando se identifican principios teóricos (*las simulaciones permiten trabajar con múltiples representaciones de los objetos matemáticos*) que podrían permitir estudiar los diferentes procesos interactivos que acontecen en las clases éstos no encuentran un correlato ni en las preguntas de investigación ni en las afirmaciones de valor. Esta tendencia da cuenta de la escasez de trabajos que se abocan al

estudio de aspectos que sólo pueden concebirse en el espacio compartido generado durante el proceso interactivo, el *espacio de interacción con las herramientas*. Este tipo de investigación de carácter sistémico permitiría estudiar los diferentes modelos mentales que se ponen en juego a medida que se resuelve una determinada actividad, qué acciones se realizan y porqué se dejan de lado otras.

Podemos concluir que en el contexto de estudio definido en este trabajo, las afirmaciones muestran el potencial de las herramientas interactivas para contribuir en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Particularmente en aquellos en los que se estudian fenómenos no observables u objetos abstractos que pueden relacionarse de manera análoga con otros modelos. Consideramos que habría que ampliar el estudio a otros factores que influyen en los procesos interactivos en ambientes educativos con tecnología, como por ejemplo (familiaridad con entornos de juegos online, modelos didácticos que se ponen en juego, distintos contextos educativos), en orden a ofrecer mayores posibilidades para futuras implementaciones de las situaciones que se estudian. Además se hace necesaria la propuesta de un marco metodológico de análisis, que considere los distintos modelos involucrados en el complejo sistema que se genera con la inclusión de las tecnologías como instrumentos de mediación interactivos. El diseñador de la herramienta se preocupa por presentar el modelo que mejor refleje las condiciones esperadas para determinada situación, las que no necesariamente serán las adecuadas para cada alumno en particular. Es en este punto en donde se ponen en juego los criterios de selección y estrategias de uso del docente a partir de su propio modelo mental sobre la forma en que los alumnos resolverán el problema.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica a través del FONCYT, Contrato de Préstamo BID 1728/OC-AR, proyecto PICT-05 N°: 34479-234.

Referencias

Araujo, I. S., Veit, E. A. y Moreira, M. A. (2008). Physics students' performance using computational modeling activities to improve kinematics graphs interpretation. *Computers & Education*, 50(4), 1128-1140.

Araujo, I., Veit, E. y Moreira, M. (2004). Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos da Cinemática. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 26(2), 179-184.

Bohigas, X., Jaén, J. y Novell, M. (2003). Applets e la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 463-472.

Cole, M. y Engeström, Y. (1993). A cultural-historical approach to distributed cognition, en G. Salomon (Comp.), *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations*. Inglaterra: Cambridge University Press.

Coll, C., Mauri, T. y Onrubia, J. (2005). Technology and pedagogical practices: ICT as mediation tools in joint teacher-student activity. Trabajo presentado en la American Educational Research Association 2005 Annual Meeting. Montreal, Canadá.

Cronjé, J. C. y Fouche, J. (2008). Alternatives in evaluating multimedia in secondary school science teaching. *Computers & Education*, 51(2), 485-968.

Dede, C. (Comp.). (2000). *Aprendiendo con tecnología*. Buenos Aires: Paidós.

Demetriadis, S. N., Papadopoulos, P. M., Stamelos, I. G. y Fischer, F. (2008). The effect of scaffolding students' context-generating cognitive activity in technology-enhanced case-based learning. *Computers & Education*, 51(2), 939-954.

Dickey, M. (2008). Integrating cognitive apprenticeship methods in a Web-based educational technology course for P-12 teacher education. *Computers & Education*, 51(2), 506-518.

Dix, A., Roselli, T. y Sutinen, E. (2006). E-learning and human-computer interaction: Exploring design synergies for more effective learning experiences. *Educational Technology & Society*, 9(4), 1-2.

Evans, C. y Gibbons, N. J. (2007). The interactivity effect in multimedia learning. *Computers & Education*, 49(4), 1147-1160.

Gerjets, P. y Hesse, F. (2004). When are powerful learning environments effective? The role of learner activities and of students' conceptions of educational technology. *International Journal of Educational Research*, 41, 445-465.

Gomes, T. y Ferracioli L. (2006). A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de Física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28(4), 453-461.

Heckler, V., Oliveira Saraiva, M. F. y Oliveira Filho, K. S. (2007). Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29(2), 267-273.

Hennessy, S., Wishart, J., Whitelock, D., Deane, R., Brawn, R., la Velle, L., McFarlane, A., Ruthven, K. y Winterbottom, M. (2007). Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching. *Computers & Education*, 48(1), 137-152.

Hrastinski, S. y Keller, C. (2007). An Examination of research approaches that underlie research on educational technology: A review from 2000 to 2004. *Journal of Educational Computing Research*, 36(2), 175-190.

Johnsua, S. y Dupin, J. (2005). *Introducción a la didáctica de las Ciencias y la Matemática*. Buenos Aires: Colihue.

Jonassen, D. (2000). El diseño de entornos constructivistas de Aprendizaje, en C. Reigeluth (ed.), *Diseño de la Instrucción. Teorías y modelos*. Madrid: Santillana.

Jonassen, D. H. y Carr, C. (1998). Computers as mindtools for engaging learners in critical thinking. *TechTrends*, 43(2), 24-32

Kablan, Z. y Erden, M., (2008), Instructional efficiency of integrated and separated text with animated presentations in computer-based science instruction. *Computers & Education*, 51(2), 660-668.

Komis, V., Ergazaki, M. y Zogza, V. (2007). Comparing computer-supported dynamic modeling and 'paper & pencil' concept mapping technique in students' collaborative activity. *Computers & Education*, 49, 991-1017.

Kong, S. C. (2008). The development of a cognitive tool for teaching and learning fractions in the mathematics classroom: A design-based study. *Computers & Education*, 51(2), 886-899.

Kozma, R. (2003). The material features of multiples representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13, 205-226.

López-Morteo, G. y López, G. (2007). Computer support for learning mathematics: A learning environment based on recreational learning objects. *Computers & Education*, 48(4), 618-641.

Luckin, R. (2008). The learner centric ecology of resources: A framework for using technology to scaffold learning. *Computers & Education*, 50(2), 449-462.

Mcinnerney, J. M. y Roberts, T. (2004). Online learning: Social interaction and the creation of sense of community. *Educational Technology & Society*, 7(3), 73-81.

Moallem, M. (2001). Applying constructivist and objectivist learning theories in the design of a Web-based course: Implications for practice. *Educational Technology & Society*, 4(3).

Munneke, L., Van Amelsvoort, M. y Andriessen, J. (2003). The role of diagrams in collaborative argumentation-based learning. *International Journal of Educational Research*, 39, 113-131.

Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.

Özmen, H. (2008). The influence of computer-assisted instruction on student' conceptual understanding of chemical bonding and attitude toward chemistry: A case for Turkey. *Computers & Education*, 51(1), 423-438.

Philip, D. (2007). The knowledge building paradigm: A model of learning for net generation students. *Innovateonline: Journal of online Education*, 3(5).

Raeseide, L., Busschots, B., Waddington, S. y Keating, J. G. (2008). An online image analysis tool for science education. *Computers & Education*, 50(2), 547-558.

Rezende, F. y de Souza Barros, S. (2008). Students' navigation patterns in the interaction with a mechanics hypermedia program. *Computers & Education*, 50(4), 1370-1382.

Schepers, J. (2008). Psychological safety and social support in groupware adoption: A multi-level assessment in education. *Computers & Education*, 51(2), 757-775.

Stevenson, I. (2008). Tool, tutor, environment or resource: Exploring metaphors for digital technology and pedagogy using activity theory. *Computers & Education*, 51(2), 836-853.

Sun, K., Lin, Y. y Yu, Ch. (2008). A study on learning effect among different learning styles in a web-based lab of science for elementary school students. *Computers & Education*, 50(4), 1411-1422.

Syh-Jong, J. (2008). Innovations in science teacher education: Effects of integrating technology and team-teaching strategies. *Computers & Education*, 51(2), 646-659.

Tholander, J. (2007, junio). Students interacting through a cognitive apprenticeship learning environment. Consultado en: <http://www.ll.unimaas.nl/eurocscl/Papers/162.pdf>

Trey, L. y Khan, S. (2008). How science students can learn about unobservable phenomena using computer-based analogies. *Computers & Education*, 51(2), 519-529.

Underwood, J., Smith, H., Luckin, R. y Fitzpatrick, G. (2008). E-science in the classroom-towards viability. *Computers & Education*, 50(2), 535-546.

Vogel M., Girwidz, R. y Engel, J. (2007). Supplantation of mental operations on graphs. *Computers & Education*, 49(4), 1287-1298.

Yelland, N. y Masters, J. (2007). Rethinking scaffolding in the information age. *Computers & Education*, 48(3), 362-382.

Zurita, G. y Nussbaum, M. (2004). Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected handheld computers. *Computers & Education*, 42, 289-314.

Anexo 1.

Tabla que presenta un ejemplo de los distintos conceptos, eventos y hechos que fueron considerados en los trabajos de investigación seleccionados.

1	Título	How science students can learn about unobservable phenomena using computer-based analogies						
Autor/es	Lana Trey, Samia Khan	<i>Nivel</i>	High school (12th grade)	<i>País</i>	North American	<i>Año</i>	2007	
Preguntas	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Pueden las analogías basadas en computadora servir de apoyo a los estudiantes en la comprensión de fenómenos no observables en ciencias? • <i>Do high and low achieving students benefit equally from computer-based analogies?</i> 							
Evento	<p>Estudio de una reacción química con simulaciones. Clase de Química de 90 min. Un total de 15 alumnos, en 2 grupos heterogéneos armados al azahar (control y experimental) de 12 años de edad. Los alumnos del grupo experimental interactúan con la simulación en la que observan la analogía en forma dinámica mientras que el grupo de control observa la analogía de manera estática y reciben la explicación verbal. Se trabaja en dos etapas: a) los alumnos manipulan los sliders para controlar la concentración y b) las pantallas se mueven solas sin la participación de los alumnos, antes de alcanzar el equilibrio la simulación se detiene y se presentan ciertos interrogantes para que se pueda predecir cómo la reacción química progresará hacia el resto de la reacción.</p>							
Conceptos claves	<ul style="list-style-type: none"> ○ Analogías ○ Simulaciones ○ Razonamiento analógico ○ Modelos mentales 							
Principios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Química</i>: “Si un sistema cerrado en equilibrio es sujeto a un cambio, el proceso ocurriría tendiendo a contrariar el cambio”. ▪ <i>Enseñanza basada en modelos</i>: “La aproximación de la enseñanza basada en modelos implica adoptar la construcción de los estudiantes y la evaluación de los modelos mentales o representaciones cognitivas externas”. ▪ Las analogías: “Comparación de identidad o semejanza de elementos o relaciones, esto es, sobre propiedades compartidas o relaciones idénticas”. Benefician el desarrollo de los estudiantes porque pueden ayudarlo a construir sobre su conocimiento previo (Johansen, 2002). ▪ <i>Teoría de razonamiento analógico</i>: a) las analogías pueden construir una base familiar para construir nuevos conceptos, b) el razonamiento analógico es apoyado por una correlación dinámica entre nuevas y conocidas relaciones estructurales; c) un modelo mental enriquecido puede ser generado como resultado del razonamiento analógico. ▪ <i>Simulación por computadora</i>: La analogía basada en computadora puede proveer visualizaciones explícitas de las relaciones entre lo familiar y el nuevo fenómeno dentro de un particular sistema multimedia. ▪ Las demostraciones interactivas pueden ser beneficiosas para que el alumno focalice sobre las variables específicas de una dinámica (Goldenberg, 1992). ▪ La <i>interacción</i> de los estudiantes con las visualizaciones interactivas y dinámicas puede contribuir al aprendizaje significativo si medidas instruccionales son también incorporadas en la experiencia con tecnología. 							
Datos	Post-test de 10 ítems para analizar los modelos mentales de los estudiantes sobre el equilibrio químico.							
Trans-formaciones	<ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis estadístico. ○ Descriptivo para medir el alto o bajo logro de los grupos. 							
Hallazgos y Conclusiones	<ul style="list-style-type: none"> * Las analogías dinámicas e interactivas tienen un mayor efecto sobre los logros de aprendizaje que aquellas que son presentadas en forma de texto e imágenes estáticas. * La simulación por computadora que incorpora una analogía dinámica puede presentar un prototipo para la integración, extensión y mejora de analogías tal como ella son usadas en la educación en ciencia. * El uso de simulaciones por computadora que presentan analogías dinámicas provee una oportunidad para hacer visualizables y potencialmente más entendibles los conceptos abstractos y no observables a nivel molecular tales como los principios de Le Chateliers. El estudio sugiere que el razonamiento analógico puede ser soportado por analogías 							

basadas en computadora porque los estudiantes pueden visualizar y mapear las relaciones entre la analogía y el objetivo cuando este es simulado más que analogías basadas en texto narradas y acompañadas de imágenes estáticas.

- * La analogía basada en computadora que explícitamente, visualiza dinámicamente la conexión entre una analogía y su referente podría contribuir al aprendizaje de los estudiantes al soportar la abstracción.
 - * Los estudiantes con mayor capacidad de abstracción y lógica son más aventajados para resolver problemas científicos complejos.
-