



CUARTO CONGRESO INTERNACIONAL
CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

PERSPECTIVAS DISCIPLINAR Y COGNITIVA DE LA INTEGRACIÓN DE SIMULACIONES EN LA EDUCACIÓN EN FÍSICA

Grupo de Investigación Educación en Ciencias
con Tecnologías (ECienTec)

PERSPECTIVAS DISCIPLINAR Y COGNITIVA DE LA INTEGRACIÓN DE SIMULACIONES EN LA EDUCACIÓN EN FÍSICA

G. Santos, A. Domínguez, A. Miranda y G. Cenich*

Grupo de Investigación Educación en Ciencias con Tecnologías (ECienTec)
ecientec@exa.unicen.edu.ar

RESUMEN

En este trabajo se presentan y analizan dos casos de integración de la tecnología en el currículum escolar de Física, a efectos de identificar necesidades de formación docente continua en dos líneas que son fuentes de fracaso escolar: las dificultades propias del contenido objeto de aprendizaje y las dificultades específicas de aprendizaje en algunos estudiantes. Desde un enfoque etnográfico, se propone un estudio empírico de carácter observacional e interpretativo de los procesos interactivos que se construyen en el contexto particular de aulas de nivel secundario, que integran la tecnología al currículum.

Las simulaciones que se integran al currículum escolar como unidad pedagógica significativa responden a un objetivo y a una actividad de aprendizaje y evaluación. Poseen tres características para facilitar los aprendizajes: ayudan a la comprensión de ideas complejas y abstractas porque brindan soporte visual, requieren menos memoria de trabajo y reducen la carga cognitiva. Se deriva que mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias presupone asumir la necesidad de un trabajo colaborativo entre profesores- investigadores en enseñanza y docentes de educación media; y en los casos de dificultades en los estudiantes, se suma la necesidad de incorporación de especialistas de la salud y la familia de los estudiantes.

Palabras clave: educación en Física, simulaciones computacionales, interacción digital, TDA/H, formación docente.

* {nsantos, mdoming, amiranda, gabcen}@exa.unicen.edu.ar

INTRODUCCIÓN

El fracaso escolar viene siendo tema de debate desde hace ya unos cuantos años en los diferentes ámbitos que integran la práctica educativa con la investigación. Sin embargo, los diseños curriculares de las carreras de profesorado aún no contienen espacios que atiendan a la variedad de factores que podrían explicarlo.

Por un lado, la experiencia muestra que los estudiantes de Física en la secundaria suelen tener dificultades para comprender conceptos abstractos basados en representaciones proposicionales solamente (Furio *et. al.*, 2001). Por otro, el fracaso asociado a las dificultades para la inclusión de estudiantes con trastorno de atención TDA/H está explicitado en la legislación vigente en Argentina. La disposición 59/2013 dictada por el Ministerio de Educación de la provincia de Buenos Aires plantea la necesidad de una inclusión con continuidad pedagógica y las adaptaciones que deberían realizar los docentes para lograrlo. La Ley nacional 27306/16 sobre las Dificultades Específicas de Aprendizaje (DEA) establece, entre otras cuestiones, que es preciso elaborar adaptaciones curriculares para estudiantes con DEA.

En estudios realizados acerca de la práctica docente de profesores de matemática con tecnologías (Cenich, Araujo y Santos, 2017) se observaron obstáculos relacionados con tres ejes principales:

1. La forma de trabajo en la escuela: los docentes expresan dificultades en la comunicación y coordinación de contenidos y actividades debido a que algunos de ellos no utilizan las tecnologías en su práctica profesional.

2. La disponibilidad de *netbooks* en la clase: si bien a través del programa Conectar Igualdad la mayoría de los alumnos de las escuelas secundarias han recibido una *netbook*, los docentes manifiestan la carencia de equipos suficientes en el aula debido principalmente a las roturas parciales o totales y al bloqueo de los dispositivos.

3. Los usos de las TIC en el aula: la mayoría de los profesores realizan un uso limitado de la aplicación Geogebra e incorporan de manera aislada videos y otros recursos digitales.

En función de lo antes mencionado, la investigación planteada resalta que la potencialidad que tienen las tecnologías para ayudar a aprender se relaciona con la gestión del aprendizaje, que debe realizarse conociendo las características de estos estudiantes y no depender solo de una herramienta como mero recurso de la planificación. Además, plantea la necesidad de realizar un trabajo en colaboración entre los docentes y, en los casos de estudiantes con dificultades, con los profesionales de la salud y la familia.

En este trabajo se presentan y analizan dos casos de integración de la tecnología en el currículum escolar de Física, a efectos de identificar necesidades de formación docente continua en dos líneas que son fuentes de fracaso escolar: las dificultades propias del contenido objeto de aprendizaje y las dificultades específicas de aprendizaje en algunos estudiantes.

ENCUADRE TEÓRICO

Las ideas pedagógicas que sustentan el uso de las TIC en educación suponen principios didácticos bien conocidos (Adell y Castañeda, 2012), y emergen de una coevolución de las tecnologías con los usos didácticos para atender necesidades educativas.

Burbules y Callister (2001) sostienen que las paredes del aula ya no son los límites del aprendizaje, porque la enseñanza actualmente se ubica en diferentes canales de aprendizaje distribuido, o de aprendizaje en colaboración, y que la relación entre herramientas y fines es artificial y deriva de una particular formación cultural e histórica. Esta afirmación hace referencia a la naturaleza dual de las herramientas, que dependen del contexto particular y del uso específico que se haga de ellas. La integración de la tecnología se sucede en las actividades cotidianas imponiendo ciertos esquemas de acción, e influyendo en la percepción de cómo llevar a cabo esas actividades.

Las tecnologías tienen potencial para desarrollar innovaciones educativas, dado que una de sus funciones es constituirse en instrumentos cognitivos de auxilio en el aprendizaje. Se pueden entender como una extensión de la mente humana, que ayude con los procesos cognitivos. Por ejemplo, permiten realizar cálculos rutinarios para evitar errores por fatiga o pérdida de atención; visualizar relaciones o conceptos mediante gráficos, esquemas o mapas conceptuales; representar procesos físicos mediante simulaciones; significar conocimiento con construcciones; complementar la memoria de corto y largo plazo almacenando información; mejorar la atención resaltando contenido específico con elementos multimedia; ayudar en los procesos de lectura y comprensión con aplicaciones específicas, etc.

Se considera *instrumentos* a aquellas “cosas” que se utilizan en el proceso de transformación del objeto de actividad o aprendizaje y que pueden ser de naturaleza física (como la computadora) o simbólica (como el lenguaje, un modelo o una heurística). Estos instrumentos se crean y transforman durante el desarrollo mismo de la actividad y acumulan la historia de tal desarrollo como remanente cultural –un remanente histórico de tal desarrollo–. El uso de herramientas es un modo de acumulación y transmisión del conocimiento social, que influye en el comportamiento externo y, también, en el funcionamiento mental de los individuos (Pea, 2001).

Las tecnologías son buenos instrumentos para apoyar actividades de aprendizaje cuyo propósito sea integrar distintos sistemas semióticos que amplíen las posibilidades cognitivas (Coll y Martí, 2001). También son útiles para personalizar los aprendizajes de acuerdo a las necesidades específicas de cada alumno.

Con frecuencia, la integración de las TIC en las prácticas educativas se impone a partir de un recurso o aplicación específica. Por ejemplo, cuando se elabora una actividad de aprendizaje para utilizar determinada aplicación. Es una visión instrumentalista que subordina la práctica educativa al aprendizaje de una herramienta informática, perdiéndose el sentido educativo de uso.

Los mecanismos interactivos que ponen en juego los sujetos cuando realizan una tarea con tecnología y en colaboración con otros se relacionan con el conocimiento del

contenido, las habilidades de interacción (social o digital) previas, la capacidad de apropiación de herramientas, la actitud y sentido que dan a la actividad (Säljö y Wyndhamn, 2001) y, en algunos casos, la presencia de trastornos específicos del aprendizaje.

En lo relacionado con el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza, uno de los objetivos que busca el profesor en el interior del aula es la comprensión de los principios básicos que describen un evento. En el caso particular de la enseñanza de Física con simulaciones, se utilizan modelos matemáticos para representar un fenómeno en la computadora, creando representaciones figurativas que posibilitan la manipulación de objetos asociados a conceptos con un alto grado de abstracción. El hecho de interactuar con una situación simulada promueve una serie de acciones sobre el cuerpo de conocimientos involucrados y, por tanto, podría considerarse perteneciente al campo de la experimentación (Miranda, Santos y Stipcich, 2013). “El empleo de herramientas informáticas se convierte en un valioso recurso didáctico para representar las modelizaciones científicas, contribuyendo de manera conceptual y/o cuantitativa a acortar la brecha que separa los modelos de aquellos que construyen los estudiantes” (Domínguez, 2010: 19).

Desde una perspectiva mediacional de las tecnologías, se abordan los lenguajes, los sistemas simbólicos, los esquemas de uso, el diseño, las posibilidades de comunicación y su potencial para crear entornos de aprendizaje colaborativo, así como también las necesidades educativas, las características y peculiaridades de los contenidos a enseñar y el contexto del aula.

Con esta premisa, la actividad en la clase tiene por objetivo el aprendizaje de un conocimiento escolar, mediado por diferentes artefactos como el libro de texto o apunte, el cuaderno con las actividades realizadas en clase con lápiz y papel, y las tecnologías. El docente explica la tarea que debe realizarse con las simulaciones y entrega un enunciado escrito con un conjunto de preguntas que guían la actividad. Se espera que los estudiantes realicen una producción conjunta de las respuestas. Las simulaciones son seleccionadas por el docente en relación con lo ya trabajado en clase sobre el tema y las necesidades específicas de aprendizaje.

METODOLOGÍA PARA ESTUDIAR LAS INTERACCIONES EN EL AULA CON TECNOLOGÍA

Se propone un estudio empírico de carácter observacional e interpretativo de los procesos interactivos que se construyen en el contexto particular de aulas de nivel secundario que integran la tecnología al currículum. Los variados aspectos que coexisten en estos espacios como el carácter abstracto y la generalización, la manipulación de símbolos, los modelos involucrados, los actores y la tarea condicionan o determinan las interacciones.

La información se registra mediante estrategias etnográficas de observación, registro de notas de campo durante todas las clases, entrevistas a los actores, registro de las situaciones y captura de las acciones en pantalla (video y audio).

Para describir y analizar los resultados asociados a las interacciones en una clase con tecnología se realiza un abordaje desde las dimensiones de *interacción digital*, *interacción social*, e *interacción con el contenido*. La dimensión *interacción digital* considera los aspectos relacionados con la herramienta en su rol de objeto artificial, y permite conocer las narrativas digitales que se construyen. La dimensión *interacción social* focaliza en las relaciones que establecen los sujetos para abordar el objeto de conocimiento, los modos en que construyen el objeto, cómo es la división del trabajo en el espacio de interacción, la manera en que se sostienen y construyen las normas y reglas que posibilitan el desarrollo de la actividad y el rol que juega la herramienta en la construcción compartida. La dimensión *interacción con el contenido* focaliza en la construcción de conocimiento y en los procesos de significación que se generan durante la actividad. Se busca identificar los interpretantes que se ponen en juego, los modelos emergentes, los niveles de significación alcanzados, los obstáculos que se presentan y el papel de la herramienta en la construcción.

Las acciones que realizan los sujetos al participar de una actividad conjunta en el aula, la secuencia de operaciones que ejecutan en la pantalla y los discursos (oral, digital y escrito) que se construyen permiten conocer los ejes que orientan el proceso interactivo. Estudiar los espacios de interacción desde el discurso como actividad generadora de significados permite conocer la contribución cognitiva y social de cada sujeto a la actividad.

SIMULACIONES PARA AYUDAR EN LA CONCEPTUALIZACIÓN DE CAMPO ELÉCTRICO

A efectos de estudiar el aporte de la tecnología en la conceptualización en Física, se desarrolla una investigación que estudia las dimensiones interactivas en las que se involucra el sujeto que aprende. Por un lado, las interacciones que realiza con el conocimiento disciplinar, y por el otro, las interacciones con los componentes digitales.

Revisión bibliográfica acerca de cómo ayudar en la conceptualización de campo eléctrico con el uso de TIC

La mayoría de los trabajos sobre enseñanza y aprendizaje del concepto de *campo* (Llancaqueo *et. al.*, 2003) utilizan como referente las concepciones alternativas; algunos consideran concepciones alternativas de mecánica, confundiendo el campo con sus efectos (Furió y Guisasola, 1998). Si las cargas están inmóviles, no se acepta la existencia de campo eléctrico (Viennot y Rainson, 1999); no diferencian entre *fuerza* y *campo* y la definición operacional de *campo* obstaculiza su comprensión (Solbes y Martín Quero, 1991; Velazco y Salinas, 2001). Llancaqueo, Caballero y Moreira (2003) han concluido que los estudiantes mejoran su comprensión cuando se destacan los aspectos causales en la conceptualización del campo.

Los principales problemas de enseñanza se relacionan con el nivel de abstracción de los conceptos, que dificultan una introducción cualitativa de la noción de *campo* y el

relacionarla con experiencias cotidianas. La noción de *campo* se presenta como procedimiento heurístico para calcular la fuerza de interacción. Se suelen presentar situaciones que corresponden a casos estáticos en los que se mezcla la teoría newtoniana con la de campo. Wainmaier, Speltini y Salinas (2011) proponen un abordaje planificado, gradual y paulatino de la temática, desde el inicio de la educación formal en ciencias, y extenderlo a lo largo de la educación obligatoria y en los procesos de formación de profesores de Física.

TIC como mediadoras en la conceptualización

Castilho y Ricci (2006) destacan que las simulaciones contribuyen a conceptualizar la noción de *campo* porque posibilitan establecer relaciones dinámicas entre conceptos abstractos, auxilian la evolución conceptual de los estudiantes y promueven interacciones cognitivas y sociales durante el proceso de construcción. En electrostática, colaboran en la comprensión de la representación vectorial del campo., Según Ríos, Veit y Araujo (2011), para que las simulaciones puedan colaborar con la evolución de la noción de *campo* necesitan ser reformuladas.

En esta investigación se propuso explorar la influencia de la Interacción Digital en la práctica educativa en clases de ciencia, con la finalidad de avanzar en la comprensión de los procesos de significación con mediación tecnológica en el aula de la escuela secundaria. Desde una perspectiva constructivista, Cubero (2005) propone concebir la interacción entre sujetos, y entre estos y las herramientas, como mediadoras y promotoras del proceso de enseñanza y aprendizaje. Un proceso interactivo supone la capacidad de producir cambios y modificaciones sobre ciertas variables de alguno de los sistemas implicados.

Estos espacios de interacción son complejos y dinámicos y conjugan diferentes niveles de representación, pero también de interpretación y significación, que pueden estudiarse desde los procesos interactivos y su dinámica.

Se realizó un estudio instrumental de casos constituidos por ocho grupos de alumnos de una clase de Física de escuela secundaria que trabajan de a pares en una computadora y utilizan simulaciones computacionales como mediadoras de los aprendizajes de la noción de *campo eléctrico*.

Metodología de análisis

El proceso de reconstrucción de los diálogos registrados en las grabaciones de audio y video se realiza en diferentes etapas, utilizando el *software* para análisis cualitativo Transana (<https://www.transana.com/>).

Primero se realiza la transcripción de los diálogos entre los alumnos de cada grupo (dos por computadora) y con el docente, adoptando el estilo usual de transcripción por turnos de habla. En una segunda etapa se agregan en la transcripción las líneas de acción que pueden estar formadas por una o varias acciones. Es importante notar que una línea de acción se puede corresponder con uno o varios turnos de habla.

En la etapa siguiente, para tornar manipulables los datos, se definen los episodios en el sentido propuesto por Mortimer, Massicame, Buty y Tiberghien (2007). Se procede a segmentar los registros según las perturbaciones en la acción que determinan cambios en el desarrollo de la actividad. Por ejemplo, la actividad se puede reorientar debido a acciones como la lectura de una consigna o la intervención del docente. También pueden ocurrir eventos que determinen cambios en la estructura general del sistema, por ejemplo: que se seleccione otra aplicación u otra situación dentro de un mismo entorno (cambia el artefacto), o que se modifique la intencionalidad de la acción por una alternancia de la persona que manipula el mouse (cambia el sujeto que realiza la acción), etc.

De este modo, las acciones que modifican el curso de la actividad en todos los casos se constituyen en el primer instrumento de análisis para conocer el proceso, dando lugar a la definición de la primera metacategoría, a la que denominamos *Perturbaciones*.

La figura 1 es un ejemplo de un fragmento del texto construido en una clase de Física con simulaciones. Se muestra el comienzo de un episodio y los turnos de habla con los diálogos y acciones en pantalla.

Figura 1. Fragmento de transcripción donde se pueden observar los diálogos y las acciones en pantalla codificadas

279	E5	B	<1451133>(0:24:11.1)pará, parámetros, qué represntan?, qué representan estas unidades?
280		A	representan la distancia entre las dos cargas, ponele entre las dos cargas y el valor ... //dicta//, <VQg> (1000) <Enter, ay!, no está reset acá, marcha <Marcha>, paso <Paso>, inicio <Inicio> ah inicio!
281		B	acha!, juli pero mirá, tenemos que hacer con la simulación uno todas estas preguntas con las dos todas estas preguntas y con la tres todas estas preguntas
282		A	ah, bueno y estamos con la simulación dos
283		B	pero con la simulación 1 hicimos la a) nada más
284		A	bueno pero son parecidas, qué es marcha?, <Marcha>
285		B	no hagamos la uno toda y después pasamos a la otra
286		A	Qp --> -->, -->, pero comparémosla porque no son muy distintas, Qp -->, //alrededor de la Qg//, <Pausa>, <Paso>, <Paso>, Andrea!, Qg -->, <VQp> (10) <Enter>, <Inicio>, Qp -->, <CE>, <CE>

Desde la visión sistémica, las transformaciones del objeto ocasionan cambios en la actividad. Estos cambios se explicitan en *acciones y operaciones* que caracterizan la dinámica de desarrollo de la actividad. Entonces, la actividad puede ser estudiada a partir de la interacción de los estudiantes con la herramienta, con el contenido y con los otros sujetos que participan de la clase. Con estas consideraciones se construye la metacategoría *Acciones*, que abarca las acciones y las relaciones de los sujetos (par de estudiantes) que definen la actividad.

Las acciones que componen la actividad se agruparon en las siguientes categorías: *exploración, gestión de la actividad, identificación y superación de obstáculos, y relación con otros sujetos* que participan de la actividad. Los valores que pueden tomar cada una de estas categorías se relacionan con *la tarea*, con *el contenido* o con *la herramienta*.

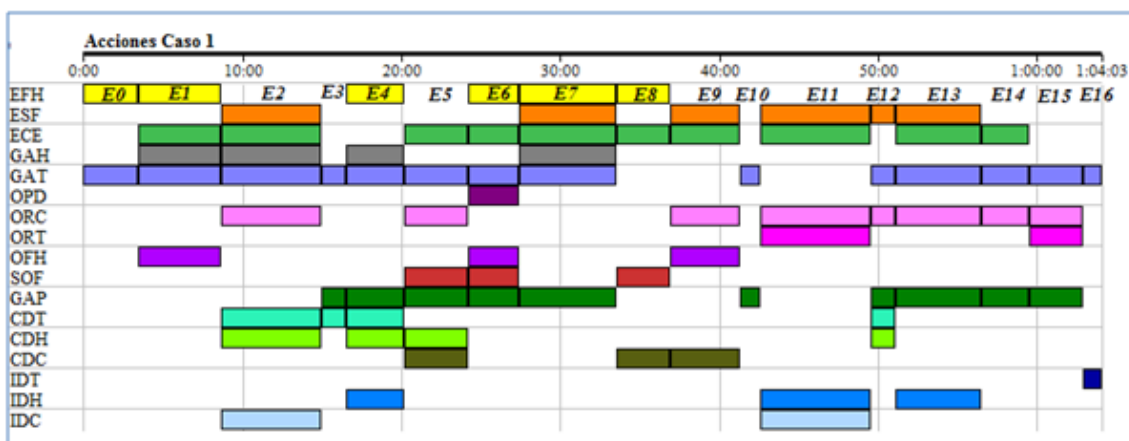
En la tabla 1 se presenta una síntesis de las categorías definidas para la metacategoría *acciones*, y los valores que toman.

Tabla 1. Categorías de acciones y valores

Acción	Valores
Explorar	<i>Funcionalidad de la herramienta</i>
	<i>Simulación del fenómeno</i>
	<i>Contenido escolar.</i>
Gestionar la actividad	<i>En relación con la tarea, la herramienta o la producción de la tarea.</i>
Identificar obstáculos	<i>En relación con el procesamiento de datos, la representación del conocimiento, la producción de la tarea o la comprensión de la funcionalidad de la herramienta</i>
Superar obstáculo	<i>En relación con la funcionalidad de la herramienta</i>
Relación del par de estudiantes con otros (docentes y compañeros de clase)	<i>Consulta al docente sobre la tarea, la herramienta o el contenido escolar</i>
	<i>Intervención docente en relación con la tarea, la herramienta o el contenido escolar.</i>
	<i>Diálogo con pares de otros grupos en relación con la tarea, la herramienta o el contenido escolar.</i>

La construcción de las categorías implica un proceso complejo que involucra varias instancias de relectura de los episodios y reelaboración de los alcances de cada una, así como sus indicadores. Luego de ello, se procede al etiquetado de los registros que conforman los diferentes episodios. El mapa de acción que se presenta en la figura 2 muestra un ejemplo del desarrollo temporal de acciones que da cuenta de la evolución del SA para un caso de estudio. El recorrido del mapa, focalizando en los indicadores antes mencionados, nos permite describir el proceso a un nivel de actuación. El plano de las acciones y el estudio del nivel discursivo de la actividad posibilitan valorar las características de la actividad en el plano social.

Figura 2. Evolución del SA para un caso formado por 16 episodios



Se han identificado momentos de *exploración*, *descripción*, *prueba* y *síntesis explicativa*, que dan cuenta de la dinámica del proceso de significación.

El análisis de los datos de las interacciones en clases de Física con tecnología (Miranda, en prensa) permitió comprender cómo la interacción digital influye en las interacciones sociales y con el contenido, a la vez que es influenciada por estas. Por ejemplo, existe una influencia recíproca entre las interacciones digitales, sociales y con el contenido; la colaboración se da en función de las posibilidades para debatir que facilita la herramienta; los argumentos se construyen sobre la base de lo que las simulaciones representan y según los referentes conceptuales disponibles. Aquellas que buscan confirmar o refutar conjeturas comprometen la interacción digital. Además, la variedad de situaciones interactivas durante la actividad tiene relación directa con el descubrimiento y la exploración de la funcionalidad de la herramienta. Mientras, la exploración del contenido disciplinar está restringida por la comprensión de la funcionalidad de la herramienta. A su vez, las potencialidades de las herramientas interactivas se hacen visibles para el sujeto cuanto más se profundiza en la comprensión del contenido escolar.

Los resultados indican que la simulación ocupa un lugar fundamental en la construcción de los argumentos. La mayoría de las construcciones comprometen la interacción digital para probar hipótesis o refutarlas. En los casos en que el resultado no es el esperado, los estudiantes recurren a la posibilidad de que existan ciertas limitaciones tecnológicas, lo que evidencia que ponen en juego los conocimientos previos que poseen acerca del fenómeno para anticipar los resultados, y que cuando la simulación no devuelve los resultados esperados lo justifican por ser una simulación.

SIMULACIONES PARA AYUDAR A LA INCLUSIÓN EDUCATIVA DE ESTUDIANTES CON DIFICULTADES

Desde 2015 y en continuidad con el trabajo de un docente de Física de secundaria, se están transitando los primeros pasos para llevar adelante un plan de trabajo e investigación que

atienda a la inclusión de estudiantes con TDA/H y al uso de la tecnología como un medio para favorecer sus aprendizajes en las clases de Física. La hipótesis de tal investigación plantea que la mediación de las tecnologías en los procesos de aprendizaje de estudiantes con dificultades podría ser un elemento favorecedor y enriquecedor pues podría aumentar el tiempo de atención y concentración en las actividades diseñadas. En adelante, se comentan las principales características del trastorno y los primeros resultados (una revisión bibliográfica) en la investigación planteada. Previamente a este último punto se reflexiona acerca del papel de las TIC en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Características del trastorno TDA/H

El trastorno por Déficit de Atención con o sin hiperactividad (TDA/H) afecta a un 5,3 % de la población mundial (Polanczyk *et al.*, 2007). El TDA/H se define mediante el diagnóstico de una tríada de síntomas: déficit de atención, hiperactividad e impulsividad, algunos de los cuales predominan en mayor o en menor medida sobre los otros (Abadi y Pallia, 2007). Los estudiantes con este trastorno tienen estallidos verbales, no pueden autocontrolarse, deambulan por el aula, realizan constantes movimientos, sacuden objetos, etcétera, y esto trae consecuencias sobre sus aprendizajes y también sobre las interacciones sociales.

Revisión bibliográfica acerca de cómo ayudar a aprender mediante el uso de TIC a estudiantes con TDA/H

Para comprender el trastorno y conocer cuáles son las condiciones más oportunas para atender a estudiantes con diagnóstico TDA/H, se realizó un relevamiento, estudio y análisis de investigaciones en temas afines (Domínguez, 2016). Se consultaron estudios enmarcados en el campo psicopedagógico, pues otorgan la oportunidad de conocer las características del trastorno y las de los contextos más propicios para que estos estudiantes desarrollen sus aprendizajes. Asimismo, se revisaron revistas de investigación sobre enseñanza de las ciencias, informática y educación, y neurología. A partir de la revisión presentada se concluyeron dos cuestiones, una de carácter teórico- metodológico y otra en relación con la hipótesis de la investigación.

Por un lado, los diferentes estudios consultados (Rief, 1999; Abad Más, Ruiz-Andrés, Moreno-Madrid, Herrero y Suay, 2013; Bauermeister, 2014) señalan que es preciso un trabajo en colaboración entre profesionales de diferentes áreas y disciplinas: psicólogos y psicopedagogos –tanto institucionales como personales–, profesores y la familia de los estudiantes. Es decir, profesionales de la educación y de la salud, y la propia familia. Esto nos lleva a plantear un trabajo colaborativo entre los investigadores y los profesionales antes mencionados, y la necesidad de ampliar nuestro horizonte para incorporar e integrar diferentes marcos teóricos y metodológicos para ayudar a aprender ciencias, en particular Física, a estudiantes con TDA/H mediante actividades diseñadas que incluyan TIC.

Por otro lado, se plantea la riqueza y el potencial que pueden tener las TIC para ayudar en los procesos de aprendizaje. Como sostiene Domínguez (2016):

Algunas tecnologías tienen la riqueza de permitir visualizar e interactuar con un sistema. Por ejemplo, permiten indagar qué sucedería si se cambia uno o varios parámetros a la vez, si se deja alguno fijo; posibilita plantear hipótesis; reiniciar el proceso cuantas veces sea necesario; complejizar las situaciones; proponer diferentes gradualidades en las tareas, etcétera (46).

Estudios específicos que resaltan las ventajas de la inclusión de TIC como mediadoras en el aprendizaje de estudiantes con TDA/H

Uno de los trabajos revisados que ya manifestaba la importancia de incluir TIC data del año 1993. La propuesta de Ford, Poe y Cox se concretó con 21 niños con TDA/H; los autores detectaron que el tiempo de atención de los niños se veía modificado según las características del *software* utilizado, logrando mayor tiempo dedicado a las tareas. Un estudio que se considera trascendental en nuestra investigación es el de los autores González Rus y Oliver Franco (2002), pues concluyen con una serie de prerequisites que deben reunir los programas educativos que se utilicen para estudiantes con TDA/H. Ellos expresan que se les debería permitir involucrarse en actividades lúdicas; que las animaciones no deben ser excesivas; que no se los debe frustrar ante el error, permitiéndoles logros más que fracasos; que deberían tener un grado de dificultad asequible a su aprendizaje, etc.

Mayer (2003) y Fabio y Antonietti (2012) comparan la enseñanza tradicional con otras en las que se incorpora cierto material hipermedia y concluyen que los estudiantes con TDA/H logran mejores resultados cuando hay un material especialmente diseñado con la incorporación de textos, videos, audios, etc.

Otro de los trabajos que resultó importante para nuestra investigación es el estudio realizado por De Sá Guimarães, De Carvalho y Da Costa (2007), donde se presentan los resultados de una experiencia en la que se usa realidad virtual para ayudar a aprender matemática a estudiantes con TDA/H. Los autores utilizan una serie de formularios que han sido modificados para adaptarlos a nuestro caso de estudio, y ya se han realizado las primeras intervenciones.

Los resultados de estudios preliminares muestran que estas tecnologías, fundamentalmente las simulaciones que incorporan el factor lúdico –que permiten interactuar utilizando diferentes sentidos (visual, táctil, auditivo), manipular valores, manejarse con diferentes grados de complejidad, volver a comenzar una tarea, etc.– favorecen el tiempo de atención y disminuyen la frecuencia de surgimiento de acciones disruptivas en estudiantes con este trastorno (Domínguez, 2016: 42).

Comentarios finales

Las tecnologías tienen el potencial para realizar transformaciones o mejoras en la educación, algo que puede hacerse realidad o no, dependiendo en gran medida del modo como se las integre al currículo escolar. Su incorporación en la planificación áulica debe ser resultado de considerarlas como verdaderas mediadoras en los procesos de construcción de significados. Esto se logra si los docentes están formados para enseñar con tecnología. Los planes de profesorado no cuentan, en la mayoría de los casos, con una preparación sólida en cuanto a las posibilidades de las TIC en el aula. En este sentido, Maggio (2011) afirma que la formación de grado viene dando algunas muestras al incorporar materias como Informática Educativa en los planes de estudio de los profesorados de Física o Matemática. Sin embargo, esto parece no ser suficiente. Es preciso, además, comprender que los problemas didácticos con los que el docente se enfrentará al usar las tecnologías son más complejos de los que tenían antes. Los planes mencionados no poseen asignaturas que propongan y desarrollen contenidos acerca de cómo enseñar a estudiantes con dificultades y en contextos variados.

La comprensión de conceptos teóricos puede mejorar cuando se utilizan objetos de aprendizaje digitales como son las simulaciones. Sean creadas con fines educativos o de entretenimiento, comprenden una unidad pedagógica significativa, responden a un objetivo, a una actividad de aprendizaje y evaluación. Se pueden reutilizar y combinar con otros recursos cumpliendo ciertas especificaciones pedagógicas y tecnológicas. Poseen tres características claves que promueven la mediación de los aprendizajes significativos. El soporte visual, al requerir menos memoria de trabajo y reducir la carga cognitiva, ayuda a la comprensión de ideas complejas y abstractas.

Como se ha mencionado, producir resultados que contribuyan al mejoramiento de la calidad de enseñanza de las ciencias presupone asumir la necesidad de un trabajo colaborativo entre profesores, investigadores en enseñanza y docentes de educación media. Cuando se desea incluir a estudiantes con dificultades en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, es preciso además incorporar al trabajo colaborativo a especialistas de la salud y a la familia de los estudiantes.

Esto nos lleva a repensar los planes de estudio de los profesorados, de tal manera que incluyan asignaturas que acerquen a los futuros profesores a los diferentes contextos y al conocimiento de las diversas dificultades de aprendizaje, y les planteen posibles estrategias de enseñanza. En este sentido es que se propone la necesidad de incorporar situaciones especialmente diseñadas con TIC, tomando en cuenta ciertos criterios como: los contenidos (ideas alternativas y conocimientos previos); los objetivos de aprendizaje propuestos por el profesor y las simulaciones (posibilidades: ventajas y desventajas); y su relación con: a) los contenidos conceptuales y procedimentales y b) las condiciones de adaptabilidad para estudiantes con dificultades. Específicamente, el uso de las TIC, en particular las simulaciones, podría ayudar a estudiantes con TDA/H en los procesos de enseñanza, pues permiten captar su atención desde diferentes canales –el visual, el auditivo, el táctil–, les posibilitan interactuar cambiando valores en las variables, ejecutar una acción y volver a comenzar si así lo requieren

(ya sea porque se advierte un error, porque desean agregar o quitar dificultad o realizar algún otro cambio), entre otras.

BIBLIOGRAFÍA

- ABAD MÁS, L.; RUIZ-ANDRÉS, R.; MORENO-MADRID, F.; HERRERO, R. y SUAY, E. (2013). "Intervención psicopedagógica en el trastorno de déficit de atención/hiperactividad". *Revista de Neurología*, vol. 57, supl. 1. Recuperado de <https://www.neurologia.com/articulo/2013290>
- ABADI, A. y PALLIA, R. (2007). "Trastorno por déficit de atención". *Revista del Hospital Italiano* [Buenos Aires], vol. 27, n.º 2. Recuperado de https://www.hospitalitaliano.org.ar/multimedia/archivos/noticias_attachs/47/documentos/7976_27-2-Revision.pdf
- ADELL, J. y CASTAÑEDA, L. (2012). "Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes?". En HERNÁNDEZ, J.; PENNESI, M.; SOBRINO D. y VÁZQUEZ A. (Coord.). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: Asociación Espiral, Educación y Tecnología.
- BAUERMEISTER, J. (2014). *Hiperactivo, Impulsivo, Distraído ¿Me conoces? Guía Acerca del Déficit Atencional (TDAH) Para Padres, Maestros y Profesionales*. Nueva York: The Guilford Press.
- BURBULES, N y CALLISTER, T. (2001). *Educación: Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la Información*. Buenos Aires: Granica.
- CASTILHO, M. I. y RICCI, T. F. (2006). "O uso de animações como elemento motivador de aprendizagem". *Experiências em Ensino de Ciências*, vol. 1, n.º 2, pp. 10-17. Recuperado de http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID20/pdf/2006_1_2_20.pdf
- CENICH, G.; ARAUJO, S. y SANTOS, G. (2017). "TIC y culturas de enseñanza. Elaboración de una encuesta para indagar los usos educativos de las TIC por docentes de Matemática". *Revista Ibero-Americana de Educación*, vol. 73, n.º 1, pp. 9-28.
- COLL, C. y MARTÍ, E. (2001). "La educación escolar ante las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación". En COLL, C.; PALACIOS J. y MARCHESI A. (Comp.). *Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar*. Madrid: Alianza.
- CUBERO, R., (2005). *Perspectivas constructivistas. La intersección entre el significado, la interacción y el discurso*. Barcelona: Editorial Graó.
- DE SÁ GUIMARÃES, M.; DE CARVALHO, L. A. y DA COSTA R. M. E. M. (2007). "Ambientes Virtuais na prática educacional de crianças com Transtorno de Déficit de Atenção e/ou Hiperatividade", *Laboratório de Banco de Dados*. Recuperado de <http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/svr/2007/0027.pdf>

- DOMÍNGUEZ, M. A. (2010) "Algunas consideraciones teóricas para caracterizar el proceso de enseñanza y de aprendizaje". En SANTOS G. y STIPCICH S. (Comp.). *Tecnología educativa y conceptualización en Física. Estudios sobre interacciones digitales, sociales y cognitivas*. Tandil: UNCPBA. Recuperado de <https://goo.gl/ewCk6Z>
- DOMÍNGUEZ, M. A. (2016). "Aproximaciones metodológicas en una investigación sobre cómo se aprende física con tecnología en casos de TDA/H". *Revista de Enseñanza de la Física*, vol. 28, n.º 2, pp. 39-49.
- FABIO, R. A. y ANTONIETTI, A. (2012). "Effects of Hypermedia Instruction on Declarative, Conditional and Procedural Knowledge in ADHD Students". *Research in Developmental Disabilities*, vol. 33, pp. 2028-2039.
- FORD, M. J.; POE, V. y COX, J. (1993). "Attending Behaviors of ADHD Children in Math and Reading Using Various Types of Software". *Journal of Computing in Childhood Education*, vol. 4, n.º 2, pp. 183-196.
- FURIO, C. y GUIASOLA, J. (1998). "Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y de universidad". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 16, n.º 1, pp. 131-146.
- FURIO, C.; VILCHES, A.; GUIASOLA, J. y ROMO, V. (2001). "Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria, ¿alfabetización científica o preparación propedéutica?". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 19, n.º 3, pp. 365-376.
- GONZÁLEZ RUSS, G. y OLIVER FRANCO R. D. (2002). "La informática en el Déficit de Atención con Hiperactividad". Ponencia presentada en las Jornadas de Hiperactividad, Fundación ICSE, Sevilla. Recuperado de <http://diversidad.murciaeduca.es/tecnoneet/docs/2002/3-142002.pdf>
- LLANCAQUEO, A.; CABALLERO, M. A. y MOREIRA, M. A. (2003). "El concepto de campo en el aprendizaje de la física y en la investigación en educación en ciencias". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 2, n.º 3, pp. 227-253.
- MAGGIO, M. (2011). Entrevistado en Givrtz, S. y Necuzzi, C. (Comp.). *Educación y tecnologías. Las voces de los expertos*. CABA: Anses. Recuperado de <http://www.oei.es/conectarigualdad.pdf>
- MAYER, R. E. (2003). "The Promise of Multimedia Learning: Using the Same Instructional Design Methods across Different Media". *Journal of Educational Psychology*, vol. 83, pp. 484-490.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES. Dirección General de Cultura y Educación (2013). *Disposición n.º 59/2013. Para el abordaje de las dificultades específicas del aprendizaje en todos los niveles de enseñanza, su alcance y recomendaciones*. Recuperado de <https://goo.gl/vB86H1>
- MIRANDA, A. (en diagramación). *Ciencias de la educación: La interacción digital en el aula. Los procesos de significación en el uso de simulaciones computacionales en la escuela secundaria*. [Libro

- electrónico]. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Filosofía y Humanidades.
- MIRANDA, A.; SANTOS, G. y STIPCICH, S. (2013). "La dinámica de significación en el uso de applets en física". En SANTOS, G. y STIPCICH, S. (Comp.). *Libro de actas del 1º Workshop Enseñanza de la Física en la Argentina: los desafíos de la investigación educativa y la formación docente*. [Libro electrónico]. Tandil: UNICEN, pp.194-205.
- MORTIMER, E. F.; MASSICAME, T.; BUTY, C. y TIBERGHIE, A. (2007). "Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências". En NARDI, R. *A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes*. San Pablo: Escrituras.
- PEA, R. (2001). "Prácticas de inteligencia distribuida y diseños para la educación". En Salomon G. (Comp.). *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas*. Buenos Aires: Amorrortu.
- POLANCZYK, G.; SILVA DE LIMA, M.; LESSA HORTA, B.; BIEDERMAN, J. y ROHDE, L. A. (2007). "The Worldwide Prevalence of ADHD: A Systematic Review and Meta-regression Analysis". *Journal of the American Psychiatric Association*, vol. 164, pp. 942-948.
- RIEF, S. (1999). *Cómo tratar y enseñar al niño con problemas de atención e hiperactividad. Técnicas, estrategias e intervenciones para el tratamiento del TDA/TDAH*. Buenos Aires: Paidós.
- RÍOS, S. L.; VEIT, E. A. y ARAUJO, I. S. (2011). "Modelación computacional apoyada en el uso del diagrama V de Gowin para el aprendizaje de conceptos de dinámica newtoniana". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 10, n.º 1, pp. 202-226.
- SÄLJÖ, R. y WYNDHAMN, J. (2001). "Resolución de problemas cotidianos en un ambiente formal: un estudio empírico de la escuela como contexto para el pensamiento". En CHAIKLIN, S. y LAVE, J. (Comp.). *Estudiar las prácticas. Perspectivas sobre actividad y contexto*. Buenos Aires-Madrid: Amorrortu.
- SOLBES, J. y MARTÍN QUERO, J. (1991). "Análisis de la introducción del concepto de campo". *Revista Española de Física*, vol. 5, n.º 3, pp. 34-40.
- VELAZCO, S. y SALINAS, J. (2001). "Comprensión de los conceptos de campo, energía y potencial eléctricos y magnéticos en estudiantes universitarios". *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 23, n.º 3, pp. 308-318.
- VIENNOT, L. y RAINSON, S. (1999). "Design and Evaluation of a Research-Based Teaching Sequence: the Superposition of Electric Fields". *International Journal of Science Education*, vol. 21, n.º 1, pp. 1-16.
- WAINMAIER, C.; SPELTINI, C. y SALINAS, J. (2011). "Conceptos y relaciones entre conceptos de la mecánica newtoniana en estudiantes que ingresan a la universidad". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 10, n.º 1, pp. 133-152.