

# Constructivismo y tecnología

REFLEXIONES DESDE LA ENSEÑANZA A NIVEL SECUNDARIO DE LAS MATEMÁTICAS Y LA HISTORIA

*Jaime W. Abreu Ramos, Ed.D.*

*James Seale Collazo, Ed.D.*

Escuela Secundaria

Universidad de Puerto Rico

emiaj12345@yahoo.com

sealecollazo@gmail.com

## RESUMEN

Dos profesores de la Escuela Secundaria de la Universidad de Puerto Rico, uno de Matemáticas y otro de Historia, describen detalladamente su uso de tecnologías digitales (las calculadoras gráficas y el wiki, respectivamente) y cómo estas han facilitado la práctica de la pedagogía constructivista. Se ofrece una breve explicación teórica de cómo las tecnologías digitales complementan esta pedagogía, pero se concluye que la evaluación de la utilidad de determinadas tecnologías debe tomar en cuenta sus costos, sus posibles beneficios y cuál personal docente es el más capacitado para hacer estos juicios.

**Palabras clave:** calculadora, constructivismo, educación en historia, educación en matemáticas, educación secundaria, tecnología educativa, wiki

## ABSTRACT

Two professors at the University of Puerto Rico's Laboratory High School, one a teacher of Mathematics, the other one of History, offer detailed descriptions of how their use of digital technologies (graphing calculators and a class wiki, respectively), have facilitated their practice of constructivist pedagogy. They offer a brief theoretical account of how digital technologies complement this pedagogy, but conclude that the evaluation of

particular technologies needs to be the object of a cost-benefit analysis, and that teachers are best qualified to make this judgment.

**Keywords:** calculators, constructivism, educational technology, History education, Mathematics education, secondary education, wiki

## ■ Introducción

El tiempo actual trae grandes retos para el proceso de enseñanza-aprendizaje, en particular para los maestros del nivel intermedio y superior. Los esfuerzos de reforma en todas las materias están contenidos en informes que reclaman cambios en el currículo, la enseñanza, el *assessment* de los estudiantes y el ambiente del salón de clases. Dichas reformas están enmarcadas en las necesidades cambiantes e impredecibles de nuestra sociedad; en las investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje, con énfasis en cómo se aprende, y en avances continuos y el aumento de la tecnología, que requieren una mejor preparación de los estudiantes. Todo esto contribuye y dicta cambios en el contenido y la enseñanza.

Nuestros estudiantes, los ciudadanos del futuro, necesitan aprender, no solo el contenido de sus respectivas materias, sino cómo ser más reflexivos con su contenido conceptual. Deben tener una preparación más sólida que les permita expandir su conocimiento, interpretar información, tomar decisiones razonables y resolver problemas de creciente complejidad mediante el uso de una diversidad de enfoques y herramientas. Las experiencias educativas a las cuales se enfrenten deben trascender las fronteras del salón de clases. La existencia de las inteligencias múltiples deja de manifiesto que el proceso enseñanza-aprendizaje está obligado a ofrecer experiencias que permitan construir y aplicar el contenido de todas sus materias en contextos del mundo real.

El constructivismo implica cambiar el énfasis en la enseñanza y aprendizaje de todas las materias. Se busca estimular a los estudiantes a investigar, aplicar, explorar, discutir, preguntar, comunicar, defender sus procesos de pensamiento. Se espera que hagan conjeturas y lleguen a conclusiones, y que discutan su razonamiento mediante el lenguaje escrito y oral, con diagramas, dibujos, gráficas y tablas, así como el uso continuo de tecnología y manipulativos. Su aprendizaje debe estar conectado, ser significativo

y estar basado en el entendimiento de los conceptos y procesos. Un dominio de estos aspectos ofrecerá a la sociedad un individuo que pueda ser reflexivo con su conocimiento conceptual y capaz de aplicarlo en diferentes situaciones y contextos (Strommen & Lincoln, 1992; Boudourides, 2003).

A la par con el desarrollo del pensamiento constructivista, en los últimos 20 años se ha escrito y hablado mucho sobre “la tecnología” en el salón de clases, como algo que falta para “ponernos al día”, o para “competir en el mundo globalizado”; como algo que podría transformar la enseñanza, la cual, se dice, ha cambiado tan poco a lo largo del siglo XX. Se ha invertido millones de dólares en la adquisición de computadoras y en la conexión de los salones a la Internet. Se ofrecen cursos en tecnología educativa, que pueden llevar a especializaciones a nivel graduado. Pero la prometedora transformación de la enseñanza-aprendizaje ha tardado: el equipo no siempre se pudo aprovechar, en parte porque cambiar lo que hacen maestros y maestras en sus salones requiere mucho más que una computadora con conexión a Internet (véanse, entre otras muchas, las investigaciones de Yang & Huang, 2008; Baek, Jung & Kim, 2008; Palak & Walls, 2009).

¿Qué usos prácticos, concretos, puede ofrecer la tecnología digital a la enseñanza? ¿Es esencial o puede lograrse un resultado comparable sin dispositivos electrónicos? ¿Realmente facilita o posibilita un aprendizaje más a tono con la filosofía constructivista? En este artículo, dos maestros de la Escuela Secundaria de la Universidad de Puerto Rico (UHS, por sus siglas en inglés) —uno de Matemáticas, otro de Estudios Sociales— comparten usos concretos de tecnología digital y comparan lo que pueden lograr con las “tecnologías” (es decir, las digitales), con lo que habría que hacer sin ellas. Concluimos con una reflexión sobre los beneficios de estos recursos, desde la óptica de desarrollar una pedagogía más constructivista.

### ■ Nuestro contexto escolar

La UHS cuenta con un salón de computadoras, una sala audiovisual con televisor de pantalla grande y conexiones inalámbricas a Internet en la mayoría de sus salones. La población estudiantil de esta escuela incluye toda la gama de habilidades que caracteriza,

en general, a la población estudiantil puertorriqueña, ya que a ella llega toda la clase graduanda de sexto grado de la Escuela Elemental de la UPR, a la cual se entra por sorteo. Sin embargo, la mayoría de los nuestros alumnos en particular pasó por un proceso altamente selectivo, que consideró sus promedios de notas y sus puntuaciones en el examen PIENSE I. Este índice de alto aprovechamiento nos permite retarlos más que si reflejaran la distribución de habilidades de la población en general; a la vez nos permite dedicar más tiempo a la minoría que requiere más ayuda para dominar conceptos y destrezas.

Las experiencias que relatamos en este artículo pueden ayudar a compañeros y compañeras en el magisterio que no tengan estudiantes tan aventajados, en la medida que tengan acceso a los recursos tecnológicos que mencionaremos. No deseamos pregonar las bondades de estas innovaciones tecnológicas, sino ofrecer criterios concretos que ayuden a comparar los beneficios de determinados métodos con los costos que inevitablemente conllevan. Si bien relatamos casos en los que hemos visto que ese saldo es positivo, entendemos que no hace falta ninguna tecnología en particular para enseñar planteando problemas, ni se tiene garantía alguna de un enfoque constructivista al emplear “lo último en la avenida” de la tecnología educativa. Más bien, buscamos identificar las posibilidades inéditas que ofrecen algunas innovaciones en particular, para aportar al desarrollo de pedagogías a la altura de los retos del siglo XXI.

### ■ Los modelos matemáticos

La mayoría de las personas están familiarizadas con la palabra *modelo*, pero la conceptualizan de forma diferente al enfoque o perspectiva matemática. Hemos visto los “modelos” profesionales que desfilan con las modas más recientes, los “modelos” a escala de los carros o los “modelos” que utilizan los pintores para desarrollar sus obras, entre otros. En las matemáticas, sin embargo, el concepto tiene un significado diferente: estudiamos los *modelos* matemáticos para luego aplicarlos a diferentes situaciones, con el propósito, en general, de predecir tal o cual evento con “precisión”. En las experiencias educativas que compartimos, los estudiantes tuvieron la oportunidad de conocer un modelo matemático basado

en información del mundo real. En el desarrollo de la actividad, resolvieron ecuaciones, utilizaron el razonamiento inductivo, construyeron expresiones lineales, gráficas y tablas que se ajustaban a dicho modelo. Para finalizar, ofrecieron ejemplos en los que se utilizan tales esquemas matemáticos en la vida diaria, como, por ejemplo, para calcular la factura del agua, la luz o el teléfono, entre otras. Además, se discutieron cuáles son las características que debe tener un modelo para decir que es “bueno”.

En la actividad que describimos a continuación, las calculadoras gráficas juegan un papel importante. Estas tienen la capacidad de crear y mostrar, en sus pequeñas pantallas, gráficas correspondientes a las ecuaciones que se definen en ellas. Permiten cambiar los parámetros de las ecuaciones y muestran, de forma gráfica, el resultado de cada cambio. De esta manera, cada estudiante puede descubrir mediante la realización de conjeturas y al poner a prueba ideas que, de otra forma, no hubiese podido verificar. Es decir, no solo sirven para resolver problemas, sino que ayudan a plantearlos, a la vez que facilitan al estudiante tomar conciencia de su propio aprendizaje.

Jaime Abreu Ramos ha utilizado calculadoras gráficas como parte de su enseñanza desde que llegó a la UHS en 1997. El costo de estas máquinas ronda los \$120-150, semejante al de algunos libros de texto utilizados en cursos del nivel secundario, y, al contrario de la mayoría de los libros, estas pueden servirle al estudiante en varios niveles de estudio de las Matemáticas, así como varios cursos de Ciencias, a lo largo de sus estudios subgraduados.

Varias investigaciones (Dessart, DeRidder & Ellington, 1999; Heller & Curtis, 2005) manifiestan que el uso de calculadoras gráficas permite mejorar, no solo las destrezas, sino la actitud hacia las matemáticas y las ciencias. Ellington (2003) analizó 54 investigaciones relacionadas con este tema, y su examen reveló que las destrezas operacionales de los alumnos y su habilidad para resolver problemas verbales mejoraron cuando este instrumento formó parte integral de los procesos de evaluación e instrucción. Por otro lado, Heller y Curtis (2005) examinaron la relación que existe entre el uso instruccional de la calculadora gráfica y el progreso en el aprovechamiento académico de los estudiantes. Su trabajo reveló que mientras más acceso tuvieron los alumnos a dichos

instrumentos, su puntuación en las pruebas mejoró en forma considerable. Además, se encontró que las puntuaciones significativamente altas pertenecían a los estudiantes cuyos maestros participaron de talleres de desarrollo profesional en el manejo y uso de la calculadora gráfica en la enseñanza de matemáticas y ciencias.

### ■ Actividad: La gacela y el chita (Introducción)

En esta actividad, los estudiantes usaron el razonamiento inductivo para encontrar el conjunto solución de una ecuación. Durante la actividad, cada estudiante utilizó cómputos a papel y lápiz y la calculadora gráfica para representar la situación del problema; luego recurrió al uso de la calculadora para analizar, explorar y resolver el problema. En la parte de *assessment*, se les solicitó a los alumnos que escribieran una carta a un compañero enfermo, por lo cual estuviera ausente a clases. En ella, le debían explicar lo discutido en el salón. De esta manera, se integró el estándar de proceso de comunicación.

#### Planteamiento del problema

Los estudiantes tuvieron la oportunidad de observar varios vídeos de documentales en los cuales se observó un chita persiguiendo a una gacela. Luego, se les presentó la siguiente información:

Una gacela puede correr a 73 pies por segundo, por varios minutos. El depredador principal de la gacela es el chita. El chita puede correr mucho más rápido que la gacela. Las observaciones realizadas indican que el chita puede correr a 88 pies por segundo, pero solamente puede mantener esta velocidad máxima durante 20 segundos. Pasados los 20 segundos, el chita se fatiga y debe interrumpir la persecución. La gacela debe estar siempre pendiente a los chitas. ¿Cuán lejos de un chita debe estar una gacela para estar a salvo? La figura 1 muestra la situación antes descrita.

Se les explicó a los estudiantes que se pretende resolver la situación ajustándola a un modelo matemático. En particular, las herramientas que tenemos para analizar el modelo son el papel y el lápiz, e incorporar el uso de la tecnología cuando utilizamos

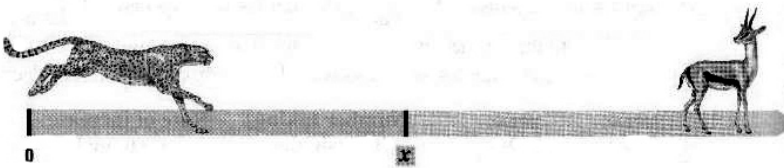


Figura 1. Distancia segura para la gacela

la calculadora gráfica para encontrar la distancia “segura” a la cual la gacela debe mantenerse del chita para no ser atrapada. Se estudió esta distancia “segura”, la que acordamos identificar con la variable  $d$ . Después de un análisis de la situación del modelo y de aplicar los conocimientos previos de álgebra, construimos un modelo lineal que describe la situación con las expresiones  $y_1 = 73x + d$  y  $y_2 = 88x$ . Por ejemplo, seleccionamos una distancia a la cual se encontraban separados los dos animales, en particular  $d = 100$ . Esto fue los que pudimos analizar (Figura 2):

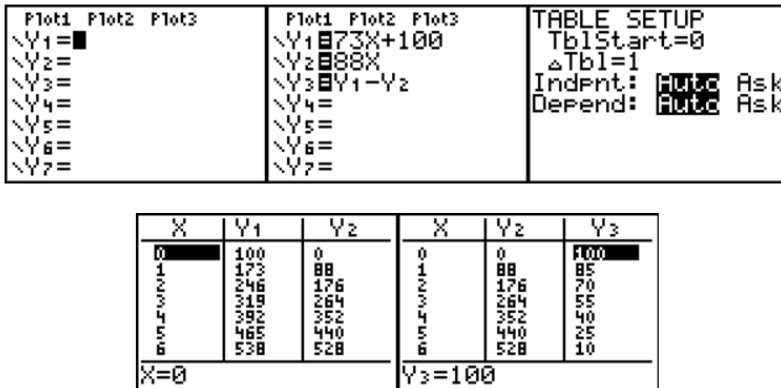


Figura 2. Muestra de la pantalla de la calculadora gráfica sobre el cómputo de la actividad “La gacela y el chita”

Estas son las preguntas y respuestas que se generaron cuando se discutió la actividad.

- ¿Qué unidad de medida representa  $d = 100$ , de acuerdo a las condiciones iniciales del problema? (Por ejemplo: metros, pies, millas o kilómetros).

- En la segunda pantalla de la calculadora gráfica, se muestra la expresión  $Y_3 \ominus Y_1 - Y_2$ . ¿Qué representa este enunciado de acuerdo a los parámetros del problema?
- Cuando  $x = 0$ , las columnas  $Y_1$  y  $Y_2$  tienen el mismo valor. ¿Qué explicación puedes ofrecer para justificar esta situación de acuerdo a las condiciones del problema?
- ¿Consideras la distancia inicial seleccionada apropiada para que la gacela esté segura? ¿Por qué?
- Si  $d = 100$ , ¿es capturada la gacela o logra escapar? ¿Qué datos de las tablas ayudan a sustentar esta idea?
- Si la gacela es capturada cuando  $d = 100$ , ¿cuánto estimas que sea el tiempo aproximado que le toma al chita atraparla?

Contestaciones:

- La unidad de medidas es pies, ya que el problema indica que una gacela puede correr a 73 pies por segundo.
- Representa la diferencia entre las columnas correspondientes. De acuerdo a las condiciones del problema, representa la distancia que separa la gacela del chita.
- Cuando  $x = 0$ , estás efectuando la siguiente operación:

$$y_3 = y_1 - y_2 = 100 - 0 = 100$$

- No, la distancia es muy corta.
- La gacela es capturada. Estos son los datos que justifican este argumento:

6		528		10
7		616		-5

- La captura de la gacela ocurre aproximadamente en un poco más de 6 segundos.

El modelo matemático fue puesto en práctica nuevamente; esta vez se utilizó otro valor de  $d$ , en particular  $d = 600$ . La calculadora gráfica puede ayudarnos nuevamente en esta situación. A continuación, en la Figura 3, se muestran las pantallas sugeridas para representar el problema en la calculadora.

Preguntas que se compartieron con los estudiantes en esta parte de la actividad:

- ¿Consideras la distancia inicial seleccionada apropiada para que la gacela esté segura? ¿Por qué?



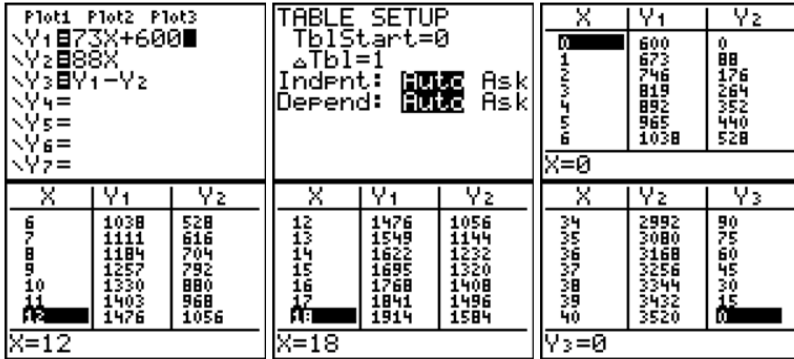


Figura 3. Situación de la gacela cuando  $d = 600$

- Cuando  $d = 600$ , ¿es capturada la gacela o logra escapar? ¿Qué datos de las tablas ayudan a sustentar es aspecto?
- ¿Qué aspectos biológicos representan una restricción para que la gacela pueda ser atrapada por el chita cuando la persecución comienza a una distancia de 600 pies?
- Si la persecución comienza cuando  $d = 600$ , estima el tiempo aproximado que le toma al chita atraparla.

Contestaciones a las preguntas sugeridas:

- Si. El chita no la puede capturar.
- La gacela logra escapar. Si analizamos la tabla

X	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>
39	3432	15
40	3520	0
41	3608	-15

- podemos apreciar que esto ocurre cuando transcurren aproximadamente 40 segundos.
- El chita no puede mantener su velocidad por esta cantidad de tiempo. Las observaciones realizadas indican que el chita puede correr a 88 pies por segundo, pero solamente puede mantener esta velocidad máxima durante 20 segundos. Pasados los 20 segundos, el animal se fatiga y debe interrumpir la persecución.

- Aunque es poco probable que la persecución dure este tiempo, la interpretación de la tabla sugiere que la captura ocurrirá en unos 40 segundos.

Se les pidió a los estudiantes que establecieran una ecuación que permitiera calcular la distancia “segura” a la cual debía mantenerse una gacela para evitar ser atrapada por un chita. Esta fue la estrategia que se desarrolló en el salón de clases:

Estudiantes: Otra estrategia apropiada, además del uso de la calculadora, puede ser resolver una ecuación por los métodos tradicionales utilizados en el salón de clases; como el tiempo máximo que resiste el chita es de 20 segundos, entonces podemos formar la siguiente ecuación:

Distancia de la gacela  $\rightarrow (73)(20)$

Distancia inicial de la gacela al chita  $\rightarrow d$

Distancia del chita  $\rightarrow (88)(20)$

Ecuación  $\rightarrow (73)(20) + d = (88)(20)$

$$d = 300$$

Por lo tanto, podemos inferir que una gacela, para evitar ser atrapada, debe mantenerse a más de 300 pies de un chita.

Sin las calculadoras, se podría hacer el procedimiento en la pizarra frente a la clase. Los estudiantes podrían pasar al frente para crear las tablas y las resultantes gráficas que representarían las diferentes persecuciones, a diferentes distancias iniciales entre la gacela y el chita. Esto pudiera tomar más tiempo, pero más crucialmente, aun si cada estudiante fuera a la pizarra, la mayoría de la clase, en cada momento dado, participaría de la lección de forma activa, reflexionando sobre lo que ocurre en la calculadora gráfica proyectada en la pizarra interactiva. Además, la calculadora, en las manos de cada estudiante, los convierte en agentes activos, que entran los parámetros y rápidamente ven —y pueden evaluar— sus resultados. Así, esta herramienta aumenta de forma dramática la participación de cada alumno en su propio proceso de aprendizaje, construyendo conocimiento de forma más independiente del maestro.

## ■ Historia General en un wiki

El curso de Historia General (noveno grado) de Jimmy Seale Collazo gira en torno a dos grandes proyectos. En el primer semestre, grupos colaborativos de estudiantes se especializan en las civilizaciones antiguas de una región del mundo (Europa clásica o medieval, China/Japón, India/Persia, América precolombina, África, Mesopotamia y el mundo islámico), y realizan una serie de cuatro proyectos (sobre sus economías, gobiernos, jerarquías sociales y culturas). En el segundo semestre, cada estudiante escribe una monografía, que sigue una serie de once pasos.

En el primer semestre, cada proyecto incluye una presentación en clase de 5 minutos, muy popular entre el estudiantado porque permite dar rienda suelta a su creatividad. Para anclarlos más en la realidad histórica, también incluye una parte escrita y, sobre todo, visual. Esta otra ha ido evolucionando. Primero, cada grupo tenía que producir un afiche que ilustrara, con mapas, línea de tiempo y otros elementos visuales, el aspecto de la historia de la región asignada. Luego, se transformó en una “Revista de Historia y Geografía”, que permitiría incluir más información escrita y sería más manejable para evaluar. El trabajo en grupo se evalúa, en parte, mediante papeles: un estudiante se responsabiliza por las imágenes (ilustración); otro por el texto que las acompaña (edición), y otro por el emplanaje y la presentación final (diseño gráfico).

Entre los inevitables roces y dificultades que experimentaron los grupos estaba la comunicación entre sus miembros, particularmente hacerle llegar a la persona encargada del diseño gráfico las imágenes y el texto que tendría que emplear, a menudo en las últimas horas antes de entregar el proyecto. La impresión del trabajo también solía ser problemático.

En el verano de 2009, mientras ponderaba cómo allanar este camino para los estudiantes, Jimmy descubrió lo que era un “wiki” (véanse las ponencias de Pusey & Meiselwitz, 2009; Johnson & Bartolino, 2009, en una conferencia de *Human Computer Integration*). La palabra viene de un vocablo polinesio que significa “rápido”, y se refiere a un espacio de Internet, parecido a un blog, pero en el cual varias personas podrían trabajar desde lugares distantes entre sí. Forma parte del fenómeno conocido como “Web

2.0”, los usos más complejos que se le están dando a Internet. *Wikipedia* es, precisamente, un wiki; Facebook y sus redes sociales competidoras son otra de sus manifestaciones más conocidas. Varias compañías mercadean este producto para maestros y escuelas, todas con versiones gratuitas y otras que pueden costar \$100 al año para fines educativos. Este mercado está en pleno desarrollo, y hay que estar pendiente a las últimas ofertas.

En el 2009-10, estrenando un wiki de la compañía PBworks, de San Mateo, California, Jimmy creó un wiki (uhshistoriageneral.pbworks.com) para su clase. Además de colocar ahí los documentos del curso y anuncios de cambios, como se hace en cualquier blog, dispuso que las “revistas de Historia y Geografía” se realizarían en ese espacio virtual. Cada estudiante tendría privilegios como *escritor* en el wiki, para así crear y modificar páginas. Cada “número” de la revista (cada grupo tendría que producir cuatro “números”, o una por unidad) se haría como una página del wiki.

Para este tipo de trabajo grupal, el wiki fue todo un éxito. Aunque siempre se encuentran dificultades para inscribir algunos estudiantes, y alguno que otro tenía limitaciones de acceso al Internet, el proceso de aprendizaje de la técnica de manejo del wiki, tanto para el maestro como para sus alumnos, fue breve y sin mayores contratiempos. Los conflictos entre los miembros de los grupos se minimizaron, ya que cada quien podía colocar el texto o las imágenes que le correspondían en la página del grupo desde su propia casa. Se eliminaba, así, el “corre y corre” de imprimir el trabajo para entregarlo a tiempo.

Tal vez el mayor beneficio del wiki para el trabajo de grupos fue el proceso evaluativo del maestro. Cada página del wiki tiene un “historial” que permite ver quién la modificó y a qué hora, además de mostrar cada una de las sucesivas versiones. Esta característica ofrece una ventana al proceso de trabajo en grupo, que no se evidencia cuando el trabajo se entrega finalizado. Al combinarlo con una hoja de autoevaluación grupal, en la que los miembros dicen cuáles tareas realizó cada uno (incluyéndose a sí mismo), y otra que permite informar reuniones fuera del horario de clases, se pudo hacer una especie de “triangulación” que corroboraba los datos informados en estos formularios con el historial del wiki.

Durante el segundo semestre, el curso de Historia General conlleva un proyecto de monografía que dura todo el semestre. Los primeros dos meses se dedican al proceso de buscar fuentes, crear fichas bibliográficas y extraer apuntes que citan, parafrasean, resumen o comentan su contenido. Por años, Jimmy pedía fichas y apuntes en tarjetas de fichero 3x5, requiriéndole a cada estudiante unas 50 tarjetas con apuntes, que se recogían en tres ocasiones. Durante los meses de febrero y marzo, era común verlo con una funda de plástico llena de paquetes de tarjetas, cada vez más gruesas según pasaban las semanas. Al llegar a las 50, requería que clasificaran los apuntes por tema, se le escribiera el tema al que pertenecía cada tarjeta y que se entregaran una última vez junto con un breve bosquejo inicial, que mostrara los temas en secuencia. A este paso le seguía un bosquejo final, ya con cada tema y subtema resumidos en una oración completa; un borrador del trabajo completo y, al acabarse el semestre, el trabajo final.

Para 2008, cuando Jimmy retomó esta técnica en la UHS, notó un cambio drástico en el contexto de enseñar a investigar a estudiantes de escuela secundaria: la “preferencia por el Internet” como fuente de información. Tuvo que establecer un número mínimo de fuentes impresas, ya que el estudiantado tendía abrumadoramente a utilizar, de forma casi exclusiva, los recursos disponibles en línea. Internet seduce por la facilidad de acceso que ofrece a una infinidad de recursos, mas pocos estudiantes de nivel secundario están preparados para evaluar críticamente la información que pueden encontrar.

Entre 2008 y 2010, Jimmy se planteó continuamente si las tarjetas de fichero no serían una técnica obsoleta para enseñar a investigar. Estas tienen, al menos, dos ventajas: primero, su tamaño limita lo que cada estudiante puede escribir en ellas, lo que les obliga a resumir o dividir la información que se encuentran; de esta forma, frenan la tendencia a copiar bloques grandes de texto. Segundo, permiten organizar “manualmente” la información, desplegándolas sobre una superficie plana, como una mesa, para agruparlas por tema: este era, regularmente, el paso siguiente a la acumulación del número requerido de tarjetas. Por ello, las siguió utilizando hasta 2009.

En 2010, luego de la experiencia exitosa del wiki en el primer semestre con los proyectos grupales, decidió utilizarlo para las investigaciones individuales. En lugar de un paquete de tarjetas 3x5, cada estudiante tendría que crear una página en el wiki, en la cual colocaría sus fichas bibliográficas y un mínimo de 50 apuntes numerados. Luego de completar la cantidad de apuntes requeridos, se reagruparían temáticamente en la misma página. Jimmy recomendó, para aproximar la mencionada ventaja de las tarjetas de fichero, imprimir los apuntes en papel y cortarlos, de modo que las 50 tiras de papel resultantes se pudieran desplegar y agrupar sobre una superficie de forma parecida a las tarjetas (el trabajo investigativo mediante tarjetas de fichero sigue siendo una opción para estudiantes con dificultad de acceso al Internet).

Nuevamente, el wiki resultó muy adecuado, de forma inesperada. Su ventaja principal residió en permitir al maestro ver más de cerca el proceso de investigación de cada estudiante. Primeramente, mejoró el seguimiento individual: se pudo monitorear el trabajo de cada estudiante con solo mirar su página en el wiki, aun antes de la fecha de entrega, así como ver cuándo y cuánto modificaba su trabajo. Más aun, ya que la mayoría de las fuentes eran de Internet y las fichas bibliográficas incluían los enlaces a las fuentes en línea, fue posible verlas con tan solo hacer clic en ellas, hacer los señalamientos necesarios respecto a la confiabilidad de cualquier fuente y verificar si se estaba parafraseando, como freno al uso inapropiado del “cortar y pegar”.

En fin, para la clase de Historia General de noveno grado, que incluye varios proyectos grupales y una investigación individual, el wiki resultó sumamente útil, en parte porque facilitó al estudiante la interacción entre miembros de los grupos y la acumulación de datos para la investigación, pero más porque proporcionó al maestro información sobre el proceso de trabajo de sus estudiantes, a la que no tendría acceso si se hubiera hecho el trabajo del modo convencional.

## ■ Conclusiones

Hace 20 años, David Perkins, de *Project Zero* de la Escuela Graduada de Educación de la Universidad de Harvard, propuso un “matrimonio” entre el constructivismo y la tecnología (Perkins, 1991,

pp. 18-19), basándose en una categorización un tanto abstracta de cinco “facetas” de la enseñanza: bancos de información, tabletas para símbolos (*symbol tablets*), juegos para construcción (*construction kits*), fenomenarios y administradores de tareas. Tales facetas no necesariamente están presentes; la enseñanza tradicional, no constructivista, a menudo se limitaba a un banco de información (el maestro, junto con el libro de texto, sirve de fuente de información para la clase), la tableta para símbolos (las libretas de los estudiantes, las pizarras o las hojas de exámenes) y un administrador de tareas (el maestro, que determina qué se ha de hacer). La enseñanza constructivista se distingue, en parte, por el papel central que asumen los juegos para construcción y los fenomenarios, ya que, mediante estos elementos, los estudiantes asumen su aprendizaje de formas más activas. Perkins señala, sin embargo, que no se trata de novedades históricas en la enseñanza, sino de recuperar aspectos de los procesos del aprendizaje *in situ* (*apprenticeship*) que se habían perdido al trasladar la enseñanza a salones de clases (1991, p. 20). Es, en este sentido, que Perkins vio el potencial de las tecnologías digitales para la educación constructivista.

El “banco de información” de cualquier salón con conexión al Internet se expande exponencialmente, permitiendo que los estudiantes asuman la búsqueda de información de forma más autodirigida. Como “tabletas para símbolos”, los *smart boards* —de cuyo uso Jaime Abreu Ramos fue líder en la UHS— ofrecen posibilidades expandidas, e incluso pueden acceder a bancos de información no textual: por ejemplo, los vídeos de persecuciones de chitas a gacelas, que se encuentran en Internet y se proyectan en clase.

Las calculadoras gráficas se sitúan entre los juegos de construcción y los fenomenarios, ya que incluyen los aspectos modulares de los primeros (un conjunto de comandos que se pueden utilizar para construir gráficas y encontrar diferentes soluciones), y su uso repetido permite reproducir, aunque de forma abstracta y limitada, diferentes escenarios, en este caso de persecuciones a distintas distancias iniciales entre depredador y presa.

El wiki, en la terminología de Perkins, es una gran tableta para símbolos, situada en el Internet, en medio del mayor banco de información de la historia. La creación de “revistas de Historia y Geografía”, escritas en primera persona, desde el supuesto del

punto de vista de una de las sociedades antiguas, se acercan un tanto al concepto de fenomenario, pero esta función se ve más plenamente en las presentaciones de los grupos ante la clase (un aspecto decididamente no digital, salvo los varios grupos que optan por crear y proyectar presentaciones videográficas). Como tableta para símbolos, sin embargo, el wiki tiene la gran ventaja de poderse compartir entre estudiantes, más fácilmente que las libretas de papel, e incluso se pueden proyectar frente a la clase con fines ilustrativos, como Jimmy ha hecho tanto con las revistas del primer semestre como con las investigaciones del segundo semestre.

La última faceta del modelo de Perkins, la administración de tareas, también se mueve hacia el constructivismo, aunque indirectamente, por este uso de la tecnología digital. Mediante las calculadoras, toda la clase participa directamente en el proceso experimental que determina la vida o muerte de las gacelas, en vez de ser espectadores pasivos. El wiki, al facilitar la presentación de los resultados de las investigaciones (tanto grupales como individuales), permite que los alumnos asuman más responsabilidad respecto al contenido de sus trabajos, lo cual es un eje central de la pedagogía constructivista (Perkins, 1991, pp. 19-20).

Hemos constatado de primera mano que los recursos que ofrecen, en nuestros casos, las calculadoras gráficas y el wiki, sí añaden un aspecto significativo a los procesos de enseñanza-aprendizaje. El costo que implican estos recursos, tanto en dólares como en tiempo para aprender a usarlos, a nuestro entender, resulta ser una excelente inversión. Sin embargo, no todas las novedades tecnológicas en la educación necesariamente cumplirán con este criterio. Este tipo de experimentación debe anteceder a la adopción de cualquier innovación que requiera inversión sustancial de tiempo o dinero para ponerla en práctica.

Somos los maestros y las maestras las personas mejor preparadas para evaluar y proponer la adopción de innovaciones educativas. Por ello, invitamos a compañeros y compañeras a compartir sus experiencias —tanto positivas como negativas— con innovaciones educativas en foros como este.



## REFERENCIAS

- Baek, Y. Y., Jung, J. J., y Kim, B. B. (2008). What makes teachers use technology in the classroom? Exploring the factors affecting facilitation of technology with a Korean sample. *Computers & Education* 50(1), 224-234.
- Boudourides, M. A. (2003, otoño). Constructivism, education, science, and technology. *Canadian Journal of Learning and Technology* 29(3).
- Dessart, D. J., DeRidder, C. M. & Ellington, A. J. (1999). The research backs calculators. En Z. Usiskin (Ed.), *Mathematics education dialogues*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Ellington, A. J. (2003). A meta-analysis of the effects of calculators on students' achievement and attitude levels in precollege mathematics classes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(5), 433-463.
- Heller, I. J. & Curtis, A. C. (2005). Impact of handheld graphic calculators use: A research perspective. En McKenzie Group (Eds.), *Handheld technology and student achievement: A collection of publications*. Texas Instruments.
- Johnson, K. A. & Bartolino, J. (2009). Creating community through the use of a class wiki. *Lecture Notes in Computer Science*, 5621, 471-478.
- Palak, D. & Walls, R. T. (2009). Teachers' beliefs and technology practices: A mixed-methods approach. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 417-441.
- Perkins, D. N. (1991) Technology meets constructivism: Do they make a marriage? *Educational Technology*, 31(5), 19-23.
- Pusey, P. & Meiselwitz, G. (2009). Heuristics of wiki technology in higher education learning. *Lecture Notes in Computer Science* 5621, 507-514.
- Strommen, E. F. & Lincoln, B. (1992). Constructivism, technology and the future of classroom learning. *Education and Urban Society* 24(4), 466-476.
- Yang, S. C. & Huangy, Y. F. (2008). A study of high school English teachers' behavior, concerns and beliefs in integrating information technology into English instruction. *Computers in Human Behavior* 24(3), 1085-1103.