



Construcciones de videojuegos para el desarrollo del pensamiento espacial en Educación Básica

Marisol **Santacruz** Rodríguez

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav-IPN)
México

msantacruzr@cinvestav.mx

Ana Isabel **Sacristán** Rock

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav-IPN)
México

asacrist@cinvestav.mx

Ángel **Pretelín-Ricárdez**

Instituto Politécnico Nacional, UPIITA

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav-IPN)
México

apretelin@ipn.mx

Resumen

En este taller los participantes, profesores de matemáticas, diseñarán y programarán tareas relacionadas con el desarrollo del pensamiento espacial en un ambiente de aprendizaje dirigido a estudiantes entre los 6 y 8 años. Los participantes se organizarán en pequeños equipos para diseñar tareas dentro de un micromundo computacional creado en una plataforma denominada Scratch, la cual permite construir historias interactivas, animaciones y videojuegos 2D, utilizando programación gráfica. Las actividades propuestas seguirán una concepción constructora, con tareas propias de los primeros niveles de escolaridad, aunque las ideas del taller pueden ser aplicables a cualquier nivel.

Palabras clave: constructorismo, micromundos, videojuegos, pensamiento espacial, educación básica, Scratch.

Introducción y antecedentes

Desde hace décadas, la investigación en Educación Matemática ha estado interesada en estudiar el papel de las tecnologías digitales en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. Existe una alta diversidad de software, estudios especializados, propuestas didácticas y posturas teóricas que intentan comprender la complejidad subyacente en la integración de tecnologías digitales a la clase de matemáticas (Oldknow, 2009).

Tomando en cuenta lo anterior, en este taller se presenta un ambiente de aprendizaje que posibilite el desarrollo del pensamiento espacial (Arrieta, 2003) en estudiantes de los primeros niveles de escolaridad.

Dicho ambiente de aprendizaje se basa en una perspectiva constructorista. De acuerdo con Papert y Harel (1991), el constructorismo comparte con el constructivismo la concepción del aprendizaje en la que se considera que los sujetos son los que construyen su propio conocimiento, pero es un paradigma que plantea que el aprendizaje se facilita a través de actividades de construcción de objetos externos y compartibles (i.e. objetos en el mundo – no sólo objetos físicos, sino también pueden ser algo como un programa de cómputo, un poema, una teoría, etc.). De esta manera se concibe una génesis del conocimiento, que no es ajena a los ambientes en los que el conocimiento se adquiere y los instrumentos que participan en dicha construcción.

En este sentido, el taller propuesto involucra utilizar y construir herramientas para explorar y resolver problemas en un ambiente de aprendizaje (o micromundo; cf. Hoyles & Noss, 2003), a través de actividades de programación de videojuegos. Papert (1981) considera que programar una computadora consiste en usar un lenguaje que permite que humano y máquina logren “comprenderse”.

El tipo de tareas a proponer en este micromundo, recogen la experiencia señalada por Hoyles, Noss, Adamson y Lowe (2001) en su proyecto *Playground*, que estuvo dirigido a niños entre los 6 y 8 años de edad, y en el cual se utilizó la narrativa de un juego para hacer uso de distintos medios de expresión: computacional, hablado o escrito. Dicho proyecto mostró cómo los niños pueden llegar a expresar su pensamiento mediante la predicción, descripción y explicación de fenómenos relacionados con las matemáticas.

Respecto al papel de los videojuegos en Educación Matemática, Macías & Quintero (2011) proponen que los videojuegos pueden proveer una posibilidad potente para el desarrollo del pensamiento espacial en estudiantes de Educación Básica. En la investigación de dicho autores, éstos destacan que después de que estudiantes de Educación Básica se enfrentaron a una serie de tareas que usaban videojuegos y realizaban representaciones en un ambiente de lápiz y papel, estos alumnos lograron describir trayectos (de orientación espacial) con diferentes niveles de abstracción.

En nuestra propuesta intentamos ir más allá, al plantear que estudiantes de los primeros grados de escolaridad, no sólo usen videojuegos, sino que los diseñen y programen para favorecer el desarrollo de su pensamiento espacial, a través de una actividad altamente significativa para ellos.

Tradicionalmente, la enseñanza de la geometría en la escuela se reduce a la identificación de algunas figuras geométricas sin ahondar en sus propiedades, y sin considerar que la construcción del concepto de espacio en los niños requiere relacionar objetos bidimensionales y

tridimensionales. Dicha relación puede desarrollarse a partir de la construcción de videojuegos bidimensionales, que pueden propiciar procesos cognitivos que ayuden al desarrollo del pensamiento espacial, por ejemplo, a través de la visualización (procesamiento visual e interpretación de información figurativa) (Bishop, 1983) y la orientación espacial (Macías & Quintero, 2011).

En nuestra propuesta se ofrecen este tipo de actividades mediante la construcción de videojuegos en el ambiente de programación Scratch 1.4 (descrito abajo).. En dicha propuesta se da prioridad a una modelación del espacio a partir del movimiento, donde se tiene la posibilidad de trabajar con un modelo interactivo. En este sentido, Kuzniak (2001) propone la idea de espacio de trabajo geométrico, como una categoría teórica que nos permite asociar el espacio intuitivo con un modelo matemático de espacio, dependiendo de la geometría de referencia; así, en el trabajo con Scratch, los niños tienen la posibilidad de discernir qué tan grandes, o pequeños, y qué tan lejos, o cerca, están unos objetos de otros. Dicho diseño se enmarca dentro de un micromundo computacional que definimos a continuación.

El micromundo de aprendizaje y la metodología a seguir

La noción de micromundo (Papert, 1981) se entiende como un ambiente interactivo de aprendizaje que permite al usuario, restringido por las reglas internas del sistema, realizar operaciones sobre los objetos, subordinadas a un marco teórico particular; y que favorece que los estudiantes tengan mejores oportunidades para representar, construir, compartir ideas y conceptos, así como para experimentar con ellos, lo que los convierte en una incubadora de ideas.

Hoyles & Noss (1987) consideran que un *micromundo* tiene al menos cuatro componentes que interactúan entre sí (ver Figura 2): Componente técnico, componente pedagógico, componente contextual y componente estudiante. A continuación se describen cada uno de dichos componentes en términos de cómo los concebimos para la propuesta de este taller.

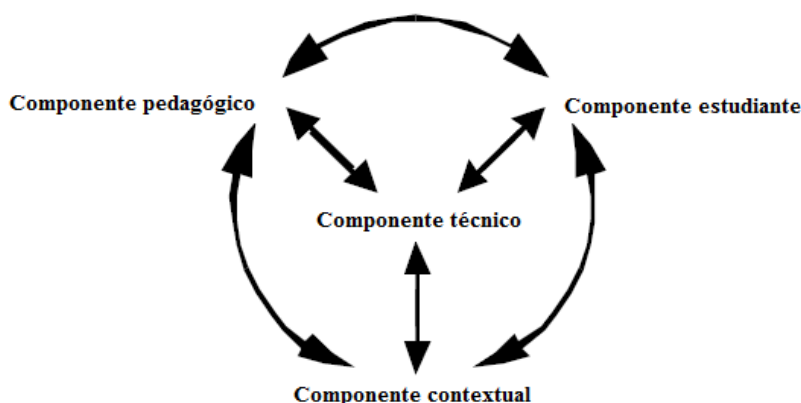


Figura 2. Componentes de un micromundo (Hoyles & Noss, 1987, p. 591).

El **componente técnico** es el software, programa o programas en el cual se enfoca la atención del estudiante sobre una idea o proceso específico (Hoyles & Noss, 1987), y que en este caso, es Scratch, el cual proveerá a los participantes con todas las herramientas necesarias para la construcción de un videojuego en 2D. Scratch es un entorno digital que permite crear animaciones, historias interactivas y videojuegos (Acerca de Scratch, s.f.) en una computadora personal (PC), a través de un lenguaje de programación gráfico de tipo *Drag and Drop* (Arrastrar

y soltar), que permite que los productos creados por los participantes sean reconstruibles y modificables. Una de las ventajas que tiene Scratch, es que puede ser utilizado casi por cualquiera persona, pues no se requiere habilidades de diseño y programación específicas, para poder iniciar la construcción de un proyecto, lo que resulta ideal para las edades y el nivel educativo de nuestra propuesta. Mostramos una captura de pantalla de la interfaz de Scratch en la Figura 1.

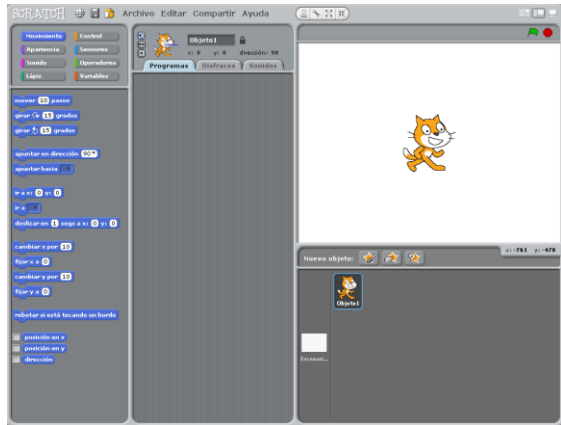


Figura 1. Interfaz de usuario de Scratch.

El **componente pedagógico**, es el encargado de estructurar y relacionar las actividades, de tal forma que se puedan explorar adecuadamente los conceptos involucrados en el componente técnico (Hoyles & Noss, 1987), incluye la planeación y diseño de las tareas que se proponen a los participantes. El diseño de las tareas, que se encuentran en cada una de las tarjetas de proyecto (Ver Figura 4), están condicionadas a las reglas internas del sistema, con el propósito explícito de movilizar pensamiento espacial de los participantes a través del desarrollo de habilidades espaciales y la visualización (Bishop, 1983, 1990).

Este componente estará conformado por los investigadores-instructores participantes, la secuencia de tareas mostrada en el sub apartado metodología, las tarjetas de proyecto, que indican lo que debe realizar cada equipo y las tarjetas de ayuda rápida (Ver Figura 3), para programación.

El **componente contextual**, son las situaciones sociales y culturales en las cuales las actividades de programación toman lugar, afectando el aprendizaje del estudiante (Hoyles & Noss, 1987), es decir, el ambiente social de la clase donde se integra el micromundo que proponemos. Para este taller, concebimos una organización de clase, retomando algunos elementos de la idea de orquestación instrumental (Trouche, 2012) en la cual se propone la configuración de un ambiente colaborativo, basado en la conformación de equipos de trabajo de tres integrantes (profesores en este caso), que trabajaran en una sola computadora, para favorecer el intercambio de ideas y el aprendizaje colaborativo.

El **componente del estudiante**, engloba aspectos cognitivos y afectivos (conocimientos previos e historia de los participante) que influyen en la forma en que las actividades son percibidas por los estudiantes, debido a su sistema de representaciones (Hoyles & Noss, 1987). En este caso los asistentes al XV CIAEM, tomarán el rol de estudiantes, por lo que tendremos una comunidad heterogénea, con diferentes formas de percibir cada una de las actividades debido a la realidad y problemáticas diversas, que se experimentan en cada región o país. Esto último

permitirá enriquecer la reflexión final (mirada retrospectiva) que se propone al final de la secuencia de actividades, que se presenta en el siguiente apartado.

Es altamente pertinente explicitar que los participantes no requieren ser expertos en programación para participar del taller.

Metodología del taller

Esperamos recibir un grupo de 18 participantes, distribuidos en seis equipos de tres integrantes. Cada equipo colaborará en el diseño y programación de un videojuego, siguiendo un conjunto de tareas, indicadas en una tarjeta de proyecto (Ver Figura 4) que se entregará a cada equipo.

En cada una de las tarjetas de proyecto, se especificará una problemática a resolver a través del cumplimiento de ciertas tareas, que estarán dirigidas al diseño y programación de un videojuego cuya mecánica principal será la exploración de terrenos 2D.

El diseño de las tareas, pretenden fundamentalmente, que los participantes entrenen su pensamiento espacial, involucrando procesos tales como, la orientación espacial mediante el uso de referentes (Macias, G., & Quintero R., 2011).

Después de que cada uno de los equipos haya terminado sus proyectos (videojuegos), éstos serán revisados (jugados) por los otros equipos, quienes validaran si cumplieron con los objetivos planteados en la tarjeta de proyecto y en un documento de diseño.

Para favorecer lo anterior, abordaremos el taller con la siguiente secuencia:

1.- Explicitar, de manera general, la propuesta de taller a los participantes (5 minutos).

Con esto, pretendemos situar a los participantes con el propósito general de la propuesta y particularmente del taller, explicando los alcances y limitaciones que puede tener, así como las reglas de operación del taller.

2.- Explicar las características y el funcionamiento del entorno de programación de los videojuegos, a través de un ejemplo guiado (20 minutos).

Pretendemos explicar el funcionamiento y características del entorno de programación Scratch, haciendo uso de las tarjetas de ayuda rápida, en un ejemplo guiado. En la Figura 3, mostramos el contenido de una de tarjeta de ayuda rápida, que indica como programar dos tipos de comportamiento en un personaje de un juego.

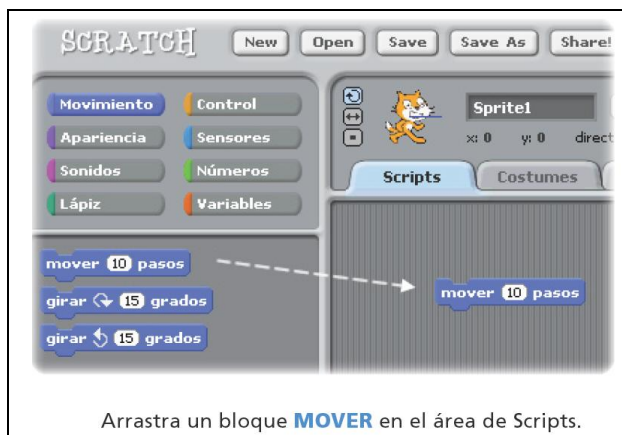


Figura 3. Ejemplo de tarjeta de ayuda rápida para programación, extraída de (Scratch, 2014).

3.- Diseño y programación de los videojuegos, siguiendo la problemática planteada en las tarjetas de proyecto (60 minutos).

Cada uno de las tarjetas de proyecto, está compuesta por los elementos, mostrados en la Figura 4: Imagen del terreno en 2D (Vista aérea), tareas (diseño, programación y reto experto) y notas. La idea de estas tareas es que el participante, pueda construir objetos tridimensionales a partir de una representación bidimensional, en un espacio de trabajo geométrico que toma como referente el espacio topológico (interior, exterior y frontera). Adicionalmente proporcionaremos hojas y lápices a cada equipo, para que puedan documentar el diseño del juego.

Tarjeta de Proyecto 1¹

	<p>Tareas:</p> <p>Diseño: Storyboard (Guión gráfico) del videojuego</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Crea una historia sencilla de no más de 150 palabras, relacionada con la imagen de la derecha. 2.- Adapta la historia anterior para el diseño de un videojuego basado en la historia del objetivo 1, dónde el jugador tenga que interactuar con distintos personajes ((por lo menos cuatro)) que le ayuden a explorar el terreno y cumplir ciertas misiones. (Si es necesario describe el comportamiento o la función de cada personaje en el juego, así como una descripción más detallada de las zonas mostradas en la imagen) <p>Programación: Implementación en Scratch</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.- Construye el terreno similar mostrado en la imagen de la derecha, con Scratch 4.- programa lo necesario para implementar tu diseño. <p>Nota 1: Observa que la figura muestra una flecha indicando el norte, para guiar¹ en la construcción del terreno en Scratch.</p> <p>Nota 2: Recuerda que este proyecto debe abordarse de forma colaborativa.</p> <p>RETO EXPERTO: Diseña una mecánica de juego, donde se favorezca el pensamiento espacial del jugador, e implementala.</p>
--	---

¹La imagen de la vista aérea del parque, fue tomada de: http://arkcrisis.org/wordpress/wp-content/uploads/2013/02/Playground_Expansion_Plan.jpg y corresponde a un proyecto en proceso de construcción de un parque infantil.

Figura 4. Ejemplo de tarjeta de proyecto.

4.- Socialización de los videojuegos construidos por los participantes (15 minutos).

Este es el espacio, en que cada grupo de trabajo presentará sus proyectos terminados (ver Figura 5), con la intención de validarlos entre pares. En esta fase, los participantes verificarán si se cumplieron los propósitos planteados en la tarjeta de proyecto y en el documento de diseño de los otros equipos.

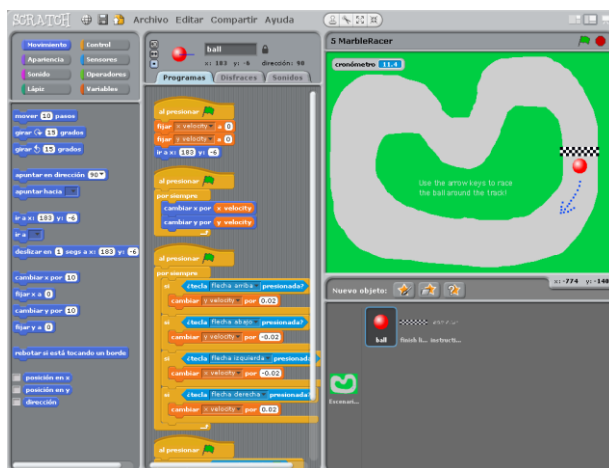


Figura 5. Ejemplo de proyecto finalizado.

5.- Mirada retrospectiva (15 minutos).

Para el análisis de los resultados del taller y el potencial didáctico del micromundo propuesto. Para movilizar la mirada retrospectiva de los participantes se va a proporcionar un instrumento de evaluación del micromundo de manera que se pueda documentar las reflexiones de los participantes.

6.- Cierre. (5 minutos).

En el momento final del taller proponemos recoger la experiencia de los participantes alrededor de una reflexión entorno al potencial de micromundos para la enseñanza de las matemáticas.

Resultados esperados

Fundamentalmente, este taller busca que los profesores de matemáticas participen de una propuesta didáctica que centra su atención en un campo altamente complejo: La génesis de concepto de espacio en el niño. Para ello, tendrán la oportunidad de interactuar con un ambiente de aprendizaje en el cual se promueve el acercamiento a un espacio de trabajo matemático para el desarrollo de pensamiento espacial.

Esperamos asimismo promover la reflexión respecto a la integración de tecnologías digitales (como los micromundos) en la enseñanza de las matemáticas en los primeros niveles de escolaridad, así como indagar las potencialidades, limitaciones y posibilidades de la integración de videojuegos en las clases de matemáticas.

Referencias y bibliografía

- Acerca de Scratch (s.f.). Recuperado de <http://scratch.mit.edu/about>
- Arrieta, M. (2003) Capacidad espacial y Educación Matemática: Tres problemas para el futuro de la investigación. *Educación Matemática*, 15(3), 57-76.
- Bishop, A. (1983). Spatial abilities and mathematical thinking. En Zweng y otros (ed). *Proceedings of the 4th ICME* (pp. 176-178). Boston: Birkhauser.
- Hoyles, C. & Noss, R. (1987). Synthesizing mathematical conceptions and their formalization through the construction of a Logo-base school mathematics curriculum. *International Journal of Mathematics education in science and technology*, 18(4), 581-595.
- Hoyles, C., & Noss, R. (2003). What can digital technologies take from and bring to research in mathematics education? *Second International Handbook of Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer.
- Hoyles, C., Noss, R., Adamson, R., & Lowe, S. (2001). Programming rules: What do children understand? *Proceedings of the 25th Conference of the Psychology of Mathematics Education* (Utrecht). 3, 169 – 176.
- Kuzniak A. (2011) L’Espace de Travail Mathématique et ses genèses. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 16, 9–24.
- Macias, G., & Quintero R. (2011) *Los videojuegos como una alternativa para el estudio y desarrollo de la orientación espacial*. En Marín, M., Fernández G., Blanco, J., & Palarea M. / Servicios Publicaciones Univesidad Castilla la Mancha y Sociedad Española de Investigación Educación Matemática (SEIEM) (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XV* (pp. 405-415). Granada.

ISBN 978-84-694-5590-6.

Noss, R., & Hoyles, C. (1996). *Windows on Mathematical Meanings. Learning cultures and computers*. Dordrecht: Kluwer Academic Press.

Oldknow, A. (2009). Their world, our world - bridging the divide. *Teaching Mathematics and its Applications*. 28, 180 – 195.

Papert, S. (1981). *Desafío a la mente*. Buenos Aires: Galápagos.

Papert, S. & Harel, I. (1991). Situating Constructionism. En I. Harel, & S. Papert (Eds.) *Constructionism*. Recuperado de <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>

Scratch (Versión 1.4). [Software de programación]. Recuperado de http://scratch.mit.edu/scratch_1.4/

Trouche, L. (2002). Genèses instrumentales, aspects individuels et collectifs. En D. Guin, & D. Trouche (Eds.), *Calculatrices symboliques*. En *Transformer un outil en un instrument du travail informatique: Un problème didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage Éditions.