

# INFLUENCIA DE UN ENTORNO VIRTUAL DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE EN LA AFECTIVIDAD HACIA LAS MATEMÁTICAS DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA: ESTUDIO DE CASOS

## Influence of a Virtual Learning Environment on Affectivity towards Mathematics of Secondary School Students: Case Study

Jorge-Pozo, D.<sup>a</sup>, Jiménez-Gestal, C.<sup>b</sup> y Murillo, J.<sup>b</sup>

<sup>a</sup>C.P.C. Escuelas Pías, <sup>b</sup>Universidad de La Rioja

### Resumen

*Presentamos un estudio de casos sobre cómo afecta el uso de un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) en la afectividad hacia las matemáticas de un grupo de alumnos de secundaria. Para esta investigación se ha diseñado un EVEA basado en la programación, cuya estructura básica la constituyen Scratch, Edmodo, PowToon y actividades específicas correspondientes al currículo de Matemáticas de E.S.O. La metodología es experimental, con un grupo de contraste, un pre-test, un post-test y análisis de las respuestas obtenidas con un cuestionario diseñado ad-oc. Podemos concluir que se produjo un aumento de la afectividad y como consecuencia un cambio semi-positivo en los resultados académicos.*

**Palabras clave:** matemáticas, afectividad, entorno virtual de enseñanza y aprendizaje, programación, aritmética.

### Abstract

*We present a case study on how the use of a Virtual Learning Environment (EVEA acronym in Spanish) affects in the affectivity towards mathematics of a group of secondary education students. For this research a programming based EVEA has been designed, whose basic structure consists of Scratch, Edmodo, PowToon and specific activities corresponding to the mathematics syllabus of Secondary Education. The methodology is experimental, with a contrast group, a pre-test, a post-test and analysis of the answers obtained with a questionnaire designed ad-oc. We can conclude that there is an increase of affectivity and, consequently, a semi-positive change on the academic results.*

**Keywords:** mathematics, affectivity, virtual learning environment, programming, arithmetic.

### INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

El entorno actual de los alumnos de Enseñanza Secundaria Obligatoria está repleto de oportunidades de interacción con TIC. Podemos ver esto como una amenaza o como una oportunidad para favorecer la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las matemáticas. Nuestros alumnos se muestran más predispuestos a trabajar cuando saben que van a utilizar herramientas informáticas en el desarrollo de la clase. Esto nos lleva a investigar sobre las consecuencias que el uso sistemático y estructurado de la tecnología, en concreto de un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA), puede tener sobre la afectividad (actitudes y reacciones emocionales) del alumnado hacia las matemáticas y su aprendizaje.

En Caballero, Guerrero y Blanco (2011) se establece que hay una relación directa entre los factores afectivos de los estudiantes para maestro y su capacidad, tanto para gestionar e impartir una clase de matemáticas, como para aprender la materia y para la resolución de problemas. En la misma línea se manifiesta Gómez-Chacón (2000) cuando afirma que:

En el caso de estudiantes de fracaso escolar, en el que la historia de la dimensión afectiva en los sujetos es desfavorable, la ansiedad, el miedo y la inseguridad generan procesos de negación y de evitación que habitualmente se dan en el mismo momento de presentación de la actividad que el alumno ha de realizar. (p.154)

y para que se pueda producir un avance en el estudiante, deben interrumpirse los sentimientos negativos.

Dos aspectos influyentes en la afectividad son las creencias y la motivación. Según Martínez Padrón (2003) las creencias como tales crean una serie de consecuencias en el aprendizaje, muchas de esas veces, consecuencias negativas. Algunas de estas creencias y miedos vienen infundidos por los docentes (Godino, 1993), lo que unido a la impopularidad de las matemáticas en el mundo de la educación secundaria nos da como resultado los bajos rendimientos de algunos de los alumnos.

Una de las razones de mayor éxito en el ámbito de las matemáticas son las utilidades prácticas del día a día, como dicen Hidalgo, Maroto, y Palacios (2006) «parece claro que el alumnado comprende la necesidad y utilidad de las matemáticas para su vida futura, y este factor debe ser aprovechado como elemento motivador que promueva su aprendizaje».

Respecto a los distintos componentes de las actitudes hacia las matemáticas Palacios, Arias y Arias (2014) describen la construcción y validación de un instrumento de medida en el que consideran cinco factores: agrado-gusto por las matemáticas, ansiedad hacia las matemáticas, percepción de dificultad, utilidad percibida y autoconcepto matemático.

En Gómez-Chacón (2010) se estudian las actitudes hacia las matemáticas y el ordenador en estudiantes de 4º. de secundaria y 1º. de bachillerato y se describen diferentes perfiles de estudiantes que “indican una relación entre estilos de trabajo con el ordenador y actitudes matemáticas de los estudiantes en aprendizaje matemático con tecnología”. Asimismo evidencian la relación entre la competencia tecnológica con la herramienta usada y la afectividad hacia las matemáticas y plantea la necesidad de tener en cuenta el tipo de actividades planteadas a la hora de hacer análisis cualitativos en este ámbito.

En Fortuny, Iranzo y Morera (2010) se hace una revisión de las aportaciones de investigación en el uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas y se plantea la teoría de la instrumentación como marco teórico para el desarrollo de situaciones de enseñanza-aprendizaje con tecnología.

En Valverde, Fernández y Garrido (2015) se muestra por un lado la influencia del uso de lenguajes de programación para el desarrollo de diferentes habilidades matemáticas y por otro la efectividad de diferentes plataformas de comunicación o programación colaborativa para la mejora de la autoestima y la autoconfianza de los aprendices. En este trabajo se describe la introducción del pensamiento computacional y los lenguajes de programación dentro de un currículum de secundaria y recalca la importancia de la colaboración con sus iguales en la construcción de lo que llama “ecología de aprendizaje”, que motiva a la participación y colaboración.

Consideramos como entorno de aprendizaje «un espacio educativo capaz de generar situaciones de aprendizaje adaptadas e interactivas para trabajar matemáticamente y capaces de promover y soportar el cambio cognitivo de los alumnos» como se define en Murillo, Jiménez, Arnal y Marcos (2011). La idea de utilizar un entorno virtual de aprendizaje de modo colaborativo en el que puedan escribir sus dudas, contactar con sus compañeros, consultar la teoría, incluso descargarse las actividades, parte de las evidencias mostradas por Marcos (2008) acerca de la mejora del desarrollo de las competencias

matemática y comunicativa. Además, basándonos en lo que dicen Michalchik, Llorente, Lundh y Remold (2008) las habilidades y capacidades que se pueden llegar a desarrollar con un EVEA están muy relacionadas con la confianza y la afectividad que los alumnos van a tener con la asignatura de matemáticas.

La programación es una de las herramientas que debemos explotar en el aula ya que, gracias a ella, se organiza el pensamiento de los alumnos y se da la posibilidad de encontrar diferentes soluciones a la hora de enfrentarnos a un problema. Vivimos en una sociedad cambiante y que demanda unas habilidades diferentes a las que se han necesitado hasta ahora. Si queremos hacer del pensamiento computacional algo que nos sirva en el día a día y que podamos aplicarlo en las aulas debemos pararnos a pensar en cómo introducirlo en el currículo. Como dicen Valverde, Fernández y Garrido (2015) debemos ver el pensamiento computacional como una competencia más del currículo. Tenemos que tener en cuenta que es una competencia compleja y que por el contrario de lo que se piensa, muchas veces no será necesario a la hora de empezar, tener un ordenador para trabajarla. «Además tenemos que ver que se puede utilizar para resolver problemas de manera inteligente e imaginativa y que posee la característica de combinar abstracción y pragmatismo puesto que se fundamenta en las matemáticas». El pensamiento computacional ya forma parte del currículo en algunos sitios como Reino Unido, donde tienen el currículo Q2L, que ya está estructurado para el desarrollo de esta asignatura, o en la Comunidad de Madrid, donde aparece como uno de los ejes sobre los que se articula la materia «Tecnología, programación y robótica». Salen, Torres, Wolozin, Rufo-Tepper, y Shapiro (2011) muestran cómo se puede combinar el contenido de las asignaturas con la programación de videojuegos.

## **OBJETIVO**

El principal objetivo de la investigación es comprobar cómo puede mejorar la afectividad de los alumnos de secundaria hacia la asignatura de matemáticas, utilizando un EVEA basado en la programación.

### **Sub-objetivos de la investigación**

Relacionar la afectividad hacia la asignatura con los resultados académicos obtenidos por los estudiantes; comprobar si nuestro EVEA desarrolla las competencias en matemáticas y aumenta la motivación en los alumnos; y por último, introducir el pensamiento computacional en el currículo de secundaria a través del uso de la programación informática en las aulas de la asignatura de matemáticas.

## **METODOLOGÍA**

Se ha realizado un estudio exploratorio, a través del estudio de casos, del grado de afectividad de los alumnos hacia las matemáticas y su evolución en una clase de primero de E.S.O. en el grupo de refuerzo curricular, en el C.P.C. Escuelas Pías de Logroño, en La Rioja. Se ha elaborado un test para evaluar la afectividad, tanto antes como después de la intervención educativa, y se ha creado un EVEA con una colección de actividades adaptadas al nivel de la clase.

Las modificaciones más llamativas del currículo ordinario se presentan en la Resolución de 27 de marzo de 2015, de la Dirección General de Educación, que organiza el primer curso del Programa de Refuerzo Curricular, hacen referencia fundamentalmente a la organización de las asignaturas en ámbitos, el número reducido de alumnos y los objetivos y contenidos a alcanzar. Las asignaturas de Matemáticas y C. Naturales constituyen el ámbito científico-matemático, Lenguaje y C-Sociales se unen para dar forma al ámbito socio-lingüístico y el Inglés pasa a llamarse ámbito de lenguas extranjeras. En la Resolución se regulan asimismo las horas de dedicación a cada uno de los ámbitos, estableciéndose para el científico-matemático 8 horas semanales.

En relación a los contenidos concretos del programa de refuerzo, se señalaba que cada centro es el responsable de establecerlos, con la exigencia de incluir al menos los “mínimos” exigidos en los cursos de referencia de la ESO.

Los contenidos desarrollados a lo largo de la investigación han sido: Divisibilidad de los números naturales. Criterios de divisibilidad. Múltiplos y divisores comunes a varios números. Máximo común divisor y mínimo común múltiplo de dos o más números naturales. Números primos y compuestos. Descomposición de un número en factores primos. Potencias de números enteros y exponente natural.

Para el desarrollo de las actividades por parte de los alumnos se han utilizado no sólo las herramientas convencionales, sino fundamentalmente el EVEA, diseñado por el equipo investigador. El profesor ha invertido tiempo en asegurarse del aprendizaje y correcto manejo de cada programa o aplicación utilizada, pues no se puede dar por sentado el dominio de las TIC, para que el uso correcto de las mismas facilite el aprendizaje y no constituya un obstáculo.

Utilizar software libre y gratuito en el diseño de la plataforma hace que sea asequible a todos los alumnos. Entre las opciones de plataformas disponibles que permitían trabajar y comunicarnos con los alumnos decidimos utilizar Edmodo.

El proceso de trabajo en el EVEA incluye la resolución de las tareas propuestas y la posibilidad de visualizar una serie de videos-presentación de la teoría correspondiente, elaborados por el profesor. Estos videos contemplan aspectos de la materia que, aunque pueden haber sido explicados previamente en clase, son útiles para resolver las tareas y se considera adecuado que los alumnos puedan volver a ellos cuando los necesiten .

Una vez que se ha explicado la teoría, los alumnos deberán realizar las actividades. Éstas están centradas en que el alumno desarrolle algún tipo de programa informático que le pueda dar la solución al problema propuesto. Uno de los aspectos a tener en cuenta siempre, es que por muy bien desarrollado que esté el programa, es necesario tener un planteamiento correcto del mismo. Terminados los programas, los alumnos los cuelgan en la plataforma y el profesor los comprueba. Para la evaluación se tiene en cuenta el desarrollo de los mismos, además de la realización de las actividades y por último las pruebas evaluativas similares a las utilizadas durante el curso.

Para la selección de los alumnos que mostramos se han tenido en cuenta factores relativos a su entorno mas cercano, su situación familiar y su situación emocional por la vinculación entre los factores sociales y educativos y el proceso educativo. También se han tenido en cuenta los resultados obtenidos en un pre-test y la visión del profesor en cuanto a los resultados académicos anteriores de cada uno de ellos y cómo el profesor ve la respuesta de los alumnos ante la materia.

### **Descripción de los alumnos**

La investigación se ha desarrollado en una clase formada por diecisiete alumnos, ocho chicas y nueve chicos, con necesidades especiales. Están cursando unas matemáticas de refuerzo dónde los contenidos son los mínimos establecidos por el departamento de matemáticas del propio colegio. Es una clase muy heterogénea en cuanto a la procedencia de sus componentes, seis nacionalidades distintas; en cuanto a la edad, entre 12 y 15 años; y respecto al nivel académico, alumnos con nivel alto cuyo rendimiento no se acerca al mínimo exigido debido a circunstancias personales, y otros que tienen serias dificultades para escribir y comprender correctamente el castellano. Las anteriores circunstancias hacen que sea difícil llevar a cabo una tarea que pueda atraer a todos y cada uno de los alumnos. En gran parte de estos alumnos a la situación académica en la que se encuentran, hay que sumar las situaciones sociales, económicas y culturales que viven, que no son las más óptimas para el desarrollo de un adolescente en el mundo socio-cultural en el que nos encontramos hoy en día y que van a influir en el desarrollo del pensamiento del alumno.

Respecto a los alumnos seleccionados, hemos elegido tres alumnos de diferentes perfiles, teniendo en cuenta los resultados del pre-test acerca de la afectividad hacia las matemáticas, el desarrollo de la asig-natura del alumno durante el curso, la situación socio-cultural del mismo y los resultados académicos obtenidos. Describimos brevemente las características de los tres alumnos (los nombres son ficticios).

Álvaro es un alumno con serias dificultades académicas y con un entorno familiar muy desestructurado. Ha repetido curso tanto en primaria como en secundaria y no tiene ninguna motivación por los estudios. Sus resultados en el pre-test muestran una afectividad hacia las matemáticas que podemos considerar baja.

Borja, el segundo de los alumnos elegidos, también ha repetido curso en primaria y en secundaria, su familia está estructurada pero no encuentra motivación alguna, aunque su capacidad y sus resultados académicos anteriores son muy positivos. Los resultados del pre-test sugieren una afectividad hacia las matemáticas que podríamos considerar indiferente.

Carlos, tercer y último alumno, ha repetido un curso en primaria y en secundaria, este alumno tiene una familia en proceso de desestructuración y su motivación es nula por los estudios. Tiene capacidad para la asignatura, pero no lo ha demostrado al cien por cien por el momento. Sus resultados académicos anteriores son bajos y sus resultados en el pre-test presentan oscilaciones que no permiten afirmar nada concreto acerca de su afectividad hacia las matemáticas.

## **Herramientas utilizadas**

### **Test**

Para la evaluación del grado de afectividad hacia las matemáticas de nuestros alumnos hemos elaborado, basándonos en Hidalgo Alonso, Maroto Sáez y Palacios Picos (2011), Palacios (2014) y Palacios, Hidalgo, Maroto y Ortega (2013), un test con diecinueve ítems; en él hemos utilizado los siguientes indicadores: ansiedad hacia la asignatura, actitudes hacia las matemáticas, utilidad de las matemáticas, autoconcepto y dificultad de la asignatura percibida por el alumno. Las preguntas referidas a cada indicador se han intercalado de modo aleatorio para no centrar la atención del alumno en ninguno de ellos. El test se ha pasado antes de realizar la experimentación con el EVEA para medir el grado de afectividad inicial, y los resultados obtenidos del pre-test han sido utilizados para seleccionar a los alumnos para el estudio de casos. También se ha pasado a posteriori para ver la afectividad hacia la asignatura tras el desarrollo de las tareas y poder sacar conclusiones acerca de su evolución.

Las respuestas a cada uno de los ítems se recogen mediante una escala Likert de seis puntos en la que el número uno significará totalmente en desacuerdo y el número seis totalmente de acuerdo. Estas escalas, en contraposición a las de las preguntas dicotómicas con respuesta sí o no, nos permiten medir actitudes y conocer el grado de conformidad del alumno respecto a las afirmaciones o cuestiones propuestas. Nos resultará muy útil utilizarla en este tipo de cuestiones donde queremos conocer la opinión concreta del alumno. De esta manera las categorías de respuesta nos servirán para valorar la intensidad de lo afectivo hacia las afirmaciones relacionadas con las matemáticas. En cuanto al número de posibles respuestas nos hemos decantado por seis, número par, para que de esta manera el alumno no pueda responder de manera indiferente con un grado intermedio. Es decir, si una de las afirmaciones o cuestiones no le supone una decisión hacia ninguno de los lados y le es un poco indiferente, hacemos que decida si será hacia el lado más positivo o hacia el lado más negativo.

### **Entorno de aprendizaje**

El entorno virtual de enseñanza aprendizaje elegido ha sido una combinación de recursos de software gratuitos como son Edmodo, Scratch y Powtoon.

Edmodo es una plataforma digital educativa preparada para conectar mediante un entorno muy sencillo a los alumnos de una misma aula tanto entre ellos como con el profesor. Es una herramienta muy versátil que permite crear pruebas evaluativas, crear foros de debate, incluso que los alumnos puedan compartir archivos, insertar diferentes tipos de archivos, como los pdf dónde redactaremos las actividades y a las cuales tienen acceso los alumnos, y además tiene la posibilidad de subir vídeos.



Powtoon es una herramienta para crear animaciones y presentaciones, con la que hemos creado lo que se puede considerar la parte teórica que tiene el contenido a desarrollar y que será la que los alumnos deberán visualizar al inicio de la actividad para poder empezar a trabajar.

Scratch es una herramienta de programación por bloques con la que los alumnos han elaborado los diferentes programas que después han utilizado para resolver las actividades propuestas. Tras realizar la programación, los alumnos debían subir el archivo a la plataforma. Esta herramienta está diseñada para que la programación sea sencilla y no es preciso teclear código como en los lenguajes de programación tradicionales. Tiene una interfaz sencilla en la que la pantalla se muestra dividida en varias zonas con diferentes funciones. Las operaciones básicas y las instrucciones más utilizadas aparecen en bloques que hay que arrastrar con el ratón a una zona específica de la pantalla para crear el código y en otra zona se puede ver lo que se está programando con los objetos implicados en tiempo real.

### **Actividades**

Las actividades están estructuradas de forma común para todos los contenidos. El desarrollo de las mismas está propuesto de forma tal que el alumno comienza por hacer una actividad sencilla en el papel, la cual introduce el contenido que vamos a trabajar con esta actividad y a continuación se desarrollarán unas actividades las cuales deberá resolver mediante la programación de un algoritmo que resuelva el ejercicio.

Como actividad motivadora final, cada alumno tenía la posibilidad de programar algo libre y que les motivara siempre y cuando utilizaran lo aprendido, todos los alumnos eligieron programar videojuegos clásicos (Arkanoid o similares), muy sencillos a la hora de jugar pero que tienen su complejidad a la hora de programarse desde cero. Esto fue una motivación extra para todos ellos, ya que querían aprender y hacer todo lo relacionado con el programa para poder desarrollar sus propios videojuegos.

Para llegar a este punto hemos trabajado la construcción de actividades de forma que haya un aprendizaje progresivo y en función al nivel de cada alumno, ya que un alumno que acabe con el ejercicio tiene otro propuesto que profundiza lo anterior.

Las actividades están desarrolladas en función del currículo correspondiente a este programa de refuerzo curricular de secundaria e intentando cumplir con el contenido, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje según la programación didáctica del curso.

En cuanto a las competencias clave que indica el currículo, las actividades están enfocadas de modo que al menos favorezcan el desarrollo de la competencia matemática, la competencia digital y la competencia aprender a aprender.

Respecto a la competencia matemática, con los contenidos seleccionados tratamos de contribuir al desarrollo del pensamiento y razonamiento, más concretamente en el pensamiento lógico y computacional o algorítmico. Además de tratar de comprender y analizar los resultados obtenidos, siendo críticos con ellos. El desarrollo de esta competencia es básico en nuestra actividad puesto que los contenidos a tratar del currículo son de la asignatura ámbito científico-matemático, más concretamente la parte de aritmética de matemáticas.

En cuanto a la competencia digital, se trabaja desde dos aspectos importantes. Por un lado con el manejo del propio EVEA, que requiere del desarrollo de destrezas digitales para el manejo del software integrado y por otro con la parte de programación que se pide a los alumnos y que contribuye a alcanzar el desarrollo del pensamiento computacional.

Una de las competencias en la que más hincapié intenta hacer la LOMCE es la competencia de aprender a aprender. La estructura de las actividades planteadas hace que contemplemos esta competencia constantemente. Uno de los objetivos buscados por esta competencia es aprender a partir de experiencias propias y qué mejor manera que con la programación. La experiencia en programar en cualquier len-

guaje, muestra que cuántos más programas se realizan y más errores se cometen, se va adquiriendo una mayor destreza tanto en el planteamiento de la solución como en el código utilizado, de manera que cada vez es mejor el código utilizado, menor el tiempo consumido y menos los recursos consumidos. Con las actividades propuestas, los alumnos tienen la oportunidad de crear sus programas en una escala ascendente en cuanto a la dificultad, por lo que se equivocarán más de una vez y esto les servirá para que en el siguiente programa que resuelva la siguiente actividad tengan el error asumido y lo puedan solventar con mejor código y planteamiento. Otro de los objetivos que busca esta competencia es el trabajo cooperativo fomentando el proceso reflexivo que permita la detección de errores a la hora de la autoevaluación, aumentando así la autoestima del alumno y por lo tanto aumentando además de la motivación, desde nuestro punto de vista el interés hacia la asignatura de las matemáticas a la vez que adquieren esta competencia.

La estructura principal de las actividades son ejercicios con diferentes niveles de dificultad:

Empezamos por ejercicios clásicos con cálculos sencillos. De esta manera lo que se quiere conseguir es animar tanto a aquellos alumnos que tienen más dificultad, viendo la posibilidad de evolucionar como a los alumnos a los que les motiva menos la asignatura, que les servirán como desafío, retando al alumno a conseguir algo tan sencillo como resolver estas actividades para de esta manera hacerle entrar en la dinámica de hacer ejercicios. Sin embargo, para aquellos alumnos motivados y que no tienen dificultad con la asignatura, este tipo de actividades no nos servirán como gancho puesto que para ellos es algo muy sencillo. Por esta razón las hojas realizadas mezclan la programación con el cálculo, para poder cubrir la diversidad del alumnado del aula. Además, las actividades crecerán en dificultad a medida que avancemos con las entregas.

Las siguientes actividades implican cálculos más complicados. Para ello se propone la creación de un programa informático que se encargue de los cálculos y que solo tengamos que introducir algún dato de entrada para poder resolver el enunciado planteado. Es imprescindible para que el alumno pueda construir el programa, que tenga claro el planteamiento de lo que quiere lograr y la parte teórica que debe aplicar. En esta fase del desarrollo de la actividad se aprecia la utilidad de que la teoría esté disponible en la plataforma para que la puedan consultar en cualquier momento y se pretende que sean conscientes de que esta es la base del conocimiento que deben adquirir para desarrollar el programa adecuado.

Una vez realizados los ejercicios se plantean hojas con problemas, acordes con el nivel académico de la clase en que se realiza la investigación, lo que fuerza a que sean cortos y claros, además de inspirados en situaciones reales, ya que la demanda de la utilidad de la asignatura es una constante en grupos como este.

## **Evaluación**

La evaluación de las actividades propuestas ha sido realizada mediante la entrega de los programas realizados a través de la plataforma Edmodo y de algunas de las hojas realizadas en el aula. La valoración de los programas se ha relacionado con la facilidad a la hora de “escribir” el código y con la solución dada al enunciado del problema y todos los ejercicios de la hoja correspondiente al contenido que se estaba trabajando en ese momento.

En cuanto a la evaluación de los contenidos, se ha realizado mediante una prueba general de conocimientos en la que tenían que aplicar lo aprendido en un contexto completamente diferente al entorno en el que habían aprendido, volviendo a la evaluación tradicional. Tal y como indica la legislación vigente, debemos hacerlo mediante los estándares de aprendizaje, que no evalúan contenido a contenido sino que los agrupa y considera más de uno en un mismo estándar.

## **RESULTADOS**

Como resultados del test podemos decir que Álvaro, nuestro primer sujeto, aumenta ligeramente su afectividad hacia las matemáticas, observándose cambios importantes en dos de las dimensiones considera-

das, ansiedad y autoconcepto. Lo curioso de este caso es que al tiempo que disminuye su ansiedad hacia las matemáticas su autoconcepto empeora. Respecto a nuestro segundo alumno, Borja, existe un aumento de la afectividad hacia las matemáticas muy importante, mejorando todos los aspectos observados. La variación registrada en el test de nuestro tercer sujeto, Carlos, es sorprendente, aunque se aprecia una ligera mejora en el autoconcepto y la ansiedad, empeoran los resultados en el resto de indicadores.

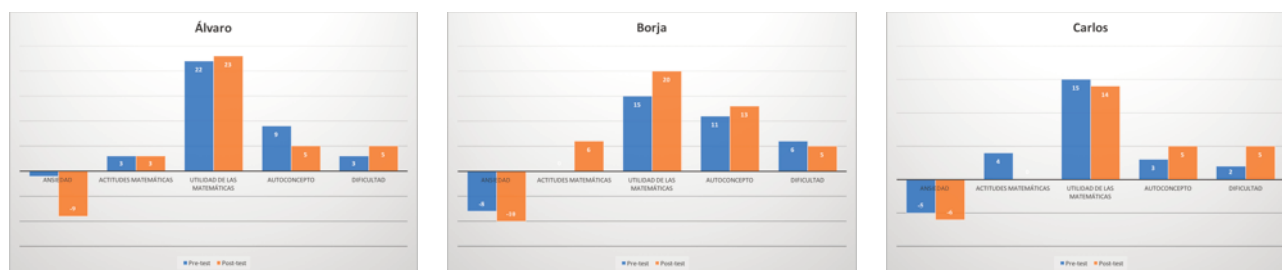


Figura 1. Comparativa de resultados de pre-test y post-test

En cuanto a los resultados académicos, podemos destacar que fueron muy diferentes los obtenidos en la primera evaluación y en la evaluación final. Los primeros resultados de Álvaro y Carlos fueron muy bajos, mientras que los resultados de Borja fueron buenos, la prueba realizada fue una prueba final que abordaba todos los contenidos vistos en esa evaluación.

En la evaluación final, la tercera, tras realizar la actividad propuesta con el entorno virtual de enseñanza y aprendizaje elegido y desarrollar los programas para la resolución de los problemas propuestos, los resultados de Borja y Carlos mejoraron notablemente, mientras que los resultados del alumno Álvaro, mejoraron en cuanto al trabajo diario, ya que era de los alumnos más motivados a la hora de hacer programación con Scratch, pero cuando llegó la hora de hacer la prueba evaluativa el alumno se negó a hacer el examen. En cambio sus ejercicios entregados estaban realizados a tiempo y bien hechos, con programas sencillos que resolvían los problemas. Los tres alumnos elegidos tuvieron una motivación muy alta y unos resultados de trabajo diario muy por encima de lo esperado.

Tanto Álvaro como Carlos con todas sus dificultades familiares, llegaban al aula con muchas ganas de trabajar con Scratch. Los tres alumnos completaron el trabajo propuesto a tiempo y en sus momentos libres tras haber acabado con las actividades diseñaron unos video-juegos que al principio de la actividad veían como imposibles. Los tres alumnos quedaron enganchados a la programación y demandaban más trabajo relacionado con ello. Debido a la falta de tiempo y a que el resto de la clase no tenía el mismo ritmo que ellos, ya que eran los más rápidos y eficaces, no pudimos diseñar más actividades.

## CONCLUSIONES

Con esta investigación nos planteábamos verificar cómo el uso de un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje basado en la programación puede mejorar la afectividad de los alumnos de secundaria hacia las matemáticas. De los resultados observados podemos inferir que se ha apreciado una evolución positiva de la afectividad hacia la asignatura utilizando el EVEA en los casos estudiados, si bien no podemos concluir que el aumento de esa afectividad repercuta directamente en el resultado académico.

El modelo de EVEA sorprendió a la clase por el modo en que impartía la docencia y por cómo se enfocaba la matemática desde el punto de vista de la programación, para lo que fueron relevantes las orientaciones de Salen et. al. (2011) acerca de cómo combinar el contenido de las asignaturas con la programación de videojuegos.

La motivación llegó paulatinamente a todos, a medida que la clase se desarrollaba durante los sucesivos días, aquellos alumnos que no se encontraban cómodos con la programación no le encontraban sentido



al principio, pero trabajaron y se esforzaron por llegar al final de la actividad y poder realizar su propio videojuego. Esto sugiere que los videojuegos pueden ser utilizados como motivación o incluso como algo útil a la hora de enseñar.

El incremento de la motivación general se apreciaba en la disposición de los alumnos al comenzar a impartir la materia, ya que mientras antes había que estar constantemente insistiendo en que prepararan el material, en estas sesiones todos estaban preparados y dispuestos a recibir su ordenador para programar. Esto corroboraría la tesis de Marcos (2008) acerca de la influencia positiva que tienen los EVEA sobre la motivación.

El resto de objetivos perseguidos se han conseguido de manera indirecta, como el uso de herramientas tecnológicas que aumentarían la motivación y la autoconfianza con los entornos digitales. El pensamiento computacional se ha desarrollado a la hora de enseñar como debían estructurar sus programas para que pudieran resolver el problema sin tener que variar la programación didáctica. Incluir la programación en el currículo de secundaria como plantean Valverde, Fernández y Garrido (2015) puede ser positivo para motivar a los alumnos.

El diseño de las actividades con grado de dificultad ascendente y en funcionamiento de Scratch, - donde los bloques de programación tienen una función concreta, la programación es lineal y el programa va leyendo línea por línea para poder realizar la tarea propuesta- hacen que los alumnos hayan ido desarrollando su propio conocimiento a la hora de crear sus programas y sean conscientes de que tienen que aplicar en la tarea siguiente lo que han aprendido en la anterior.

Las características especiales del grupo-clase en el que se ha llevado a cabo esta investigación hacen que las conclusiones obtenidas sean relevantes pero no generalizables. El incremento en la motivación logrado en estudiantes que viven en un entorno socioeconómico difícil, con situaciones familiares conflictivas y que tienen un historial escolar nada favorable, induce a pensar que un EVEA con características similares al aquí implementado podría tener efectos beneficiosos en otro tipo de estudiantes, lo que daría pie a una investigación más amplia.

## Referencias

- Caballero, A., Guerrero, E. y Blanco, L. J. (2011). Problem Solving and Emotional Education in Initial Primary Teacher Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 7(4), 281-292.
- Fortuny, J.M., Iranzo, N., Morera, L. (2010) Geometría y tecnología. En M.M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo, y T.A. Sierra, (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIV* (pp. 69-85). Lleida: SEIEM.
- Godino, J.D. (1993). La metáfora ecológica en el estudio de la noosfera matemática, *Quadrante*, 2(2), 69-79.
- Gómez Chacón, I. (2000). *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Narcea.
- Gómez-Chacón, I.M. (2010). Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la Matemática con tecnología. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), 227-244.
- Hidalgo, S., Maroto, A. y Palacios, A. (2006). *Gusto por las Matemáticas. Aptitudes y conocimientos en Educación Infantil*. First International Conference on Logical Mathematical Thinking, Madrid.
- Hidalgo Alonso, S., Maroto Sáez, A. y Palacios Picos, A. (2011) Actitudes y competencias en el aprendizaje de las matemáticas. En J.M. Román Sánchez, M.A. Carbonero Martín y J.D Valdivieso Pastor (Compiladores) *Educación Aprendizaje y Desarrollo en una Sociedad Multicultural*. Madrid: Ediciones de la Asociación Nacional de Psicología y Educación. ISBN 978-84-614- 8296
- Marcos, G. (2008). *Modelo de análisis de competencias matemáticas en un entorno interactivo*. (Tesis doctoral). Universidad de La Rioja, Logroño.

- Martínez Padrón, O. (2003). *El dominio afectivo en la educación matemática: Aspectos teórico-referenciales a la luz de los encuentros educativos*. Trabajo de Ascenso no publicado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico Rural El Mácaro, Turmero, (2003).
- Michalchik, V., Llorente, C., Lundh, P. y Remold, J. (2008). *A Place to Be Your Best: Youth Outcomes in the Computer Clubhouse*. Boston, MA: Center for Technology in Learning - SRI International.
- Murillo, J., Jimenez, C., Arnal, P.M. y Marcos, G. (2011). Instrumentos y criterios para evaluar los aprendizajes en geometría (ag) y el desarrollo de la competencia comunicativa (cc) en un entorno interactivo de aprendizaje. En M.M. Moreno, N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática. Comunicaciones de los Grupos de Investigación de la SEIEM* (pp. 29- 57). Lleida.
- Palacios, A., Arias, V. y Arias, B. (2014). Las actitudes hacia las matemáticas: construcción y validación de un instrumento para su medida. *Revista de Psicodidáctica*, 19(1), 67-91.
- Palacios, A., Hidalgo, S., Maroto, A. y Ortega, T. (2013). Causas y consecuencias de la ansiedad matemática mediante un modelo de ecuaciones estructurales, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 93-111.
- Salen, K.S., Torres, R., Wolozin, L., Rufo-Tepper, R. y Shapiro, A. (2011). *Quest to learn: developing the school for digital kids*, Cambridge, Mass: MIT Press.
- Valverde, J., Fernández, M<sup>a</sup> R. y Garrido, M<sup>a</sup> del C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *RED*, 46 (3). doi: 10.6018/red/46/3.