

Uso de Realidad Aumentada para el desarrollo de ODS: una experiencia con estudiantes en riesgo de exclusión social

(Using Augmented Reality for the Development of Sustainable Development Goals: An Experience with Students at Risk of Social Exclusion)

Maximiliano Paredes-Velasco
Universidad Rey Juan Carlos, España
maximiliano.paredes@urjc.es
[0000-0002-4555-3771](https://orcid.org/0000-0002-4555-3771)

Mónica Daniela Gomez-Ríos
Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador
mgomezr@ups.edu.ec
[0000-0003-4914-4905](https://orcid.org/0000-0003-4914-4905)

Received: 2024-04-15

Accepted: 2024-07-19

Abstract

For personal and socioeconomic development, education is a fundamental element. However, despite its relevance and importance, there is no inclusive education that allows access to the entire population. This is especially noticeable in contexts where students are at risk of exclusion. This paper presents a project that aims to reduce the technological gap in the most disadvantaged social classes by promoting the use of Augmented Reality technology. To this end, an experience with children at risk of social exclusion is presented, in which they participated in two training workshops over two weeks, organized into two groups, where one group used Augmented Reality with Tablets and the other did not. The objective of the experience was to assess the impact of using this technology on the emotional state of the students, as well as on the development of computational thinking competence. The results show that students who used Augmented Reality significantly improved their academic results in block programming compared to those who did not use it. Additionally, it was found that the emotional state of the former was generally more pleasant compared to the latter.

Keywords: *Emotions; Augmented Reality; block-based programming; Computational thinking*

Resumen

Para el desarrollo, tanto personal como socioeconómico, la educación es un elemento primordial. Sin embargo, pese a su relevancia e importancia no hay una educación inclusiva que permita el acceso a toda la población. Esto es especialmente notorio en contextos de estudiantes que se encuentran en riesgo de exclusión. Este trabajo presenta un proyecto que fomenta disminuir el gap tecnológico en las clases sociales más desfavorecidas, impulsando el uso de tecnología de Realidad Aumentada. Para ello se presenta una experiencia con niños en riesgo de exclusión social en la que realizaron dos talleres formativos durante dos semanas, organizando los estudiantes en dos grupos, donde uno usaba Realidad Aumentada con Tablet y el otro no. El objetivo de la experiencia fue evaluar el impacto del uso de esta tecnología en el estado emocional de los estudiantes, así como en el desarrollo de la competencia de pensamiento computacional. Los resultados muestran que los estudiantes que usaron Realidad Aumentada mejoraron considerablemente los resultados académicos sobre programación en bloque respecto a los que no la usaron. Además, se encontró que el estado emocional de los primeros fue en general de emociones más agradables respecto a los segundos.

Palabras clave: *Emociones; Realidad Aumentada; Programación basada en bloques; Pensamiento computacional*

1. Introducción

La educación es un factor clave para el desarrollo socioeconómico de cualquier nación. Constituye un motor que genera un ascenso clave para la evolución a una sociedad más justa, sensible y sin pobreza. Sin embargo, aún estamos lejos de garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad en muchos puntos geográficos del mundo. Según datos de la UNESCO, alrededor de 260 millones de niños estaban fuera de la escuela en el año 2018 (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2018). Pero esta desigualdad en la educación se produce incluso dentro de los países más desarrollados, donde existen regiones, o barrios dentro de las propias ciudades, donde la pobreza impide a sus habitantes alcanzar una educación básica general, justa y de calidad. La matriculación en la enseñanza primaria en los países en desarrollo ha alcanzado el 91%, pero 57 millones de niños en edad de escolarización primaria siguen aun sin asistir a la escuela según el centro de datos del Instituto de Estadística de la UNESCO. Pero este problema, lejos de resolverse se ha acrecentado más aún con la pandemia sufrida por el COVID-19, donde la brecha digital entre los niños en edad de escolarización ha crecido en estos dos últimos años.

Un informe elaborado por UNICEF en base a la encuesta sobre el bienestar de los hogares ante la pandemia de COVID-19 en Ecuador (Encovid-Ec) que realizó el propio organismo señala que “solo 4 de cada 10 hogares con niñas y niños menores de 5 años accede a servicios de desarrollo infantil o educación inicial en Ecuador” (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2021). Además, 9 de cada 10 hogares con niños, niñas y adolescentes del estrato más bajo solo pueden acceder a educación a través de un teléfono móvil, según datos de este estudio. A este problema se le une la escasa sensibilización social en general que hay, siendo necesario generar artefactos que ayuden a esta sensibilización, no solo en la sociedad sino también en las propias comunidades científicas.

Todo este contexto produce que niños que viven en un entorno socioeconómico de recursos limitados no tengan acceso a la adquisición de contenidos educativos básicos como las matemáticas o el uso de las TIC. La adquisición de estas competencias digitales es imprescindible en la formación de los niños y niñas al constituir una competencia laboral posterior vital en su edad adulta.

En el Decreto 89/2014, de 24 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Primaria, se señala como competencias a adquirir, entre otras: “3. Competencia digital”. Así mismo, por ejemplo, el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad De Madrid (B.O.C.M. núm. 126, págs. 131-136) establece en el Bloque 5 de contenidos como prioritarios el uso de “lenguajes de control de robots: programación...” y “uso del ordenador como elemento de programación y control”. En definitiva, estos son ejemplos de cómo evolucionan los contenidos curriculares y que están ligados al conocimiento de pensamiento computacional que se está desarrollando con estas nuevas asignaturas en las aulas.

Uno de los motivos por los que no está accesible la tecnología en la educación en sectores de riesgo de exclusión son los costes elevados para la infraestructura tecnológica necesaria en la formación de TIC. Para una formación de calidad es necesario incorporar a la pedagogía docente las

últimas tecnologías como Realidad Aumentada (AR, por sus siglas en inglés) o realidad virtual (RV, por sus siglas en inglés) que generan innovadores métodos docentes que enganchan al niño en el proceso de aprendizaje. Sin embargo, suele conllevar costes inasumibles para los recursos y centros educativos para niños y niñas en riesgo de exclusión. Hay que tener en cuenta que un puesto educativo de RV formado por unas gafas y un software básico tiene un coste de unos 2000€.

En este artículo se describe un proyecto que se ha implantado en Ecuador que intenta ayudar a la solución de una educación inclusiva intentando reducir el gap tecnológico. La solución que se plantea en este proyecto se centra en la creación y desarrollo de varios talleres educativos para la adquisición de competencia digital y aprendizaje de conceptos básicos de programación, constituyendo una actividad extraescolar complementaria de las asignaturas de tecnologías de primero y tercer curso de la educación secundaria. Estas actividades extraescolares no suelen estar accesibles para niños y niñas con pocos recursos económicos. Los talleres que se proponen utilizarán una tecnología de AR aportada por uno de los socios del proyecto y desarrollada en el seno de una tesis doctoral en curso de la propia URJC, la cual se adaptará a las necesidades educativas de los niños objetivo del proyecto. Esta tecnología de AR proporciona un método docente muy atractivo y dinámico para los niños y niñas, siendo una apuesta segura para incentivar su motivación. Además, esta tecnología al ser desarrollada en la propia universidad utiliza dispositivos muy baratos, lo cual produce que un puesto dotado con la AR puede tener un coste de unos 200€.

Con la realización de estos talleres, los propios monitores y voluntarios de la Fundación para la integración social de niños en riesgo de exclusión en Ecuador que ha colaborado en este proyecto aprenderán a manejar la tecnología educativa que se propone, de tal forma que se genere la infraestructura de conocimiento y tecnológica necesaria para que repliquen posteriormente a la finalización del proyecto. Con el objetivo de desarrollar la sensibilización a este tipo de iniciativas en el sector de la educación para niños y niñas en riesgo de exclusión, se realizarán estudios durante los talleres sobre el uso de la tecnología y su repercusión e influencia en las emociones y motivación de los propios niños y niñas mientras que la usen, todo ello con el objetivo de divulgar y sensibilizar sobre la brecha tecnológica, por un lado, y por otro aportar más información a la comunidad científica.

Este proyecto ya lleva una cierta trayectoria previa. Durante el curso 2021-2022 se han realizado un ciclo de talleres cortos y prácticos con una tecnología muy similar de RV en la Comunidad de Madrid con niños y niñas en riesgo de exclusión. Estos talleres se desarrollaron con el apoyo de la Universidad Rey Juan Carlos dentro del marco de ayudas a la cooperación al desarrollo. Tras el éxito que se obtuvo con esta experiencia, creemos que es el momento de adaptar estos talleres y desarrollarlos en el seno de países con grandes necesidades de desarrollo, adaptando para ello la tecnología de AR con un coste bajo y para la ciudad de Guayaquil de Ecuador, zona deprimida y con serias dificultades de acceso a la educación para la mayor parte de la población. Para ello contamos con la inestimable ayuda de una universidad de marcado carácter social como es la Universidad Politécnica Salesianas (UPS) de Ecuador, sirviendo de enlace con el otro socio del proyecto, la

Fundación Proyecto Salesiano, y con una participación activa en el proyecto. En este trabajo nos centraremos únicamente en la parte de desarrollo de la competencia de pensamiento computacional.

2. Objetivos del proyecto

El objetivo general del proyecto es desarrollar y fomentar en niños y niñas en riesgo de exclusión social la adquisición de competencia digital y el aprendizaje de conceptos básicos de informática, todo ello como complemento formativo y motivacional usando tecnología de AR de bajo coste. En consecuencia se pretende realizar acciones formativas sociales para que las personas que no tienen recursos, y que no pueden dar una formación complementaria y de ayuda a sus hijos e hijas sobre competencia digital, puedan acceder a esta formación y reducir así la brecha digital que actualmente existe en la sociedad, fomentando la inclusión y sociabilización de las personas por medio de actividades de innovación y cooperación, y haciendo una actuación formativa motivante para el niño y la niña.

Estas acciones formativas se traducirán en talleres sociales en la ciudad de Guayaquil de Ecuador en los que se enseñe el uso de la tecnología a niños y niñas en riesgo de exclusión social y se desarrolle la competencia tecnológica y conocimientos básicos de informática.

Este objetivo se descompone en:

- Objetivo O1: Crear material docente específico para niños y niñas en riesgo de exclusión
- Objetivo O2: Implantar la tecnología en la Fundación colaboradora
- Objetivo O3: Promocionar una campaña de publicitación y captación de usuarios partícipes de la actividad
- Objetivo O4: Realizar un ciclo de talleres para niños y niñas en riesgo de exclusión y medición de la eficacia de aprendizaje, motivación y emociones en los niños y niñas participantes.

En los objetivos específicos sociales se busca generar un espíritu de cooperación e integración entre personas bajo un mismo problema, es decir, usar un problema tecnológico para igualar a las personas, donde no importe su sexo o raza, si no, su visión sobre el problema y cómo afrontarlo.

3. Metodología

El proyecto se ejecutó a lo largo de un año, empezando en enero y terminando en diciembre de 2023. En este año las actividades planteadas según el cronograma adjunto están repartidas en 4 paquetes de trabajo con una duración de 3 meses aproximadamente cada uno de ellos. Algunas de las tareas tuvieron que ser adaptadas debido a inconvenientes presentados.

1. Paquete P1. Diseño (diciembre, enero y febrero):

- Coordinación de recursos entre las entidades involucradas (Universidad Politécnica Salesiana, Fundación Proyecto Salesiano y URJC) para fijar los contenidos educativos directrices.
- Definición de actividades y reserva de recursos de personal.
- Definición de los objetivos ODS a desarrollar en los talleres: Objetivo 4 (Quality education) y 3 (Good health and well-being).
- Adquisición del material tecnológico que se usará en los talleres.
- Diseño de la campaña de publicidad y creación de la web y blog del proyecto.

Recursos necesarios: espacios de reuniones y material de creación de contenidos docente y papelería.

2. Paquete P2. Desarrollo de aplicación y talleres piloto (marzo, abril, mayo y junio):

- Creación de programa con Scratch con AR para desarrollar el Objetivo 4.
- Diseño y desarrollo de una aplicación de AR para desarrollar el objetivo 3.
- Realización de un taller piloto con los alumnos de la Universidad Politécnica Salesiana.
- Análisis de la ejecución de las actividades y puesta en común.
- Adaptar y rediseñar el diseño de los talleres.
- Creación de los contenidos de las actividades educativas finales.
- Instalación y despliegue de las tecnologías de AR (Realidad Aumentada) en el centro formativo de la Fundación.

Recursos necesarios: puestos de AR formado por un smartphone/table, gafa AR/RV y material docente fungible y hardware para las prácticas.

3. Paquete P3. Campamento tecnológico (julio y agosto)

- Realización de un campamento de verano formado por 2 grupos de niños y niñas en riesgo de exclusión con 8 participantes cada uno con actividades tecnológicas en la segunda quincena de julio.
- Medición de nivel de conocimiento, emociones y motivación en los niños y niñas participantes.
- Realización de encuestas de satisfacción.
- Análisis de los resultados y puesta en común de los resultados.
- La realización de estos talleres se desarrolló durante dos semanas desplazándose uno de los miembros del equipo de la URJC a Guayaquil para realizarlos en colaboración con el equipo de la UPS y la Fundación.

Recursos necesarios: puestos de AR formado por un smartphone/table, gafa AR/RV y material docente fungible y hardware para las prácticas. Cabe destacar en esta fase del desarrollo que para la intervención en campo para la realización del campamento tecnológico se aplicó una metodología basado en un diseño experimental clásico con pretest y postest y uso de grupo de control y experimental siguiendo los principales pasos de diseños cuasiexperimentales en la investigación social (Campbell & Stanley, 1973).

4. Paquete P4. Análisis y divulgación (septiembre, octubre y noviembre):

- Análisis de los datos obtenidos de mediciones de conocimiento, emociones y motivación.
- Análisis de calidad con encuestas de satisfacción.
- Propuestas de mejoras en entidades educativas en relación con los resultados de la investigación.
- Informes de resultados, publicación en revistas de investigación y divulgación de los resultados obtenidos en las redes sociales.

Recursos necesarios: costes asociados a publicaciones en revistas

Al final de la fase 4, en el mes de diciembre, se realizaron los informes finales del proyecto junto con los informes de resultados de seguimiento y cierre de la gestión económica. Además, se realizó unas reuniones sobre reflexión sobre la continuidad y viabilidad de la propuesta.

Estos paquetes están asociado a la consecución de los objetivos de la siguiente forma. El Paquete P1 está relacionado con el objetivo O1 de especificación de contenidos para la creación de material docente, el O3 de realización de campaña publicitaria y con el objetivo O2 de creación del material docente de implantación de la tecnología en la Fundación colaboradora. El Paquete P2 está relacionado con los objetivos O2 de implantación de la tecnología en la Fundación colaboradora y O4 de realización de taller piloto. El paquete P3 con el objetivo O4 de realización de talleres y medición de parámetros motivacionales. Finalmente, el Paquete P4 con el objetivo O4 de difusión y de medición de la eficacia, motivación y emociones.

Para cumplir con el objetivo general del proyecto se ha desarrollado una metodología cíclica consistente en:

- Reunión con los socios y equipo de trabajo para fijar objetivo de actuación.
- Planificación del hito a alcanzar definiendo actores, entidades y material necesario junto con el plan de actuación.
- Reunión de revisión del plan de actuación.
- Ejecución del plan.
- Reunión y revisión de los resultados y fijación nuevo hito.
- Hay que señalar que las reuniones entre los socios fueron por medios telemáticos.

En relación a las tareas de formativas para la realización del taller se ha aplicado la siguiente metodología:

- Impartir lecciones que parten de desde la base de la tecnología hasta principios más avanzados.
- Retroalimentación de los alumnos para la mejora continua de las lecciones haciéndoles partícipes de su aprendizaje.
- Análisis de los resultados obtenidos en relación con eficacia educativa, motivación y emociones.

Esta metodología no solamente permite formar a los niños y niñas que reciben el taller, sino también, a generar un ambiente de cooperación e integración social en los grupos de los niños y niñas que son formados para la actividad. Dotarlos de un pensamiento más abierto en cuanto a la cooperación en equipos mediante objetivos tecnológicos.

Los resultados que se esperan alcanzar son la generación de un material docente apropiado y motivante y realización de talleres (objetivos O1 y O4), generación de una infraestructura fuerte y robusta en la Fundación colaboradora (objetivo O2) y una difusión de las acciones formativas y resultado de estas (objetivo O3).

4. Equipo de trabajo

El equipo de trabajo está formado por participantes procedentes de las universidades España y Ecuador. Todo el equipo presenta dilatada experiencia en acciones de voluntariado y cooperación para el desarrollo. Por un lado, de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) de España, participaron tres profesores y dos alumnos. Estos profesores ya habían colaborado en acciones de voluntariado en la asociación Madrid Puerta Abierta desde hace diez años, trabajando con menores en riesgo de exclusión social en programas de apoyo escolar y educación en el tiempo libre. También uno de ellos, ha sido voluntario en otras asociaciones y residencias menores ofreciendo apoyo escolar y ha sido miembro del Centro de Cooperación y Voluntariado (CCV) de la Universidad Rey Juan Carlos durante cuatro años realizando estancias de colaboración en Nicaragua a beneficio de las comunidades campesinas de Matagalpa. Otro profesor de la Universidad Rey Juan Carlos ha estado colaborando desde hace dos años con la ONG CREATICA en la realización de talleres tecnológicos de aprendizaje de TIC para niños y niñas en riesgo de exclusión en el barrio de Villaverde de Madrid. Por último, otra profesora del equipo de la URJC ha trabajado como voluntaria en el Centro Hispano Colombiano durante varios años, impartiendo cursos de HTML para estudiantes con bajos recursos económicos. Estos tres miembros del equipo han colaborado conjuntamente en la realización de un proyecto de enseñanza a niños en riesgo de exclusión en el marco de la IV Convocatoria de proyectos de Cooperación al Desarrollo, Ciudadanía Global y Derechos Humanos de la URJC. Por tanto tiene una fuerte experiencia en el desarrollo previo de proyectos conjuntos.

Por otro lado, la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador (UPS) constituye el segundo participante. La UPS ha desarrollado varios proyectos de vinculación con la sociedad, buscando asumir una participación efectiva en la sociedad, y proponer una verdadera exigencia de responsabilidad social universitaria mediante programas y proyectos que involucre a diferentes agentes en la participación de actividades que respondan a los actuales contextos de aguda pobreza, inequidad, injusticia, violencia, migración creciente, vulneración de los derechos humanos, etc. Desarrolla proyectos sociales mediante convenios de cooperación con más de 50 instituciones como la Benemérita Sociedad Protectora de la Infancia, el Comité Permanente por la Defensa de los Derechos Humanos o la Asociación Red de ONG's de Guayaquil. El equipo de la UPS estaba formado por dos profesores y tres estudiantes.

Finalmente, el equipo de trabajo contó con la colaboración de la Fundación Proyecto Salesiano, que ofrece a niños, niñas y adolescentes en riesgo de exclusión o situación carente de privilegios centros de acogida donde tienen la opción de acceder a: servicios básicos de salud, nutrición, atención psicológica, trámites legales e inserción educativa, entre otros. Además, colabora la Fundación Proyecto Salesiano Guayaquil que está presente en cinco ciudades del país y cuenta con los siguientes proyectos: Unidad Educativa San Patricio (UESPA), Talleres Escuela San Patricio (TESPA), Centro de acogida "Mi Caleta", Programa Acción Guambras, Escuela Deportiva Golaso Salesiano y el Programa Finanzas Populares en Quito, entre otros. De esta forma, llega a una cobertura de 2.594 niños, niñas y adolescentes y 1.643 familias en situación de riesgo. Además, gestiona situaciones para la reinserción socio-familiar y /o adopción de niños y niñas y jóvenes, procesos de independencia y emancipación. Este tercer socio, la Fundación Proyecto Salesiano, facilitó el centro y la logística para el desarrollo de los talleres formativos en la ciudad de Guayaquil de Ecuador. El socio UPS se encargó de proporcionar la tecnología base de AR, la cual tuvo que ser adaptada y configurada. El equipo de la URJC se encargó de diseñar los contenidos docentes y coordinar la implantación del proyecto en general y de los talleres en particular.

5. Intervención con los niños en riesgo de exclusión

En esta sección se describe la parte del proyecto en el que se realizó la intervención en la Fundación Proyecto Salesiano de Guayaquil para desarrollar los talleres formativos.

5.1 Objetivo

El objetivo principal era validar la hipótesis principal del proyecto: el uso de la AR en un contexto educativo con niños en riesgo de exclusión mejora el estado emocional de los estudiantes. Una hipótesis adicional que se pretende comprobar es si el uso de AR mejora la adquisición de conocimiento en pensamiento computacional con niños en riesgo de exclusión. Para realizar este objetivo se realizaron cuatro talleres educativos, donde en algunos de los estudiantes usaban un PC para realizar las tareas de aprendizaje, mientras que en el otro usaban el PC y una Tablet equipada con AR.

Hay que señalar, que si bien la intervención se realizó con cuatro talleres educativos donde se trabajaron la competencia de pensamiento computacional y conocimiento de ciencias de la salud, el presente artículo se centra únicamente en la parte relacionada con los talleres de pensamiento computacional.

5.2 Participantes, tarea de aprendizaje y proceso

Participaron 18 estudiantes, los cuales se dividieron aleatoriamente en dos grupos: Grupo de Control (GC), los cuales usaron un ordenador con Scratch, y el Grupo Experimental (GE), que usaron un ordenador y una Tablet con cámara y capacidad para ejecutar aplicaciones de AR. Hay que señalar que estos chicos estaban en alto riesgo de exclusión social procedentes de familias desestructuradas y que se única salida era vivir en la calle. La Fundación Proyecto Salesiano los acogió y vivían internados en las dependencias del propio centro, el cual les ofrece talleres básicos de formación profesional y de alfabetización. Los niños participantes tenían una edad entre 13 y 16 años con un nivel educativo entre 9º y 10º curso del sistema educativo de Ecuador. Por otro lado, en los talleres participaron 2 profesores, uno de la UPS y otro de la URJC, 5 estudiantes de la UPS como monitores de apoyo y 2 monitores de la Fundación.

En relación al ODS 4 (Quality education), el objetivo era reducir la brecha tecnológica desarrollando a la competencia de pensamiento computacional. La tarea de aprendizaje consistía en que los estudiantes debían crear un programa en Scratch que consistía en el juego de “Atrapa la fruta”, en el que aparecían aleatoriamente en la parte superior de la pantalla piezas de frutas que se desplazaban hacia la parte inferior para desaparecer y volver a aparecer por la parte superior. El objetivo del juego era que el jugador debía atrapar todas las frutas que pudiese. En el GC, atrapar la fruta consistía en hacer clic con el ratón en la pieza de fruta al verla en la pantalla de PC, mientras que en el juego del GE consistía en que el jugador la atrapaba con la mano al ver la pieza de fruta en la pantalla de la Tablet, haciendo así uso de la AR.

En relación al ODS 3 (Good health and well-being), el objetivo fue que los estudiantes ampliaran sus conocimientos básicos sobre salud. La tarea consistía en que todos los estudiantes, los de los dos grupos, usaban una aplicación en las Tablet que explicaba el funcionamiento básico del órgano del corazón ampliado con AR. Se recuerda que el presente artículo solo se centrará en los trabajos relacionados con el ODS 4 sobre pensamiento computacional.

Los talleres se desarrollaron durante dos semanas consecutivas con sesiones de dos horas por día de lunes a viernes de 13 a 15 horas. Los 9 primeros días se dedicaron a realizar a la tarea de construcción del juego en Scratch, mientras que la sesión del último día se dedicó a realizar la tarea de aprendizaje de funcionamiento del corazón. Al inicio de la primera sesión se midió el nivel de emociones de los estudiantes y posteriormente comenzaron las clases. El método de las clases consistía en que los profesores iban introduciendo conceptos de Scratch necesarios de complejidad incremental para realizar el juego apoyándose en diapositivas con clases magistrales y los estudiantes iban desarrollando las partes correspondientes en sus programas. Al finalizar la última sesión se volvió a medir el nivel de emociones, y además los resultados de aprendizaje.

5.3 Instrumentos, variables y recursos

Para medir las emociones se utilizó el Cuestionario de Emociones Académicas (AEQ, por sus siglas en inglés), un instrumento validado que se utiliza ampliamente en contextos educativos para estudiar las emociones (Durán & Acle-Tomasini, 2021; Paredes-Velasco, et al., 2024; Pekrun et al., 2023). El cuestionario AEQ consta de 30 ítems, cada uno presentando varias frases que describen diferentes emociones. Se pide a los estudiantes que evalúen estas oraciones utilizando una escala que va de 1 a 5, donde 1 indica 'totalmente en desacuerdo' y 5 indica 'totalmente de acuerdo'. De estos ítems, 15 evalúan las emociones experimentadas por los estudiantes antes de asistir a clase, mientras que los 15 restantes evalúan las emociones experimentadas después de asistir a clase. Las diferentes emociones son medidas por un conjunto de ítems. Se ha definido una variable para cada una de las emociones, la cual se calcula como el promedio de las valoraciones del estudiante en los correspondientes ítems. La Tabla 1 muestra estas variables al inicio de la experiencia. De forma similar se calculan las correspondientes variables que miden las emociones al final de la experiencia, pero en este caso se les añade el sufijo “_POS” (ej. DISFRUTE_POS). Adicionalmente se definieron dos variables más: una que calcula el promedio de las emociones agradables (formado por las valoraciones de las emociones como disfrute, esperanza, etc.) y otra que calcula el promedio de las emociones desagradables (con las valoraciones de las emociones como ansiedad, aburrimiento, etc.). Estas dos variables se calcularon antes y después de la experiencia.

Tabla 1. Cuestionario AEQ al inicio de la experiencia y variables de emociones

Ítem	Cuestión a valorar	Variable
1	Tengo muchas ganas de estudiar.	DISFRUTE_PRE
2	Me pongo tan nervioso que ni siquiera quiero comenzar a estudiar.	ANSIEDAD_PRE
3	Estoy seguro de que podré dominar el material.	ESPERANZA_PRE
4	Debido a que me molesta tanto la cantidad de material, ni siquiera quiero comenzar a estudiar.	ENOJO_PRE
5	Cuando tengo que estudiar empiezo a sentirme mareado.	ANSIEDAD_PRE
6	Cuando miro los libros que todavía tengo que leer, me pongo ansioso.	ANSIEDAD_PRE
7	Como estoy aburrida no tengo ganas de aprender.	ABURRIDO_PRE
8	Tengo una visión optimista para estudiar.	ESPERANZA_PRE
9	Me siento avergonzado de mi constante procrastinación	VERGÜENZA_PRE
10	Me enoja cuando tengo que estudiar.	ENOJO_PRE
11	Mi falta de confianza me agota antes de empezar.	ESPERANZA_PRE
12	Me molesta que tenga que estudiar tanto.	ENOJO_PRE
13	Prefiero posponer este aburrido trabajo hasta mañana.	ABURRIDO_PRE
14	Me siento optimista de que haré un buen progreso en el estudio.	ESPERANZA_PRE
15	Me siento desesperado cuando pienso en estudiar.	ESPERANZA_PRE

Para medir los resultados de aprendizaje se diseñó un cuestionario específico para medir el conocimiento de competencia de pensamiento computacional y de Scratch formado por 5 preguntas de respuesta múltiple de 4 opciones con una sola opción correcta (Tabla 2). Cada pregunta podía ser puntuada con el valor de 0 si es incorrecta o 1 si es correcta. A partir de este cuestionario se calculó una variable denominada CONOCIMIENTO como resultado del promedio de las puntuaciones de los 5 ítems, lo cual arroja un posible valor comprendido entre 0 y 5.

Tabla 2. Cuestionario de conocimiento de pensamiento computacional al finalizar la experiencia

Ítem	Cuestión
1	¿Qué función tiene el bloque azul?
2	¿A cuál bloque le pertenece esta imagen?
3	¿De qué color es el bloque de apariencia?
4	¿Para qué sirven estos dos bloques de Eventos?
5	¿Indique en qué dirección se movería el objeto, si el número de "x" es negativo?

Como recursos se utilizaron 2 aulas de 14 PC disponibles en las dependencias de la Fundación y 12 Tablet Samsung Galaxy A7 con Android-11 32GB WIFI que se compraron con cargo al proyecto. Estas Tablet fueron donadas a la Fundación al finalizar los talleres para futuras ediciones del mismo.

6. Resultados y discusión

Relacionado con las emociones, la Figura 1 muestra las emociones agradables y desagradables experimentada por los alumnos, tanto al empezar como al finalizar. Como se puede observar, las emociones de agrado en ambos grupos (control y experimental) antes de iniciar el aprendizaje son comparables, lo cual es crucial ya que establece un punto de partida emocional equitativo. Sin embargo, se observa una notable diferencia en las emociones de desagrado entre los dos grupos, siendo considerablemente menor en el grupo experimental en comparación con el grupo de control. Más significativamente, al analizar las emociones posteriores al aprendizaje, se destaca que el grupo experimental experimenta niveles mucho más altos de agrado y una marcada disminución en las emociones de desagrado. Estos hallazgos sugieren que el uso de la RA no solo mejora las emociones positivas de los estudiantes, sino que también reduce significativamente las emociones negativas, indicando un impacto potencialmente positivo en el proceso de aprendizaje.

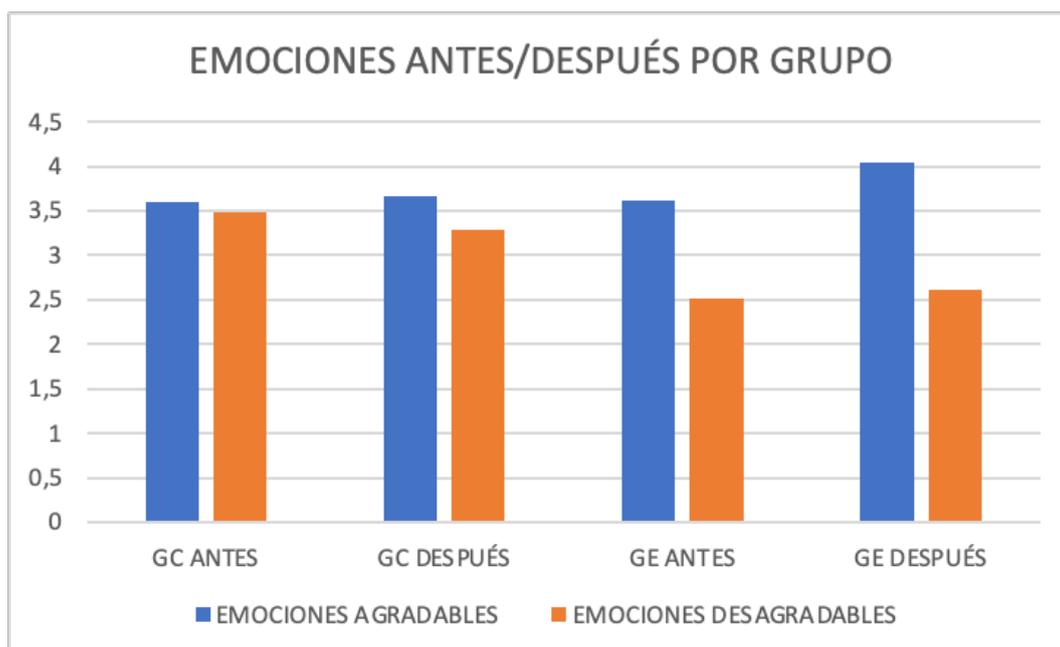


Figura 1. Emociones de los dos grupos antes y después de la experiencia

A continuación, en la Figura 2 se muestran las emociones al finalizar la experiencia. Como se puede observar, las emociones agradables al finalizar fueron mayor en los estudiantes que usaron AR respecto a los que no lo usaron. Además, muestra que las emociones desagradables fueron considerablemente menores en el grupo que usó la AR. Por tanto, podemos aceptar nuestra hipótesis principal afirmando que el uso de la AR en un contexto educativo con niños en riesgo de exclusión mejora el estado emocional de los estudiantes.

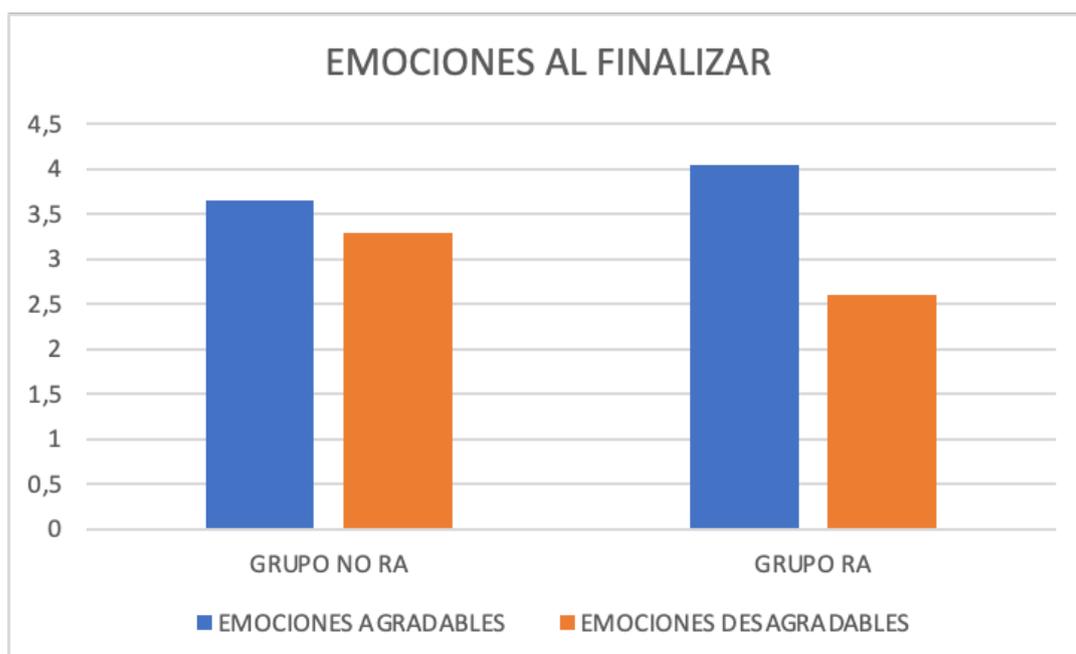


Figura 2. Comparación de las emociones de los dos grupos al finalizar

Actualmente, hay un debate sobre el efecto de las emociones agradables y desagradables en el aprendizaje (Finch et al., 2015). Los resultados que hemos hallado en nuestro trabajo están en línea con y amplían el trabajo de Rahman & Paudel (2018), que indica que los estudiantes experimentaron diversión y disfrute al utilizar entornos de programación basados en bloques como Scratch. Esta mejora en las emociones puede repercutir positivamente en el aprendizaje. Algunos trabajos como Um et al. (2007), han encontrado correlaciones positivas entre las emociones del estudiante y los resultados de aprendizaje en el contexto del aprendizaje de la programación (Zhu et al., 2014). Por otro lado, investigaciones anteriores (Dirin & Laine, 2018) encontraron evidencia similar a los resultados que hemos hallado en relación al uso de AR. Khan et al. (2019) descubrieron que la motivación y la satisfacción aumentaban al utilizar la realidad aumentada. Poitras et al. (2019) estudiaron la relación entre las emociones y la activación del usuario al usar realidad aumentada y encontraron que los participantes reportaron niveles más altos de emociones positivas que negativas.

Relacionado con el conocimiento adquirido, la Tabla 3 muestra la estadística descriptiva de la variable CONOCIMIENTO. Al comienzo de la experiencia los alumnos no habían tenido ningún contacto con Scratch por lo que no tenían conocimientos de pensamiento computacional.

Tabla 3. Estadística descriptiva de la variable CONOCIMIENTO.

Grupo	N	Media	SD	Min	Max
GC	7	2,86	1,67	0	5
GE	9	4,77	0,44	4	5

Los resultados muestran que al finalizar los estudiantes que utilizaron AR obtuvieron casi el doble de puntuación que los que no lo usaron (4,77 del GE vs. 2,86 de GC). Además, la desviación fue menor en las puntuaciones de los estudiantes que usaron AR frente a los que no lo usaron. Por tanto, se puede afirmar la segunda hipótesis de nuestro trabajo confirmando que el uso de AR mejora la adquisición de conocimiento en pensamiento computacional en niños en riesgo de exclusión.

Estos resultados tienen cierta relación con el trabajo de Ribosa & Duran (2021), que lleva a cabo un proyecto en las aulas de Formación Profesional Básica, el cual consistente en generar contenido audiovisual y difundirlo en redes sociales y entornos web. Los estudios de Gordillo indicaron que el alumnado mejora su rendimiento académico. En la misma línea, se identifican similitudes con la investigación de Ribosa & Durán (2021), donde parejas de estudiantes elaboran videotutoriales cooperativos a partir de preguntas planteadas por ellos mismos y cuyos resultados muestran mejoras significativas en el conocimiento específico del contenido, un grado adecuado de elaboración de explicaciones y la capacidad de recordar ideas concretas de la explicación. Adicionalmente, otros trabajos han desarrollado experiencias con estudiantes de secundaria y de nivel K8 usando tareas de composición escrita con tareas de programación en Scratch (el mismo lenguaje utilizado en nuestra experiencia) (Hassenfeld & Bers, 2020) y Google's CS First (McMullen, 2009). Aunque estos trabajos también confirmaron cierta mejoría en los resultados de aprendizaje, hay que señalar que solo han explorado las mejoras logradas en la competencia escrita con el uso de tareas de codificación.

Nuestros resultados van más allá y aportan una evidencia de mejora en el resultado de aprendizaje de la programación con bloques en contexto educativo de niños en riesgo de exclusión.

7. Conclusiones

En este trabajo se presenta el desarrollo de un proyecto de cooperación y colaboración en países en vías de desarrollo para el fomento de objetivos desarrollo sostenible, focalizando una intervención educativa apoyada en el uso de Realidad Aumentada con niños en riesgo de exclusión. Esta intervención se desarrolló en una fundación que alberga chicos y chicas en riesgo exclusión y se realizaron unos talleres educativos durante dos semanas en los que los chicos tuvieron que trabajar la competencia de pensamiento computacional aprendiendo Scratch con el objetivo de desarrollar el ODS 4 (Quality Education). La intervención tenía como objetivo analizar el impacto del uso de AR en las emociones y los resultados académicos en contexto de riesgos de exclusión social. Los estudiantes se organizaron en dos grupos, uno de control que no usó AR y otro grupo experimental usó la AR con dispositivos móviles, para este caso con Tablet. Los resultados indican que hay un impacto positivo en los resultados de aprendizaje, teniendo una mayor adquisición de conocimiento al finalizar la experiencia los estudiantes que usaron AR respecto a los que no lo usaron. Además, se encontró que los estudiantes que usaron AR experimentaron un estado emocional más agradable durante la experiencia que los que no lo usaron.

Como trabajo futuro se pretende realizar un estudio estadístico más profundo realizando un análisis inferencial para confirmar si las diferencias en los resultados de aprendizaje y en las emociones son significativamente diferentes, y un análisis de correlación entre estos dos factores. Además, nos proponemos analizar otros datos que fueron recabados durante la experiencia en relación al grado de usabilidad de la herramienta de software utilizada por los alumnos y las preferencias de aprendizaje de los mismos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible desarrollarse gracias al apoyo del proyecto titulado “Educación y formación con realidad aumentada para niños en riesgo de exclusión en la Fundación Proyecto Salesiano Guayaquil” financiado por IV Convocatoria de Financiación de Proyectos de Cooperación al Desarrollo de la Universidad Rey Juan Carlos – 2022, del proyecto PID2022-137849OB-I00 financiado por la Agencia Estatal de Investigación de España y de la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador.

Referencias

- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1973). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Talleres Gráficos Color.
- Dirin, A., & Laine, T. (2018). User Experience in Mobile Augmented Reality: Emotions, Challenges, Opportunities and Best Practices. *Computers*, 7(2), 33.
<https://doi.org/10.3390/computers7020033>
- Durán, T., & Acle-Tomasini, G. (2021). Construcción de una Escala para Evaluar Emociones de Logro en Estudiantes de Primaria. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación – e Avaliação Psicológica*, 61, 99–115.
- Finch, D., Peacock, M., Lazdowski, D., & Hwang, M. (2015). Managing emotions: A case study exploring the relationship between experiential learning, emotions, and student performance. *The International Journal of Management Education*, 13(1), 23–36.
<https://doi.org/10.1016/j.ijme.2014.12.001>
- Gordillo, R. (2022). *Aprender enseñando*. <https://hdl.handle.net/11162/233943>
- Hassenfeld, Z. R., & Bers, M. U. (2020). Debugging the Writing Process: Lessons From a Comparison of Students' Coding and Writing Practices. *The Reading Teacher*, 73(6), 735–746.
<https://doi.org/10.1002/trtr.1885>
- Khan, T., Johnston, K., & Ophoff, J. (2019). The Impact of an Augmented Reality Application on Learning Motivation of Students. *Advances in Human-Computer Interaction*, 1–14.
<https://doi.org/10.1155/2019/7208494>
- McMullen, M. G. (2009). Using language learning strategies to improve the writing skills of Saudi EFL students: Will it really work? *System*, 37(3), 418–433.
<https://doi.org/10.1016/j.system.2009.05.001>
- Paredes-Velasco, M., Lozano-Osorio, I., Pérez-Marín, D., & Santacruz-Valencia, L. P. (2024). A Case Study on Learning Visual Programming With TutoApp for Composition of Tutorials: An Approach for Learning by Teaching. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 498–513.
<https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3226122>
- Pekrun, R., Marsh, H. W., Suessenbach, F., Frenzel, A. C., & Goetz, T. (2023). School grades and students' emotions: Longitudinal models of within-person reciprocal effects. *Learning and Instruction*, 83, 101626. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101626>
- Poitras, E. G., Harley, J. M., & Liu, Y. S. (2019). Achievement emotions with location-based mobile augmented reality: An examination of discourse processes in simulated guided walking tours. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3345–3360. <https://doi.org/10.1111/bjet.12738>
- Ribosa, J., & Duran, D. (2021). Cuando la curiosidad científica se transforma en un videotutorial para aprender enseñando: conocimiento del contenido, elaboración de las explicaciones y complejidad de las preguntas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 85–102.
<https://doi.org/10.35362/rie8724572>
- Um, E. R., Song, H. S., & Plass, J. L. (2007). The Effect of Positive Emotions on Multimedia Learning. In *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 4176–4185). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- UNESCO Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (20 de abril de 2023). La UNESCO advierte que de no tomar medidas urgentes de acción 12 millones de niños nunca asistirán un solo día a la escuela. Comunicado de prensa.
<https://www.unesco.org/es/articulos/la-unesco-advierte-que-de-no-tomar-medidas-urgentes-de-accion-12-millones-de-ninos-nunca-asistirán>.

- UNICEF Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (25 de agosto de 2021). 8 de cada 10 hogares con niños en Ecuador cuentan con menos ingresos como consecuencia de la pandemia. Comunicado de prensa. <https://www.unicef.org/ecuador/comunicados-prensa/8-de-cada-10-hogares-con-ni%C3%B1os-en-ecuador-cuentan-con-menos-ingresos-como>
- Zhu, H., Zhang, X., Wang, X., Chen, Y., & Zeng, B. (2014). A Case Study of Learning Action and Emotion from a Perspective of Learning Analytics. In *2014 IEEE 17th International Conference on Computational Science and Engineering*, (pp. 420–424). <https://doi.org/10.1109/CSE.2014.105>