



Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad
e-ISSN: 2007-3607
Universidad de Guadalajara
Sistema de Universidad Virtual
México
paakat@udgvirtual.udg.mx

Año 13, número 25, septiembre 2023-febrero 2024

Los efectos de la realidad virtual y la realidad aumentada en las actitudes hacia la ciencia en alumnos mexicanos de nivel primaria

The effects of virtual and augmented reality on attitudes towards science in Mexican primary school students

Mario Alejandro Salgado Reveles*

<https://orcid.org/0000-0003-1859-4890>

CIDH Universidad (Centro de Investigación para el Desarrollo Humano), México

[Recibido: 08/01/2023. Aceptado para su publicación: 18/04/2023]

DOI: <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a13n25.804>

Resumen

El presente estudio se efectuó con alumnos de primaria en México divididos en dos grupos (control y experimental), y pretendió dar respuesta a la pregunta ¿qué efecto actitudinal hacia la ciencia tendrán los alumnos de primaria si experimentan el aprendizaje de contenidos científicos mediante la realidad virtual y aumentada? La intervención contempló la tecnología emergente debido a que, en términos generales, los estudiantes actuales hablan un lenguaje digital de manera natural, además, se caracterizan por pensar y procesar información de forma diferente a sus predecesores. Con una preprueba y posprueba, se identificó que la intervención educativa en el grupo experimental fue una herramienta importante para lograr que los alumnos desarrollen actitudes favorables hacia la ciencia, como el gusto y la diversión ($p < 0.05$), a la par que influyó en la posibilidad de estudiar una carrera relacionada con el ámbito científico.

Palabras clave

Ciencia; realidad virtual; realidad aumentada; tecnología; educación.

Abstract

The present study was carried out with elementary school students in Mexico divided into two groups (control and experimental), and aimed to answer the question: what attitudinal effect will elementary school students have towards science if they experience the learning of scientific content through virtual and augmented reality? The intervention contemplated emerging technology because, in general terms, current students speak a digital language in a natural way, in addition, they are characterized by thinking and processing information in a different way than their predecessors. It was identified with a pretest and posttest that the educational intervention in the experimental group was an important tool to ensure that students develop favorable attitudes towards science, such as liking and enjoyment ($p < 0.05$), in addition to influencing the possibility of studying a career related to the scientific field.

Keywords

Science; virtual reality; augmented reality; technology; education.

Introducción

La comprensión de la ciencia y de la tecnología es importante no solo para quienes se dedican a ella, sino para cualquier ciudadano que desee tomar decisiones informadas relacionadas con diversos temas. En lo personal, entender estos temas puede significar la elección por llevar una vida saludable, y en lo colectivo, conducir a emitir un juicio y actuar respecto a consecuencias de temáticas que conciernen a todos, como el calentamiento global.

La educación científica en la escuela primaria y secundaria debe garantizar que los alumnos egresen con una comprensión sobre problemáticas relacionadas con la ciencia y tecnología para que tomen una postura activa en su entorno. Por ello, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2016) resalta la importancia de diseñar los planes de estudio, teniendo la comprensión de la ciencia como elemento central de la educación de los jóvenes.

De manera análoga, dentro de los Planes de estudios de Primaria en México se menciona que la asignatura de Ciencias Naturales busca fomentar la formación científica y el desarrollo de habilidades y actitudes hacia la ciencia a través de cuatro categorías: conocimiento científico, aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología, habilidades asociadas a la ciencia, y actitudes asociadas a la ciencia (Secretaría de Educación Pública, SEP, 2011, p. 88). Para los fines del presente proyecto se dio énfasis a la primera y cuarta categoría. En los estándares del perfil de egreso se busca que los estudiantes: adquieran un vocabulario básico para que paulatinamente empleen un lenguaje científico; desarrollen la capacidad de interpretación y representación de procesos y fenómenos en la naturaleza; relacionen el conocimiento científico de una manera transdisciplinar; y apliquen lo aprendido en diversos contextos sociales y ambientales.

De manera similar, el Ministerio de Educación en Perú (2009) señala que el aprendizaje en el área de Ciencia y Ambiente en educación primaria tiene como finalidad el desarrollo de actitudes, competencias, conocimientos y capacidades por medio de actividades indagatorias y vivenciales. La instrucción de los alumnos inicia alrededor de su contexto natural y sociocultural y se expande a la sociedad del conocimiento por medio de la reflexión y acción, que los prepara para enfrentar los nuevos retos de la actualidad y el futuro.

Koballa (1988) explica que existe relación entre las actitudes positivas que un alumno experimenta hacia las lecciones de ciencia y el desarrollo de habilidades científicas. Así, la competencia en la ciencia implica no solo conocimientos, sino también actitudes (OECD, 2016). La actitud puede ser percibida como un constructo complejo que alberga subconstructos, entre los que destaca el interés, el gusto, la motivación y la dificultad percibida (Murphy *et al.*, 2006). Simpson y Oliver (1990) hacen notar que la actitud define las tendencias emocionales en respuesta a asuntos, personas, lugares, eventos o ideas.

Considerando esto, Pozo y Gómez (2009) plantean la importancia de favorecer las actitudes de los estudiantes dentro de la educación científica. Algunos docentes que imparten la asignatura de ciencias no consideran que la educación en actitudes sea relevante; en estos casos, se observa que dan mayor importancia a la base conceptual y no a las actitudes, que son las que conducen a la generación de curiosidad e interés, lo que merma el desarrollo de actitudes relacionadas al conocimiento científico. Para efectos del presente proyecto, se consideró que una actitud de los estudiantes hacia la ciencia implica el gusto por las clases de ciencia, una inclinación al estudio de carreras científicas y una motivación personal por indagar temáticas específicas de ciencia (Gutiérrez, 1998).

Por otra parte, cabe señalar la importancia de desarrollar estándares de habilidades digitales en los alumnos (SEP, 2011), respecto al uso de medios, herramientas y entornos digitales para expresar ideas y datos, interactuar con otras personas y resolver problemas en su entorno. Estos estándares se subdividen en los siguientes campos: creatividad e innovación; comunicación y colaboración; investigación y manejo de información; pensamiento crítico; solución de problemas y toma de decisiones; ciudadanía digital y funcionamiento; y conceptos de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (SEP, 2011).

Para el presente proyecto se diseñó un curso-taller para alumnos de cuarto y quinto grado de primaria en la plataforma de Google Classroom, donde se propuso utilizar la tecnología emergente de la realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA) mediante aplicaciones como Chromville, Quiver, Merge explorer y Expediciones para acceder a los contenidos en la asignatura de Ciencias Naturales

por medio de gafas de realidad virtual, un cubo de realidad aumentada, plantillas de dibujo, teléfonos inteligentes y tabletas. De tal forma, se logró que los alumnos pudiesen explorar el interior de un volcán, manipular un ecosistema, observar la parte interna de los pulmones en tercera dimensión, entre otras actividades.

El área de tecnología en el nivel primaria

Los diversos programas que ha establecido en México la Secretaría de Educación Pública para la mejora de infraestructura, equipamiento y materiales en las escuelas han sido inadecuados o insuficientes; esta situación ha llevado a que los profesores que desean incorporar las nuevas tecnologías terminen comprando con sus propios ingresos los materiales requeridos (Flores, 2012). Hasta la fecha no se ha cumplido con el apoyo prometido al docente a través de capacitaciones o equipamientos dignos en cuanto software y hardware, tampoco se ha otorgado a cada estudiante una computadora o laptop con acceso al internet.

De los últimos intentos fallidos por intentar incorporar la tecnología educativa en el ámbito educativo en educación básica se encuentra Enciclomedia, un sistema de educación en línea presentado en 2003. Pocos años más tarde, en 2008, la Auditoría Superior de la Federación (2010) aseguró que no se pudo demostrar la mejora en la calidad educativa con este programa, además de que se identificaron irregularidades en el manejo del presupuesto destinado a este. Esta situación fue reiterativa en los programas que le siguieron: micompu.mx y @prende, los cuales no superaron las pruebas piloto y solo se implementaron con unas muestras reducidas de la población escolar.

Uno de los últimos programas de tecnología educativa implementados por el gobierno fue @prende 2.0 en 2016, este tiene el objetivo de promover la inclusión digital, el desarrollo de habilidades digitales y el pensamiento computacional de los niños para que puedan incursionar en la sociedad productiva que demanda el siglo XXI. En este nuevo programa se contemplan seis componentes: formación docente en TIC; iniciativas estratégicas que fomenten la inclusión y el desarrollo de habilidades digitales y el pensamiento computacional; equipamiento; recursos educativos digitales; diferentes modelos de conectividad, y estrategias de monitoreo y evaluación (SEP, 2016).

Para que un plan educativo influya en la sociedad, en primer lugar, debe de contar con la aceptación de la autoridad política, después ha de ser adoptado por la burocracia, y como tercer paso necesita la aprobación del proceso de planeación por la sociedad en general (Castrejón, 1973). A estos valdría agregar un paso: el

análisis y validación por parte de peritos en el área de educación, pues precisamente de ahí derivan muchos de los problemas que aluden a la diferencia que existe entre el contexto educativo conocido superficialmente por los políticos y la realidad educativa vivida a diario por los docentes frente a grupo.

Realidad aumentada

La realidad aumentada (RA) es una tecnología que complementa la percepción e interacción que tiene un usuario con el mundo real; consiste en una superposición de gráficos de computadora que implementan o incorporan objetos virtuales en el mundo real, de tal forma que el usuario llega a percibir objetos reales y virtuales en el mismo espacio (Buenfil *et al.*, 2018). Majid *et al.* (2015) definen la RA como un medio de interacción entre un ser humano y una computadora que genera información en el mundo real.

De manera similar, Kysela y Storková (2015) señalan que la RA es una forma de mostrar contenido digital en el mundo real y sus posibles interacciones entre el usuario y su entorno. En lo que refiere el ámbito educativo, la RA puede ser empleada por el docente como una herramienta de apoyo para presentar los contenidos de una manera interactiva y atractiva a la vez. Por su parte, con esta el alumno estará inmerso de una manera activa en esta plataforma tecnológica que facilita la construcción del conocimiento al interactuar con los objetos virtuales mostrados en el mundo real (David, 2011).

Blázquez (2017) apuntala que entre los beneficios de utilizar la RA se encuentran: incrementa la motivación en el alumno, favorece el trabajo colaborativo a través de sus diversas aplicaciones, incita a la construcción del conocimiento mediante el descubrimiento y el aprendizaje activo y, por último, permite el desarrollo de destrezas tecnológicas.

Con todo esto en cuenta es posible afirmar que la realidad aumentada “es una tecnología que puede ayudar extraordinariamente a los procesos pedagógicos y didácticos [...] en las aulas de clase” (Buenfil *et al.*, 2018, p. 35). Sería prudente aprovechar la gran aceptación que tienen las tecnologías de información y comunicación entre los estudiantes contemporáneos para brindar nuevas formas de guiar, interactuar y producir el conocimiento haciendo uso de este tipo de herramientas. Además, contrario a la creencia, la mayor parte de las aplicaciones de RA son gratuitas y se pueden utilizar con una gran diversidad de dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes o tabletas.

Realidad virtual

La realidad virtual (RV) es definida por Wan y Reid (2011) como la formulación de un entorno y situaciones simuladas mediante un equipo de cómputo que crea imágenes ya sean reales o virtuales. Este ambiente es interactivo, es decir, permite al usuario observar las imágenes y objetos generados por la computadora para moverse con libertad en un espacio estimulado por los sentidos, lo cual hace sentir a la persona que está inmersa y participa directamente en el escenario que experimenta. Esta tecnología requiere de un casco o gafas de RV que se colocan en la cabeza para crear la sensación visual y auditiva de estar inmerso e interactuando en un mundo simulado (Varnum, 2019).

Jennett *et al.* (2008) señala que, al colocarse las gafas, la cercanía de las imágenes tridimensionales engaña al cerebro y hacen creer al usuario que se encuentra inmerso en un mundo de RV, a tal grado que se suele perder la conciencia del tiempo. Las personas sienten que están dentro de este mundo artificial, ya que tienen la posibilidad de navegar en un ambiente de 360 grados e incluso manipular algunos objetos (España *et al.*, s/f). Además de permitir el desplazamiento en el espacio, la RV brinda la posibilidad de viajar a otras épocas, por lo que inclusive se compara la RV con una máquina del tiempo por su grado de realismo cada vez más creíble (Martínez, 2011).

Métodos y materiales

Se observó que los estudiantes de primaria tienen ciertas actitudes apáticas y negativas en torno a la ciencia. Ante esta problemática, se optó por realizar un curso-taller de ciencias naturales para alumnos de cuarto y quinto grado de primaria durante el ciclo escolar 2020-2021 con el objetivo de utilizar las tecnologías de RV y RA como canal que fomente el gusto en la materia. Esto siguiendo la propuesta de adecuar la enseñanza a la nueva sociedad de la información y adoptarla a los estudiantes nativos digitales, con el fin de aportar a la renovación de la cultura educativa. Este proyecto se considera innovador porque en México son escasas las investigaciones sobre los efectos educativos de usar RV o RA, sobre todo en estudiantes de nivel primaria.

El curso-taller se aplicó entre los meses de noviembre y diciembre de 2020 y era complementario a las clases regulares. Abarcó 21 sesiones de una hora, cada una acompañada de videos instruccionales de una duración máxima de cinco minutos. Se retomaron los temas del sistema solar, los sistemas y funciones del cuerpo, los estados físicos de la materia, el ciclo del agua, las cadenas alimentarias, la nutrición en plantas y los volcanes. El taller se diseñó en Google

Classroom, plataforma con la que los alumnos estaban familiarizados pues llevaban un año trabajando en línea debido a la pandemia por covid-19; esto permitió que los participantes realizaran las actividades desde su propia casa, en el horario de su elección.

Los videos y materiales instruccionales fueron creados con los programas de Powtoons y presentaciones Google, mientras que las aplicaciones empleadas para acceder al contenido de RV y RA fueron las de Chromville, Quiver, Merge explorer y Expediciones. Asimismo, se utilizaron dispositivos móviles (tableta y celular inteligente) mediante los cuales se accedieron a aplicaciones que permitieron visualizar contenido en forma de RV (la inmersión en un mundo virtual con el apoyo de gafas de RV) y RA (se utiliza el entorno físico en tiempo real al que se le añaden elementos virtuales).

La hipótesis del proyecto fue identificar si los alumnos que participaron en el curso-taller "Ciencia Digital" muestran un mayor gusto por la ciencia que el grupo control. Para analizar si la tecnología emergente empleada cambia la actitud hacia la ciencia se optó por analizar el componente afectivo, considerado por algunos autores como el de mayor relevancia al momento de evaluar positiva o negativamente un objeto o persona (Marín, 1990).

Sobre esta línea, Vázquez y Manassero (2008) identificaron que existe un declive de actitudes positivas hacia la ciencia a medida que avanzan en los niveles educativos; por ello se consideró relevante establecer una intervención educativa con estrategias didácticas que incorporen la RV y RA para despertar y aumentar el gusto por la ciencia.

Para el proyecto, se decidió tener un grupo control y otro experimental. El primero llevó el curso-taller de manera extracurricular, mientras que el segundo continuó con sus clases regulares en línea; a ambos grupos se le aplicó una preprueba y una posprueba para contrastar los resultados con el objetivo de identificar las similitudes o diferencias en la actitud hacia la ciencia que mostraran los participantes de cada grupo.

De la misma forma, tras la intervención también se diseñó y aplicó un instrumento de evaluación de corte cualitativo donde se pidió la opinión de los participantes sobre el desarrollo metodológico del proyecto, además de que se preguntó sobre el contenido del curso-taller, la didáctica empleada, las aplicaciones usadas y comentarios generales al experimentar el curso-taller. Las respuestas fueron categorizadas y se abordaron de acuerdo con la temática y la frecuencia de las palabras empleadas.

Con ello se buscó que la realidad educativa analizada no se limitara a técnicas cuantitativas, como cuestionarios y escalas de valoración (preprueba y posprueba), también se considerara el punto de vista y la experiencia de los alumnos, docentes y padres de familia, al igual que la perspectiva del investigador para reconstruir los diversos puntos de vista de la realidad educativa en la que se encontró inmerso. De tal forma, la intervención se complementó con datos de tipo cualitativo, como entrevistas y un grupo de discusión.

Instrumentos

Ya que el interés principal de esta investigación es la actitud sobre la ciencia, se elaboró un cuestionario sobre esta línea que se aplicaría a los alumnos como preprueba y posprueba, con el objetivo de contrastar e identificar si posterior a la aplicación del proyecto de intervención se modificó la actitud de los alumnos sobre esta.

El instrumento fue elaborado al tomar como referencia el protocolo de actitudes hacia las ciencias (PAC) de Vázquez y Manassero (1997), la Prueba PISA 2015 (OECD, 2016) y el Instrumento utilizado por Hernández *et al.* (2011). El cuestionario fue validado por cuatro expertos (dos investigadores de nivel universitario y dos maestros de nivel primaria con más de 15 años de experiencia frente a grupo), quienes evaluaron la pertinencia, suficiencia y claridad de cada uno de los reactivos, además de brindar comentarios y una retroalimentación general al respecto. La validación de la prueba se realizó mediante tres ítems específicos:

- Pertinencia: valora si la pregunta ayuda a medir el gusto y/o interés por las Ciencias Naturales.
- Suficiencia: valora si las preguntas incluidas son las necesarias para medir el gusto y/o interés por las Ciencias Naturales.
- Claridad: valora si el lenguaje empleado es claro y se ajusta a la edad de los alumnos de primaria.

A partir de la revisión de las afirmaciones, se determinó cuáles eran válidas para obtener resultados eficientes y acertados en la medición, y se modificó la redacción para adecuarla a la edad de los alumnos con el fin de que los resultantes fueran pertinentes, suficientes y claros.

Así, en este estudio la actitud hacia la ciencia se midió a través de las respuestas dadas por los estudiantes hacia un conjunto de declaraciones; y la magnitud por medio de su nivel de acuerdo o desacuerdo en cada ítem. Para verificar la consistencia teórica del instrumento se procedió a validar mediante el

Alfa de Cronbach con los once reactivos que conforman la escala en la dimensión de actitud hacia la ciencia. El Alfa de Cronbach fue de 0.877, con lo cual se valida la consistencia interna teórica.

Muestra

Este estudio utilizó un diseño de investigación cuasi-experimental. El tipo de muestreo efectuado es de tipo propositivo, ya que los informantes fueron elegidos con base a un criterio: la actitud hacia la ciencia. Como se mencionó, se dividió la muestra en dos grupos; el grupo experimental se conformó por 16 alumnos, nueve hombres y siete mujeres de nueve a diez años, mientras que el grupo control tuvo al mismo número de estudiantes, con características similares en cuanto edad, sexo y respuestas brindadas en la preprueba.

En la tabla 1 se identifica que ambos grupos se comportan de manera similar en la preprueba, ya que tienen una tendencia a responder de una forma parecida en todos los reactivos, esto se corrobora debido a que ninguno puntuó menor a 0.50 y los promedios de respuesta por pregunta son bastante similares entre los dos grupos.

Procedimiento y análisis

El procedimiento experimental de intervención del estudio consistió de cinco etapas (ver figura 1):

- 1) Prueba piloto: permitió el ajuste en cuanto contenido de los videos y redacción de las instrucciones en el proyecto de intervención educativo.
- 2) Grupos de estudio: se definieron los participantes tanto del grupo control como experimental. Ambos tuvieron el mismo número de estudiantes y características similares en cuanto edad, sexo y respuestas brindadas en la preprueba.
- 3) Preprueba: prueba preliminar de actitud hacia la ciencia administrada a los dos grupos (estudiantes experimentales y de control).
- 4) Intervención educativa: el grupo experimental participó durante un mes en un curso taller Ciencia Digital, el cual incorporó la tecnología de RV y RA, mientras que el grupo de control tuvo sus lecciones en sus clases sin incorporar la tecnología emergente.
- 5) Posprueba: prueba aplicada a los estudiantes de ambos grupos.

Tabla 1. Comparativa entre el grupo de control y experimental en la prueba

Tipo de prueba			Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
			F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
										Inferior	Superior
Preprueba	1) ¿Te gusta la ciencia?	Se han asumido varianzas iguales	.932	.342	1.868	30	.072	.625	.335	-.058	1.308
		No se han asumido varianzas iguales	-	-	1.868	28.996	.072	.625	.335	-.059	1.309
	2) ¿Se te hace interesante la ciencia?	Se han asumido varianzas iguales	1.627	.212	1.344	30	.189	.438	.326	-.227	1.102
		No se han asumido varianzas iguales	-	-	1.344	26.947	.190	.438	.326	-.231	1.106
	3) ¿Se te hace divertida la ciencia?	Se han asumido varianzas iguales	1.938	.174	1.048	30	.303	.375	.358	-.356	1.106

Tipo de prueba			Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
			F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
										Inferior	Superior
4) ¿Qué tan difícil se te hace la ciencia?	No se han asumido varianzas iguales	-	-	1.048	26.459	.304	.375	.358	-.360	1.110	
	Se han asumido varianzas iguales	.254	.618	1.000	30	.325	.250	.250	-.261	.761	
	No se han asumido varianzas iguales	-	-	1.000	29.867	.325	.250	.250	-.261	.761	
5) ¿Disfrutas hacer preguntas sobre ciencia?	Se han asumido varianzas iguales	.007	.935	-1.155	30	.257	-.438	.379	-1.211	.336	
	No se han asumido varianzas iguales	-	-	-1.155	29.995	.257	-.438	.379	-1.211	.336	

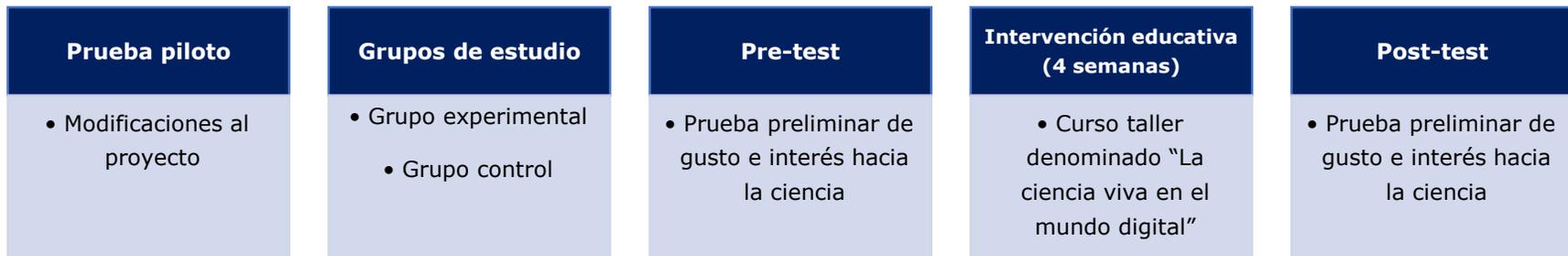
Tipo de prueba			Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
			F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
										Inferior	Superior
6) ¿Sientes curiosidad por saber cómo funciona el cuerpo humano?	Se han asumido varianzas iguales	.004	.950	-.469	30	.643	-.188	.400	-1.005	.630	
	No se han asumido varianzas iguales	-	-	-.469	29.385	.643	-.188	.400	-1.006	.631	
7) ¿Sientes curiosidad por conocer sobre los seres vivos?	Se han asumido varianzas iguales	2.738	.108	.408	30	.686	.188	.460	-.751	1.126	
	No se han asumido varianzas iguales	-	-	.408	27.027	.686	.188	.460	-.755	1.130	
8) ¿Sientes curiosidad por saber cómo es el	Se han asumido varianzas iguales	.000	1.000	-.785	30	.439	-.188	.239	-.675	.300	

Tipo de prueba			Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
			F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
										Inferior	Superior
mundo y el universo?	No se han asumido varianzas iguales	-	-	-.785	29.483	.439	-.188	.239	-.676	.301	
	Se han asumido varianzas iguales	.031	.861	-.439	30	.663	-.188	.427	-1.059	.684	
9) ¿Te gustaría ser científico cuando seas grande?	No se han asumido varianzas iguales	-	-	-.439	29.999	.663	-.188	.427	-1.059	.684	
	Se han asumido varianzas iguales	.034	.855	.243	30	.810	.063	.258	-.464	.589	
10) ¿Crees que sea útil la ciencia?	No se han asumido varianzas iguales	-	-	.243	30.000	.810	.063	.258	-.464	.589	

Tipo de prueba			Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
			F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
										Inferior	Superior
11) ¿Te ayuda en algo la ciencia en tu vida?	Se han asumido varianzas iguales	.439	.513	.634	30	.531	.250	.395	-.556	1.056	
	No se han asumido varianzas iguales	-	-	.634	28.525	.531	.250	.395	-.558	1.058	

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. El procedimiento de intervención del estudio, 2020



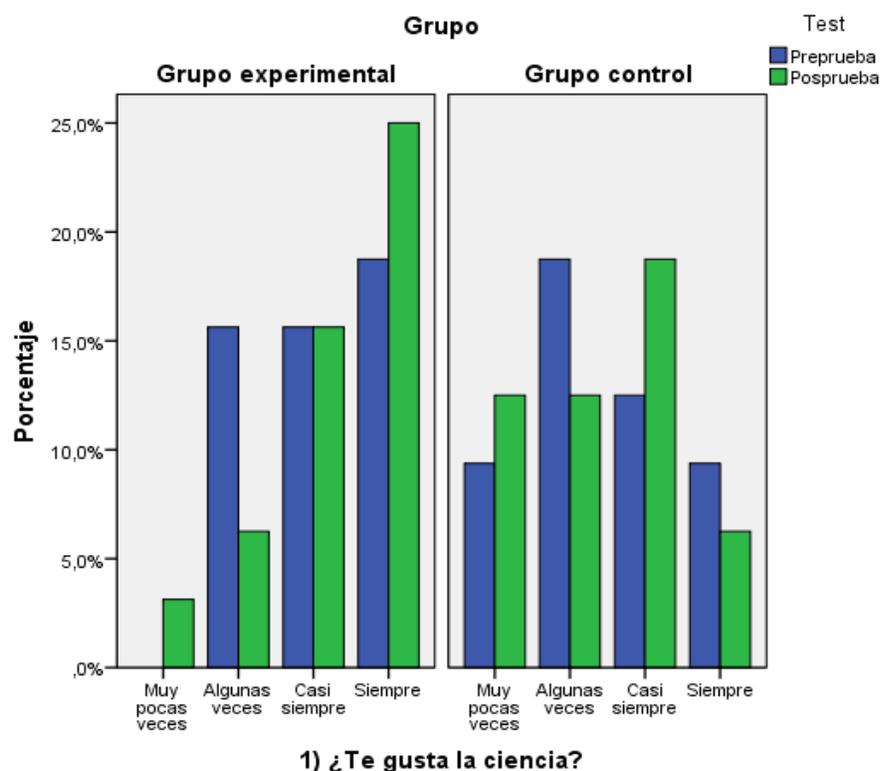
Fuente: elaboración propia.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el paquete estadístico para las ciencias sociales, versión 25 (SPSS 25). El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0,05$. También se aplicó la prueba T pareada e independiente para comparar la actitud hacia la ciencia de los estudiantes en el grupo experimental y el grupo de control.

Resultados

En un primer momento se presenta un análisis descriptivo acompañado de gráficos y tablas que incluyen los resultados de los reactivos que presentan mayor diferencia significativa entre la preprueba y la posprueba (reactivo 1, 3 y 9); posteriormente, se expondrán las comparativas pareadas de la prueba T de la preprueba-posprueba de ambos grupos. En la tabla 2 se muestra el reactivo 1) ¿Te gusta la ciencia? La respuesta Siempre incrementó de 37.5% en el preprueba a 50% en el posprueba en el grupo experimental; en contraste, en el grupo control disminuyó de 18.8% a 12.5% (ver gráfica 1).

Gráfica 1. Distribución porcentual del reactivo 1 de la preprueba -posprueba de actitud sobre la ciencia en el grupo control y experimental



Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Tabla cruzada del reactivo 1) ¿Te gusta la ciencia?

Grupo			Prueba		Total			
			Preprueba	Posprueba				
Grupo experimental	1) ¿Te gusta la ciencia?	Muy pocas veces	Recuento	0	1	1		
			% dentro de Test	0.0%	6.3%	3.1%		
		Algunas veces	Recuento	5	2	7		
			% dentro de Test	31.3%	12.5%	21.9%		
		Casi siempre	Recuento	5	5	10		
			% dentro de Test	31.3%	31.3%	31.3%		
		Siempre	Recuento	6	8	14		
			% dentro de Test	37.5%	50.0%	43.8%		
		Total			Recuento	16	16	32
					% dentro de Test	100.0%	100.0%	100.0%
Grupo control	1) ¿Te gusta la ciencia?	Muy pocas veces	Recuento	3	4	7		
			% dentro de Test	18.8%	25.0%	21.9%		
		Algunas veces	Recuento	6	4	10		
			% dentro de Test	37.5%	25.0%	31.3%		
		Casi siempre	Recuento	4	6	10		
			% dentro de Test	25.0%	37.5%	31.3%		
		Siempre	Recuento	3	2	5		
			% dentro de Test	18.8%	12.5%	15.6%		
		Total			Recuento	16	16	32
					% dentro de Test	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: elaboración propia

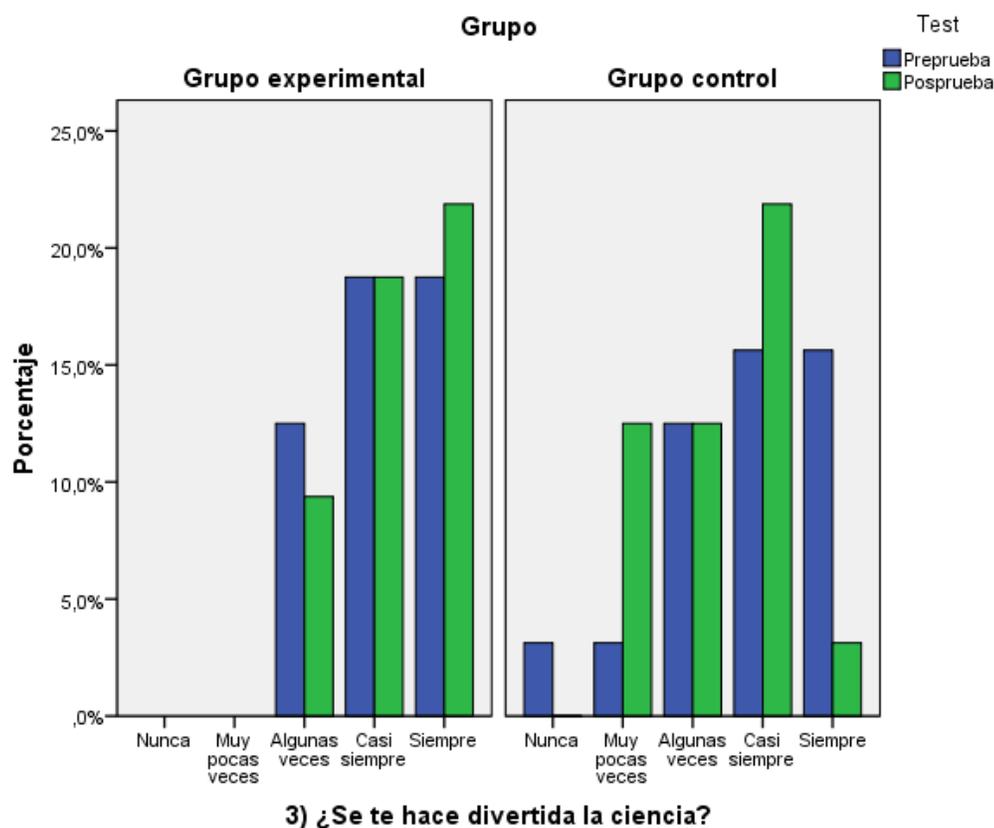
En el reactivo 3) ¿Se te hace divertida la ciencia?, aumentó la respuesta Siempre en el grupo experimental, pasando de 37.5% a 43.8%. En cambio, en el grupo control bajaron de 31.3% a 6.3% las respuestas de Siempre, pero incrementó quienes señalaron Muy pocas veces, de 6.3% a 25% (ver tabla 3 y gráfica 2).

Tabla 3. Tabla cruzada del reactivo 3) ¿Se te hace divertida la ciencia?

Grupo				Prueba		Total		
				Preprueba	Posprueba			
Grupo experimental	3) ¿Se te hace divertida la ciencia?	Algunas veces	Recuento	4	3	7		
			% dentro de Test	25.0%	18.8%	21.9%		
		Casi siempre	Recuento	6	6	12		
			% dentro de Test	37.5%	37.5%	37.5%		
		Siempre	Recuento	6	7	13		
			% dentro de Test	37.5%	43.8%	40.6%		
		Total			Recuento	16	16	32
					% dentro de Test	100.0%	100.0%	100.0%
		Grupo control	3) ¿Se te hace divertida la ciencia?	Nunca	Recuento	1	0	1
					% dentro de Test	6.3%	0.0%	3.1%
Muy pocas veces	Recuento			1	4	5		
	% dentro de Test			6.3%	25.0%	15.6%		
Algunas veces	Recuento			4	4	8		
	% dentro de Test			25.0%	25.0%	25.0%		
Casi siempre	Recuento			5	7	12		
	% dentro de Test			31.3%	43.8%	37.5%		
Siempre	Recuento			5	1	6		
	% dentro de Test			31.3%	6.3%	18.8%		
Total				Recuento	16	16	32	
				% dentro de Test	100.0%	100.0%	100.0%	

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 2. Distribución porcentual del reactivo 3 de la preprueba-posprueba de actitud sobre la ciencia en el grupo control y experimental



Fuente: elaboración propia.

Por su parte, en el reactivo 9) ¿Te gustaría ser científico cuando seas grande? se identificó que los alumnos del grupo experimental tuvieron un cambio de opinión respecto a la carrera que les gustaría estudiar. En un inicio, 37.5% de los estudiantes señalaron no tener interés por este campo, pero en la posprueba esta respuesta solo la dio un 12.5%.

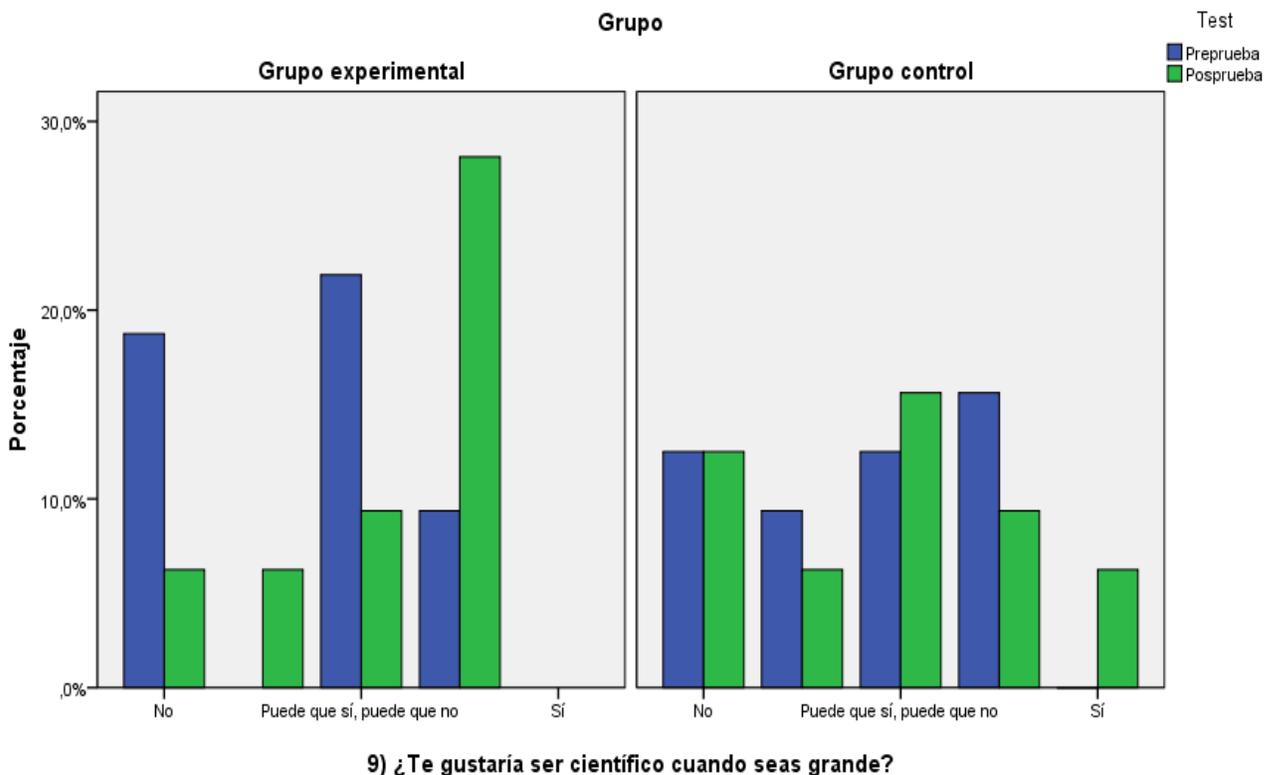
Asimismo, 18.8% había contestado en la preprueba que probablemente les gustaría ser científicos, número que incrementó a 56.3% en la posprueba. En tanto al grupo control, se mantuvo el porcentaje de los alumnos que señalaron que no tener interés (25.0%), y los que indicaron un Probablemente pasaron de 31.3% a 18.8% (ver tabla 4 y gráfica 3).

Tabla 4. Tabla cruzada del reactivo 9) ¿Te gustaría ser científico cuando seas grande?

Grupo			Prueba		Total			
			Preprueba	Posprueba				
Grupo experimental	9) ¿Te gustaría ser científico cuando seas grande?	No	Recuento	6	2	8		
			% dentro de Test	37.5%	12.5%	25.0%		
		Probablemente no	Recuento	0	2	2		
			% dentro de Test	0.0%	12.5%	6.3%		
		Puede que sí, puede que no	Recuento	7	3	10		
			% dentro de Test	43.8%	18.8%	31.3%		
		Probablemente	Recuento	3	9	12		
			% dentro de Test	18.8%	56.3%	37.5%		
		Total			Recuento	16	16	32
					% dentro de Test	100.0%	100.0%	100.0%
Grupo control	9) ¿Te gustaría ser científico cuando seas grande?	No	Recuento	4	4	8		
			% dentro de Test	25.0%	25.0%	25.0%		
		Probablemente no	Recuento	3	2	5		
			% dentro de Test	18.8%	12.5%	15.6%		
		Puede que sí, puede que no	Recuento	4	5	9		
			% dentro de Test	25.0%	31.3%	28.1%		
		Probablemente	Recuento	5	3	8		
			% dentro de Test	31.3%	18.8%	25.0%		
		Sí	Recuento	0	2	2		
			% dentro de Test	0.0%	12.5%	6.3%		
		Total			Recuento	16	16	32
					% dentro de Test	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: elaboración propia.

Gráfica 3. Distribución porcentual del reactivo 9 de la prueba-posprueba de actitud sobre la ciencia en el grupo control y experimental



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestran los promedios por reactivo entre el grupo experimental y el control (ver tabla 5). Se identifica que ambos se comportan de manera similar en la preprueba, ya que las respuestas en todos los reactivos tienen una tendencia parecida.

Para saber si estos promedios son estadísticamente significativos se usó la Prueba T, ningún reactivo puntuó menor a 0.50, es decir, los promedios de respuesta por pregunta son similares entre los grupos en la preprueba. Por otra parte, en la posprueba existe un cambio entre los grupos en las preguntas 1) ¿Te gusta la ciencia? y 3) ¿Se te hace divertida la ciencia?

Tabla 5. Estadísticos del grupo control y experimental

	Ítem	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Preprueba	1) ¿Te gusta la ciencia?	Experimental	16	4.06	.854	.213
		Control	16	3.44	1.031	.258
	2) ¿Se te hace interesante la ciencia?	Experimental	16	4.19	.750	.188
		Control	16	3.75	1.065	.266
	3) ¿Se te hace divertida la ciencia?	Experimental	16	4.13	.806	.202
		Control	16	3.75	1.183	.296
	4) ¿Qué tan difícil se te hace la ciencia?	Experimental	16	3.50	.730	.183
		Control	16	3.25	.683	.171
	5) ¿Disfrutas hacer preguntas sobre ciencia?	Experimental	16	3.31	1.078	.270
		Control	16	3.75	1.065	.266
	6) ¿Sientes curiosidad por saber cómo funciona el cuerpo humano?	Experimental	16	3.81	1.047	.262
		Control	16	4.00	1.211	.303
	7) ¿Sientes curiosidad por conocer sobre los seres vivos?	Experimental	16	4.06	1.063	.266
		Control	16	3.88	1.500	.375
	8) ¿Sientes curiosidad por saber cómo es el mundo y el universo?	Experimental	16	4.44	.629	.157
		Control	16	4.63	.719	.180
	9) ¿Te gustaría ser científico cuando seas grande?	Experimental	16	2.44	1.209	.302
		Control	16	2.63	1.204	.301
	10.-¿Crees que sea útil la ciencia?	Experimental	16	4.56	.727	.182
		Control	16	4.50	.730	.183
	11)¿Te ayuda en algo la ciencia en tu vida?	Experimental	16	4.19	.981	.245
		Control	16	3.94	1.237	.309
Posprueba	1) ¿Te gusta la ciencia?	Experimental	16	4.25	.931	.233
		Control	16	3.38	1.025	.256

	Ítem	Grupo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
	2) ¿Se te hace interesante la ciencia?	Experimental	16	4.19	.750	.188
		Control	16	3.69	1.138	.285
	3) ¿Se te hace divertida la ciencia?	Experimental	16	4.25	.775	.194
		Control	16	3.31	.946	.237
	4) ¿Qué tan difícil se te hace la ciencia?	Experimental	16	3.63	1.204	.301
		Control	16	3.44	1.209	.302
	5) ¿Disfrutas hacer preguntas sobre ciencia?	Experimental	16	3.44	1.031	.258
		Control	16	3.13	1.310	.328
	6) ¿Sientes curiosidad por saber cómo funciona el cuerpo humano?	Experimental	16	3.63	.957	.239
		Control	16	3.94	1.526	.382
	7) ¿Sientes curiosidad por conocer sobre los seres vivos?	Experimental	16	4.19	.981	.245
		Control	16	4.19	1.377	.344
	8) ¿Sientes curiosidad por saber cómo es el mundo y el universo?	Experimental	16	4.69	.479	.120
		Control	16	4.19	1.109	.277
	9) ¿Te gustaría ser científico cuando seas grande?	Experimental	16	3.19	1.109	.277
		Control	16	2.81	1.377	.344
	10) ¿Crees que sea útil la ciencia?	Experimental	16	4.56	.814	.203
		Control	16	4.56	.727	.182
	11) ¿Te ayuda en algo la ciencia en tu vida?	Experimental	16	4.13	.885	.221
		Control	16	3.75	1.291	.323

Fuente: elaboración propia.

El segundo nivel de análisis lo conforman las comparativas de la prueba T. Primeramente se identifica que entre la preprueba y la posprueba del grupo experimental (ver tabla 6) la única pregunta que mostró una significación menor a .05,9) ¿Te gustaría ser científico cuando seas grande? En otras palabras, los alumnos tuvieron un cambio de opinión respecto a la carrera que quisieran tener.

Tabla 6. Prueba de muestras relacionadas del grupo experimental en preprueba-posprueba

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	1) ¿Te gusta la ciencia?	-.188	.750	.187	-.587	.212	-1.000	15	.333
Par 2	2) ¿Se te hace interesante la ciencia?	.000	.966	.242	-.515	.515	.000	15	1.000
Par 3	3) ¿Se te hace divertida la ciencia?	-.125	1.025	.256	-.671	.421	-.488	15	.633
Par 4	4) ¿Qué tan difícil se te hace la ciencia?	-.125	1.025	.256	-.671	.421	-.488	15	.633
Par 5	5) ¿Disfrutas hacer preguntas sobre ciencia?	-.125	1.025	.256	-.671	.421	-.488	15	.633
Par 6	6) ¿Sientes curiosidad por saber cómo funciona el cuerpo humano?	.188	.911	.228	-.298	.673	.824	15	.423
Par 7	7) ¿Sientes curiosidad por conocer sobre los seres vivos?	-.125	1.088	.272	-.705	.455	-.460	15	.652
Par 8	8) ¿Sientes curiosidad por saber cómo es el mundo y el universo?	-.250	.577	.144	-.558	.058	-1.732	15	.104
Par 9	9) ¿Te gustaría ser científico cuando seas grande?	-.750	1.125	.281	-1.350	-.150	-2.666	15	.018
Par 10	10) ¿Crees que sea útil la ciencia?	.000	1.095	.274	-.584	.584	.000	15	1.000
Par 11	11) ¿Te ayuda en algo la ciencia en tu vida?	.063	.772	.193	-.349	.474	.324	15	.751

Fuente: elaboración propia.

En el análisis estadístico del grupo control, destaca que no se encontraron diferencias entre la preprueba y la posprueba, excepto en el reactivo 8, que se ubica en el límite estadístico (0.048), lo cual se atribuye a un error muestral (ver tabla 7). Empero, en líneas generales, no se perciben diferencias entre las respuestas brindadas en los dos momentos de aplicación del instrumento.

Tabla 7. Prueba de muestras relacionadas del grupo control en preprueba-posprueba

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	1) ¿Te gusta la ciencia?	.063	1.063	.266	-.504	.629	.235	15	.817
Par 2	2) ¿Se te hace interesante la ciencia?	.063	.929	.232	-.432	.557	.269	15	.791
Par 3	3) ¿Se te hace divertida la ciencia?	.438	1.315	.329	-.263	1.138	1.331	15	.203
Par 4	4) ¿Qué tan difícil se te hace la ciencia?	-.188	1.328	.332	-.895	.520	-.565	15	.580
Par 5	5) ¿Disfrutas hacer preguntas sobre ciencia?	.625	1.455	.364	-.150	1.400	1.718	15	.106
Par 6	6) ¿Sientes curiosidad por saber cómo funciona el cuerpo humano?	.063	1.482	.370	-.727	.852	.169	15	.868
Par 7	7) ¿Sientes curiosidad por conocer sobre los seres vivos?	-.313	1.852	.463	-1.299	.674	-.675	15	.510
Par 8	8) ¿Sientes curiosidad por saber cómo es el mundo y el universo?	.438	.814	.203	.004	.871	2.150	15	.048

		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 9	9) ¿Te gustaría ser científico cuando seas grande?	-.188	1.328	.332	-.895	.520	-.565	15	.580
Par 10	10) ¿Crees que sea útil la ciencia?	-.063	.680	.170	-.425	.300	-.368	15	.718
Par 11	11) ¿Te ayuda en algo la ciencia en tu vida?	.188	1.424	.356	-.572	.947	.527	15	.606

Fuente: elaboración propia.

Discusión

Al comparar las respuestas entre el grupo control y experimental para medir las actitudes hacia la ciencia, se observa que el grupo control no presenta cambios significativos, mientras que el grupo experimental sí. En específico, en la prueba T de muestras pareadas existe una diferencia en la posprueba entre el grupo control y el experimental, ya que los alumnos del grupo experimental que participaron en el curso-taller mostraron un incremento en su deseo por ser científicos al ser grandes, en otras palabras, se advierte un cambio de opinión en la posible carrera que desearían estudiar.

También se encontró un incremento en el gusto y diversión hacia la ciencia por parte de los estudiantes que participaron en el proyecto. Al respecto, se rescatan algunos de los comentarios de los alumnos y padres en las evidencias de las sesiones:

Aprendí sobre los planetas, miré lo real que es, como si los pudiera tocar, me encanta mucho eso y pensar que puedo ser un astronauta para admirar los planetas es muy mágico (alumno 16, encuesta de la sesión 21, 2020).

Me impresionó como se ven los planetas, es increíble disfrutarlo con mi familia, esta experiencia tan maravillosa, a mi mamá también le encanta (alumna 4, encuesta de la sesión 21, 2020).

Es una forma divertida de aprender sin aburrirse (madre de familia 10, encuesta de la sesión 21, 2020).

Gracias por esta nueva experiencia de aprender de forma divertida para los niños (madre de familia 3, encuesta de la sesión 21, 2020).

Gracias por la oportunidad para aprender y divertirnos (madre de familia 7, encuesta de la sesión 21, 2020).

Es importante recordar que autores como Murphy *et al.* (2006) contemplan a la actitud como un constructo que abarca el interés, el gusto y la motivación. Por su parte, una respuesta evaluativa expresa un gusto o disgusto (Fiske *et al.*, 1998) hacia algo o alguien; así, la diversión puede ser considerada como una actitud de aceptación. Por ello, López (2010) concluye que, si se estimula el gusto e interés por la ciencia desde pequeños, no solo verán a esta como algo divertido y útil, también otorgarán un significado real y directo en su vida.

Asimismo, en el documento se estableció la siguiente hipótesis: los alumnos que participaron en el curso-taller mostrarán un mayor gusto por la ciencia. Para analizar las similitudes o diferencias en la actitud hacia la ciencia que mostraran los participantes de cada grupo se retomaron los análisis estadísticos. En el caso de los reactivos 1, 3 y 9, se observa que la actitud hacia la ciencia de los alumnos no es igual para los dos grupos entre la preprueba y la posprueba. Eso quiere decir que los aspectos referidos al gusto y diversión por la ciencia, así como el interés por estudiar una carrera científica, son distintos entre el grupo control y el experimental posterior a la intervención educativa.

En la evaluación del curso-taller Ciencia Digital destaca un sentido positivo y de gratitud frente a las actividades y aplicaciones que conformaron la intervención educativa. Los alumnos señalan que aprendieron no solo sobre contenidos científicos, sino también sobre el uso de la tecnología. Esto confirma lo planteado por Shreesha y Sanjay (2018): la tecnología digital favorece el proceso de enseñanza-aprendizaje, debido a que las TIC apoyan en el refinamiento de la búsqueda de información, la autonomía escolar, la autodisciplina y la motivación para estudiar. A esto, Blázquez (2017) añade que la tecnología emergente incita a construir el conocimiento por medio del descubrimiento y el aprendizaje activo, además contribuye al desarrollo de destrezas tecnológicas.

Las actividades realizadas en el curso-taller generaron curiosidad por conocer cómo funciona el cuerpo humano, los seres vivos, el mundo y el universo. Se mostró una actitud positiva hacia la ciencia y la experimentación con simulaciones a partir del uso de plantillas tridimensionales, gafas de RV y un cubo holográfico. Los alumnos experimentaron con elementos con los que difícilmente podrían haber interactuado de forma directa e inmediata, como visitar un volcán o ver los pulmones desde su interior. Esta experiencia modificó las actitudes hacia el

estudio de la ciencia, como se mostró en los resultados de la posprueba, ya que más alumnos optan por inclinaciones e intereses vocacionales hacia la ciencia.

Es necesario recalcar que estos datos representan las percepciones de los estudiantes inmediatamente después de terminar el curso-taller, por lo que no se puede asegurar si estas actitudes positivas se mantendrán constantes con el tiempo. Además, como ocurre con cualquier dato recopilado en el contexto de un grupo focal, algunos participantes parecen haber sido influenciados por las actitudes expresadas en los comentarios de otros compañeros o por el deseo de complacer al investigador.

Conclusiones

El proyecto de intervención descrito puso en marcha un taller basado en la RV y RA, donde se desarrolló un instrumento para evaluar la actitud de los participantes hacia la ciencia y otro para evaluar el proyecto mismo. Los resultados mostraron que esta propuesta es útil para mejorar la actitud de estudiantes hacia la ciencia. El desinterés por la ciencia en los jóvenes es un tema relevante ya que los alumnos paulatinamente dejan de mostrar una actitud exploratoria y de curiosidad por la ciencia a medida que avanzan en sus estudios (Trujillo, 2001), esto se refleja también en la baja cantidad de individuos que optan por una carrera en ciencias (Adúriz *et al.*, 2011).

Esta situación es aún más marcada entre las mujeres, ya que estudios revelan que las niñas desde pequeñas no suelen mostrar interés en el campo de las ciencias, tecnología, ingenierías y matemáticas (SEP y OCDE, 2018; Montenegro *et al.*, 2018), suelen obtener calificaciones más bajas en la asignatura de matemáticas en la prueba PISA (SEP, 2017) y son pocas las que optan por una carrera en la ciencia, pues solo representan 28% de todos los investigadores en el mundo (UNESCO, 2019; INEGI, 2013). Por ello, sería recomendable una línea de investigación futura que profundizara la manera particular en que los hombres y las mujeres perciben la ciencia.

Puede concluirse que los dispositivos móviles son una herramienta importante para lograr que los alumnos desarrollen actitudes favorables hacia la ciencia, como el gusto y diversión ($p < 0.05$), construyan el conocimiento científico empleando la tecnología y en general se apropien de una cultura científica al experimentar, manipular e interactuar con la ciencia en un contexto digital. En síntesis, contemplando los resultados cuantitativos-cualitativos y aludiendo al objetivo del estudio, se determina que el uso de las tecnologías de RV y RA fomenta las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de educación primaria. Para finalizar,

sería relevante que estudios posteriores realizaran la intervención educativa con una muestra más amplia.

Referencias

- Adúriz Bravo, A.; Gómez Galindo, A.; Rodríguez Pineda, D. P.; López Valentín, D. M.; Jiménez Aleixandre, M. P.; Izquierdo Aymerich, M. y Sanmartí Puig, N. (2011). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. Secretaría de Educación Pública. https://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/LIBROS/LibroAgustin.pdf
- Auditoría Superior de la Federación. (2010). Programa E001 "Enciclomedia" (Auditoría Financiera y de Cumplimiento: 10-0-11100-02-0923). http://www.asf.gob.mx/trans/Informes/IR2010i/Grupos/Desarrollo_Social/2010_09_23_a.pdf
- Blázquez, A. (2017). *Realidad Aumentada en Educación*. Universidad Politécnica de Madrid. http://oa.upm.es/45985/1/Realidad_Aumentada_Educacion.pdf
- Buenfil, H.; Xool, J. y May, J. (2018). Diseño e implementación de realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje en preescolar. *Revista de Educación Básica*, 2(6), 30-39. https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Educacion_Basica/vol2num6/Revista_de_Educación_Básica_V2_N6_4.pdf
- Castrejón, J. (1973). Implantación de la planeación. *Revista de la Educación Superior* Número, 2(7). <http://publicaciones.anuies.mx/acervo/revsup/res007/txt4.htm>
- David, R. (2011). Realidad Aumentada. Educación y Museos. *Revista Icono 14*, 9(2) 212-226. <https://doi.org/10.7195/ri14.v9i2.24>
- España, C. O.; García, M. R.; Fernández, M. R.; González, C. S. y Fachal, J. V. (s/f). Realidad Virtual. <http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/3D/Realidad%20Virtual/web/introduccion.html>
- Fiske, S.; Gilbert, D. y Gardner L. (1998). *The Handbook of Social Psychology* 4th ed. Volume 1. Oxford University Press.
- Flores, F. (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/01/P1C227.pdf>
- Gutiérrez, V. (1998). *Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia*. Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Hernández, V.; Gómez, E.; Maltes, L.; Quintana, M.; Muñoz, F.; Toledo, H.; Riquelme, V.; Henríquez, B.; Zelada, S. y Pérez, E. (2011). La actitud hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en alumnos de Enseñanza Básica y Media de la Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos-Chile. *Estudios Pedagógicos*, 37(1), 71-83. <https://www.scielo.cl/pdf/estped/v37n1/art04.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2013). Encuesta sobre la Percepción Pública de la Ciencia y la Tecnología en México. <https://www.inegi.org.mx/programas/enpecyt/2013/default.html>

- Jennett, C.; Cox, A.; Cairns, P.; Dhoparee, S. y Tijs, T. (2008). Measuring and defining the experience of immersion in games. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66(9), 641-661. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.04.004>
- Kysela, J. & Storková, P. (2015). Science Direct Using Augmented Reality as a Medium for Teaching History and Tourism. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 926-931. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.713>
- Koballa, T. R. (1988). Attitude and related concepts in science education. *Science Education*, 72(2), 115-126. <https://doi.org/10.1002/sce.3730720202>
- López, J. A. (2010). Ampliar el espacio iberoamericano del conocimiento y fortalecer la investigación científica, en UNESCO (ed.), *Informe sobre tendencias sociales y educativas en América Latina, 2010: metas educativas 2021: desafíos y oportunidades* (176-181). UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000189945>
- Majid, A.; Mohammed H. & Sulaiman R. (2015). Students' Perception of Mobile Augmented Reality Applications in Learning Computer Organization. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 176, 111-116. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.450>
- Marín, G. (1990). *La psicología social en el mundo de hoy*. Trillas.
- Martínez, F. P. (2011). Presente y Futuro de la Tecnología de la Realidad Virtual. *Creatividad y sociedad: revista de la Asociación para la Creatividad*, (16). <http://creatividadysociedad.com/wp-admin/Articulos/16/4-Realidad%20Virtual.pdf? t=1576011934>
- Ministerio de Educación en Perú. (2009). *Diseño Curricular Nacional de la Educación Básica Regular*. MINEDU.
- Murphy, C.; Ambusaidi, A. & Beggs, J. (2006). Middle East Meets West: Comparing Children's Attitudes to School Science. *International Journal of Science Education*, 28(4), 405-422. <http://doi.org/10.1080/09500690500339696>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. OECD Publishing. https://read.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-results-volume-i_9789264266490-en#page1
- Pozo, J. y Gómez, M. (2009). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2011). Plan de estudios 2011. Educación básica. México. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan de Estudios 2011 f.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan_de_Estudios_2011_f.pdf)
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2016). @prende 2.0. Programa de Inclusión Digital 2016-2017. México. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162354/NUEVO PROGRAMA PR ENDE 2.0.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/162354/NUEVO_PROGRAMA_PR ENDE_2.0.pdf)
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2017). *Ruta para la implementación del nuevo modelo educativo*, México.
- SEP y OCDE. (2018). NIÑASTEM PUEDEN. <https://ninastem.aprende.sep.gob.mx/en/demo/home #myCarousel-low>
- Shreasha, M. y Sanjay, T. (2018). Effectiveness of animation as a tool for communication in primary education: An experimental study in India. *International Journal of Educational Management*, 32(7), 1202-1214. <https://doi.org/10.1108/IJEM-04-2016-0077>

- Simpson, R. D. & Oliver, J. S. (1990). A summary of major influences on attitudes toward and achievement in science among adolescent students. *Science Education*, 74(1), 1-18. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.3730740102>
- Trujillo, E. (2001). Desarrollo de la actitud científica en niños de edad preescolar. *Anales de la Universidad Metropolitana*, 1(2), 187-195. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4004985.pdf>
- UNESCO. (2019). *Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*. UNESCO.
- Varnum, K. (2019). *Beyond reality: Augmented, virtual, and mixed reality in the library*. American Library Association.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 199-213. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21491>
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la Ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3740/3317>
- Wang, M. & Reid, D. (2011). Virtual reality in pediatric neurorehabilitation: attention deficit hyperactivity disorder, autism and cerebral palsy. *Neuroepidemiology*, 36(1), 2-18. <https://doi.org/10.1159/000320847>

Este artículo es de acceso abierto. Los usuarios pueden leer, descargar, distribuir, imprimir y enlazar al texto completo, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Salgado Reveles, M. A. (2023). Efectos de la realidad virtual y la realidad aumentada en las actitudes hacia la ciencia en alumnos mexicanos de nivel primaria. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, 13(25). <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a13n25.804>

* Mario Alejandro Salgado Reveles. Licenciado en Educación Primaria por la Escuela Normal Fronteriza Tijuana (ENFT) y licenciado en Psicología Familiar por el Centro de Investigación para el Desarrollo Humano (CIDH), México; maestro en Pedagogía por la Universidad Estatal de Estudios Pedagógicos (UEEP) y maestro en Educación por la Universidad Autónoma de Baja California (UABC); doctor en Ciencias de la Educación por la Facultad Internacional de Ciencias de la Educación (FICED). Posdoctorado de Investigación por la Universidad de Joetsu, Japón. Correo electrónico: alejandro.salgado@uabc.edu.mx