

## **Eficacia de la Educación en Sostenibilidad Basada en Realidad Virtual para Fomentar la Empatía Ambiental**

### **Effectiveness of Virtual Reality-Based Sustainability Education in Promoting Environmental Empathy**

Jorge Tarquino Erazo Rivera<sup>1</sup> ([investigacion@itred.edu.ec](mailto:investigacion@itred.edu.ec)) (<https://orcid.org/0000-0002-3995-4819>)

Mildred Paola Sánchez Hidalgo<sup>2</sup> ([coordinacion.cat@itred.edu.ec](mailto:coordinacion.cat@itred.edu.ec)) (<https://orcid.org/0000-0001-7472-7382>)

José Omar Villavicencio Santillán<sup>3</sup> ([estrategico@itred.edu.ec](mailto:estrategico@itred.edu.ec)) ([0000-0002-7601-5650](https://orcid.org/0000-0002-7601-5650))

Elsie de Lourdes Viteri Espinoza<sup>4</sup> ([coordinacion.sprl@itred.edu.ec](mailto:coordinacion.sprl@itred.edu.ec)) (<https://orcid.org/0009-0005-3733-892>)

#### **Resumen**

La educación en sostenibilidad busca promover actitudes proambientales, pero los métodos tradicionales a menudo no generan conexiones emocionales profundas. Este estudio evalúa la eficacia de la realidad virtual (RV) para fomentar la empatía ambiental en estudiantes universitarios, comparándola con un video educativo y un grupo control. Participaron 120 estudiantes, asignados aleatoriamente a tres grupos: uno experimentó una simulación inmersiva en RV sobre deforestación, otro vio un documental, y el tercero no recibió intervención. La empatía ambiental y la intención de adoptar comportamientos sostenibles se midieron antes y después de la intervención mediante escalas validadas. Los resultados muestran que el grupo RV incrementó significativamente su empatía ambiental ( $p < 0.01$ ) y mostró mayor disposición a comportamientos sostenibles, con efectos persistentes a las 4 semanas. El grupo de video presentó mejoras menores, mientras que el grupo control no mostró cambios. La alta sensación de presencia en RV se correlacionó con mayores niveles de empatía. Estos hallazgos sugieren que la RV es una herramienta poderosa para la educación en sostenibilidad, al generar conexiones emocionales con el medio ambiente, superando las limitaciones de los métodos tradicionales.

<sup>1</sup> Instituto Superior Tecnológico Rey David, Ecuador

<sup>2</sup> Instituto Superior Tecnológico Rey David, Ecuador

<sup>3</sup> Instituto Superior Tecnológico Rey David, Ecuador

<sup>4</sup> Instituto Superior Tecnológico Rey David, Ecuador

**Palabras clave:** Realidad Virtual, Educación en Sostenibilidad, Empatía Ambiental, Comportamiento Proambiental, Tecnología Educativa.

### **Abstract**

Sustainability education aims to promote pro-environmental attitudes, yet traditional methods often fail to foster deep emotional connections. This study evaluates the efficacy of virtual reality (VR) in enhancing environmental empathy among university students, compared to a traditional educational video and a control group. A total of 120 students were randomly assigned to three groups: one experienced an immersive VR simulation of Amazon deforestation, another watched a 15-minute documentary, and the control group received no intervention. Environmental empathy and behavioral intentions were measured pre- and post-intervention using validated scales. Results revealed that the VR group exhibited a significant increase in environmental empathy ( $p < 0.01$ ) and greater willingness to adopt sustainable behaviors, with effects persisting at a 4-week follow-up. The video group showed marginal improvements, while the control group displayed no changes. High presence in VR correlated with enhanced empathy ( $r = 0.67$ ,  $p < 0.01$ ). These findings suggest that VR is a powerful tool for sustainability education, surpassing traditional methods by fostering emotional connections with the environment.

**Keywords:** Virtual Reality, Sustainability Education, Environmental Empathy, Pro-Environmental Behavior, Educational Technology.

### **1. Introducción**

La crisis ambiental global, caracterizada por el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación, constituye una amenaza crítica para la sostenibilidad del planeta. El Informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2022) advierte que las emisiones de gases de efecto invernadero siguen en aumento, intensificando fenómenos como el calentamiento global y los desastres climáticos. Este escenario exige estrategias educativas que no solo informen, sino que también inspiren cambios profundos en actitudes y comportamientos hacia el medio ambiente. La empatía ambiental, definida como la capacidad de sentir una conexión emocional con la

naturaleza, se ha identificado como un factor determinante para promover acciones sostenibles (Berenguer, 2007; Schultz, 2000). Sin embargo, los métodos educativos tradicionales, como conferencias, textos y videos, frecuentemente fallan en generar un impacto emocional significativo, lo que limita su capacidad para fomentar cambios duraderos (Kollmuss & Agyeman, 2002).

En América Latina, los desafíos ambientales son particularmente graves debido a la riqueza de su biodiversidad y la vulnerabilidad de sus ecosistemas. La región alberga cerca del 40% de la biodiversidad global, pero enfrenta tasas alarmantes de deforestación, con aproximadamente 11.088 km<sup>2</sup> de bosques amazónicos perdidos en 2022 (INPE, 2023). Países como Brasil, Bolivia y Perú lidian con la explotación intensiva de recursos naturales, lo que afecta tanto a los ecosistemas como a las comunidades locales. En este contexto, la educación en sostenibilidad es esencial para empoderar a las poblaciones y fomentar prácticas que mitiguen el daño ambiental. Sin embargo, las limitaciones de recursos y los enfoques pedagógicos tradicionales en la región dificultan la implementación de programas educativos efectivos (UNESCO, 2020).

En Ecuador, la situación ambiental refleja tanto las problemáticas regionales como desafíos nacionales específicos. Reconocido por su megadiversidad, el país alberga ecosistemas únicos como la Amazonía, los Andes y las Islas Galápagos. Sin embargo, enfrenta amenazas significativas, incluyendo la deforestación, la contaminación de ríos y la minería ilegal. Según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAE, 2022), el 30% de los bosques primarios de Ecuador han sido degradados en las últimas cuatro décadas, con impactos devastadores en la biodiversidad y las comunidades indígenas. Además, la explotación petrolera en la Amazonía y la contaminación de cuerpos hídricos han generado conflictos socioambientales que requieren soluciones integrales. La educación ambiental en Ecuador ha sido promovida a través de políticas nacionales, como la Estrategia Nacional de Educación Ambiental (MAE, 2017), pero los métodos tradicionales siguen siendo predominantes, con resultados limitados en la generación de empatía y acción comunitaria (García & Almeida, 2019).

En la provincia de Guayas, el cantón Daule representa un microcosmos de los desafíos ambientales ecuatorianos, con problemáticas locales que exigen atención urgente. Daule, ubicado en la cuenca del río homónimo, es un área de importancia ecológica y económica debido a su agricultura, acuicultura y cercanía a la ciudad de Guayaquil. Sin embargo, el cantón enfrenta una serie de problemas ambientales, incluyendo la contaminación del río Daule por desechos industriales, agrícolas y domésticos, la pérdida de manglares debido a la expansión de camaroneras, y la erosión del suelo causada por prácticas agrícolas intensivas (GAD Daule, 2023). Según un informe municipal, la calidad del agua del río Daule ha disminuido significativamente en la última década, afectando tanto a los ecosistemas acuáticos como a las comunidades que dependen del río para su sustento (GAD Daule, 2023). La pérdida de manglares, que actúan como barreras naturales contra la erosión y hábitats para numerosas especies, ha reducido en un 25% la cobertura de estos ecosistemas en el cantón desde 2000 (MAE, 2022). Estos problemas no solo tienen impactos ecológicos, sino también sociales, ya que la contaminación y la degradación ambiental afectan la salud, los medios de vida y la seguridad alimentaria de los habitantes de Daule.

A pesar de estos desafíos, la educación ambiental en Daule sigue siendo limitada, con programas que a menudo se centran en campañas informativas y carecen de enfoques innovadores para involucrar emocionalmente a la población (Ponce & Torres, 2021). La falta de acceso directo a experiencias en la naturaleza, especialmente para los jóvenes urbanos, agrava esta desconexión emocional con el medio ambiente. En este contexto, la realidad virtual (RV) emerge como una herramienta prometedora para transformar la educación en sostenibilidad. Al ofrecer experiencias inmersivas que simulan entornos naturales y sus desafíos, la RV puede generar conexiones emocionales más profundas que los métodos tradicionales. Estudios previos han demostrado que la RV es efectiva para aumentar la empatía en contextos sociales (Herrera et al., 2018) y para mejorar la conciencia sobre problemas ambientales como el cambio climático (Markowitz et al., 2018). Sin embargo, su aplicación en la educación ambiental, particularmente en contextos específicos como Ecuador y Daule, sigue siendo un área poco explorada.

Este estudio busca evaluar la eficacia de una intervención educativa basada en RV para fomentar la empatía ambiental en estudiantes universitarios, con un enfoque en su relevancia para abordar desafíos ambientales a nivel global, regional, nacional y local. En Daule, donde la contaminación del río y la pérdida de manglares son problemas críticos, la RV podría desempeñar un papel clave al permitir a los estudiantes experimentar virtualmente las consecuencias de la degradación ambiental y las perspectivas de las comunidades afectadas, fomentando así una mayor sensibilidad y compromiso con la sostenibilidad. Evaluar la eficacia de una intervención educativa basada en RV para fomentar la empatía ambiental en estudiantes universitarios, considerando su potencial aplicación en contextos globales, latinoamericanos, ecuatorianos y locales como Daule.

## 2. Metodología

### 2.1. Diseño del Estudio

Se empleó un diseño experimental pre-post con tres grupos, siguiendo un enfoque recomendado para evaluar intervenciones educativas innovadoras (Creswell & Creswell, 2018). Los grupos fueron:

1. **Grupo RV:** Participó en una experiencia inmersiva de RV sobre los efectos de la deforestación en la Amazonía.
2. **Grupo Video:** Visualizó un documental educativo de 15 minutos sobre el mismo tema, como un método tradicional de comparación (Arbutnott & Scerbe, 2016).
3. **Grupo Control:** No recibió intervención, permitiendo establecer una línea base para los cambios en empatía y comportamiento (Field, 2013).

Este diseño permite comparar el impacto de la RV con un método educativo convencional y un escenario sin intervención, garantizando la validez interna del estudio (Shadish et al., 2002).

### 2.2. Participantes

Se reclutaron 120 estudiantes universitarios (edad promedio: 21.3 años, 58% mujeres) de una universidad en América Latina, utilizando un muestreo por

conveniencia, un método común en estudios experimentales con poblaciones estudiantiles (Gravetter & Forzano, 2018). Los participantes fueron asignados aleatoriamente a uno de los tres grupos (n=40 por grupo) mediante un generador de números aleatorios, asegurando la equivalencia entre grupos (Suresh, 2011). Se excluyeron participantes con experiencia previa significativa en RV para minimizar sesgos relacionados con la familiaridad tecnológica (Bailenson, 2018). Todos los participantes firmaron un consentimiento informado, siguiendo las directrices éticas de la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013).

### 2.3. Materiales

- **Experiencia RV:** Desarrollada con Unity (versión 2021.3) y compatible con Oculus Quest 2, la experiencia permitió a los participantes explorar un bosque amazónico virtual, presenciar su degradación por deforestación y escuchar narrativas de comunidades afectadas, diseñadas para maximizar la inmersión emocional (Slater & Sanchez-Vives, 2016). La duración fue de 15 minutos, alineada con estudios previos que sugieren tiempos óptimos para evitar fatiga en RV (Markowitz et al., 2018).
- **Video Educativo:** Un documental de alta calidad, seleccionado por su rigor científico y duración equivalente (15 minutos), abordó los impactos de la deforestación, siguiendo estándares de materiales educativos ambientales (Arbutnott & Scerbe, 2016).
- **Instrumentos de Medición:**
  - **Escala de Empatía Ambiental (EAE):** Adaptada de Schultz (2000), esta escala de 11 ítems mide la conexión emocional con la naturaleza ( $\alpha = 0.89$ ). Ejemplo de ítem: “Me siento triste cuando veo animales sufriendo por la contaminación”. Utiliza una escala Likert de 5 puntos (1 = Totalmente en desacuerdo, 5 = Totalmente de acuerdo).
  - **Cuestionario de Intención Comportamental (CIC):** Basado en Ajzen (1991), evalúa la disposición a realizar acciones sostenibles ( $\alpha = 0.85$ ),

con 10 ítems como “Estoy dispuesto a reducir mi consumo de plástico”. También utiliza una escala Likert de 5 puntos.

- **Encuesta de Inmersión:** Adaptada de Witmer y Singer (1998), mide la sensación de presencia en la experiencia RV ( $\alpha = 0.92$ ) con 8 ítems, como “Sentí que estaba realmente dentro del bosque virtual”. Aplicada solo al grupo RV.

## 2.4. Procedimiento

El procedimiento se estructuró en tres fases, siguiendo protocolos de estudios experimentales en educación ambiental (Rickinson, 2001):

1. **Pre-test:** Los participantes completaron la EAE y el CIC en una plataforma en línea, asegurando anonimato y consistencia en la recolección de datos (Dillman et al., 2014). Esta fase estableció una línea base para cada grupo.
2. **Intervención:** Cada grupo participó en su actividad asignada en un laboratorio controlado. El grupo RV usó auriculares Oculus Quest 2 calibrados, con asistencia técnica para garantizar una experiencia fluida (Bailenson, 2018). El grupo de video vio el documental en una pantalla de alta definición, y el grupo control permaneció en una sala sin estímulos. Todas las sesiones duraron 15 minutos.
3. **Post-test:** Inmediatamente después de la intervención, los participantes repitieron la EAE y el CIC. El grupo RV también completó la encuesta de inmersión. A las 4 semanas, se administró nuevamente el CIC para evaluar la retención de intenciones comportamentales, un período estándar para medir efectos a corto plazo (Hungerford & Volk, 1990).

## 2.5. Análisis Estadístico

Se utilizó un ANOVA de medidas repetidas para comparar los cambios en empatía ambiental e intención comportamental entre grupos, un método robusto para diseños pre-post (Tabachnick & Fidell, 2013). Las pruebas post-hoc de Bonferroni se aplicaron para identificar diferencias específicas entre grupos, controlando la tasa de

error tipo I (Field, 2013). Se verificaron los supuestos de normalidad (prueba de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (prueba de Levene), asegurando la validez del análisis (Gravetter & Wallnau, 2017). El nivel de significancia se estableció en  $p < 0.05$ , y el tamaño del efecto se reportó con  $\eta^2$ . Las correlaciones entre la sensación de presencia y la empatía ambiental se analizaron mediante el coeficiente de Pearson (Cohen et al., 2003).

### 3. Resultados

#### 3.1. Empatía Ambiental

El ANOVA de medidas repetidas reveló un efecto significativo de la intervención en lachainsaw ( $F(2,117) = 12.45, p < 0.001, \eta^2 = 0.18$ ). Las pruebas post-hoc de Bonferroni mostraron que el grupo RV incrementó significativamente su empatía ambiental en comparación con los otros grupos. La Tabla 1 resume las medias y desviaciones estándar para cada grupo en el pre-test y post-test.

**Tabla 1. Medias y Desviaciones Estándar de la Empatía Ambiental (EAE) por Grupo**

Grupo	Pre-test (M ± DE)	Post-test (M ± DE)	Diferencia (Post - Pre)	p-valor
RV	3.2 ± 0.4	4.1 ± 0.5	0.9	<0.01
Video	3.3 ± 0.5	3.6 ± 0.4	0.3	0.12
Control	3.2 ± 0.4	3.2 ± 0.5	0.0	0.89

**Nota:** M = Media, DE = Desviación Estándar. Escala EAE: 1-5. Los p-valores corresponden a comparaciones post-hoc de Bonferroni.

#### 3.2. Intención Comportamental

El ANOVA de medidas repetidas mostró un efecto significativo en la intención de adoptar comportamientos sostenibles ( $F(2,117) = 9.87, p < 0.001, \eta^2 = 0.14$ ). Las pruebas post-hoc indicaron que el grupo RV tuvo un aumento significativamente mayor que los otros grupos. En el seguimiento a 4 semanas, el grupo RV mantuvo una

intención significativamente mayor ( $M = 4.1$ ,  $DE = 0.4$ ) comparado con el grupo video ( $M = 3.7$ ,  $DE = 0.5$ ,  $p < 0.05$ ) y el control ( $M = 3.3$ ,  $DE = 0.4$ ,  $p < 0.01$ ). La Tabla 2 presenta las medias y desviaciones estándar.

**Tabla 2. Medias y Desviaciones Estándar de la Intención Comportamental (CIC) por Grupo**

Grupo	Pre-test (M ± DE)	Post-test (M ± DE)	Seguimiento (M ± DE)	p-valor (Post-test)
RV	3.5 ± 0.5	4.3 ± 0.4	4.1 ± 0.4	<0.01
Video	3.4 ± 0.4	3.8 ± 0.5	3.7 ± 0.5	0.09
Control	3.5 ± 0.5	3.5 ± 0.4	3.3 ± 0.4	0.92

**Nota:** M = Media, DE = Desviación Estándar. Escala CIC: 1-5. Los p-valores corresponden a comparaciones post-hoc de Bonferroni para el post-test.

### 3.3. Percepción de Inmersión

En el grupo RV, el 92% de los participantes reportó una alta sensación de presencia ( $M = 4.4$ ,  $DE = 0.3$ , escala 1-5). Se encontró una correlación positiva significativa entre la sensación de presencia y el aumento en empatía ambiental ( $r = 0.67$ ,  $p < 0.01$ ). La Tabla 3 muestra los resultados de la encuesta de inmersión.

**Tabla 3. Resultados de la Encuesta de Inmersión (Grupo RV)**

Variable	Media (M)	Desviación Estándar (DE)	Porcentaje Alta Presencia (>4)
Sensación de Presencia	4.4	0.3	92%

**Nota:** Escala de inmersión: 1-5.

## 4. Discusión

Los resultados respaldan la hipótesis de que la RV es más eficaz que los métodos tradicionales para fomentar la empatía ambiental y la intención de adoptar comportamientos sostenibles. La inmersión en un entorno virtual parece generar una conexión emocional más fuerte, posiblemente debido a la sensación de presencia y la narrativa personalizada, como sugieren estudios previos (Herrera et al., 2018; Slater & Sanchez-Vives, 2016). El grupo RV mostró incrementos significativos tanto en empatía ambiental (Tabla 1) como en intención comportamental (Tabla 2), con efectos que se mantuvieron a las 4 semanas, lo que indica un impacto potencialmente duradero (Hungerford & Volk, 1990). En contraste, el grupo de video presentó mejoras marginales, y el grupo control no mostró cambios, lo que resalta las limitaciones de los métodos tradicionales (Kollmuss & Agyeman, 2002).

La alta sensación de presencia en el grupo RV (Tabla 3) y su correlación con la empatía ambiental ( $r = 0.67$ ,  $p < 0.01$ ) sugieren que la inmersión es un factor clave en la eficacia de la RV, alineándose con investigaciones sobre la influencia de la presencia en experiencias virtuales (Witmer & Singer, 1998). Estos hallazgos tienen implicaciones para la educación en sostenibilidad, especialmente en contextos como América Latina y Daule, donde los problemas ambientales, como la contaminación del río Daule, requieren soluciones educativas innovadoras (Ponce & Torres, 2021).

**Limitaciones:** El estudio se limitó a estudiantes universitarios, lo que puede restringir la generalización de los resultados a otras poblaciones. La duración de la intervención fue breve (15 minutos), y los efectos a largo plazo requieren mayor investigación. Además, el estudio no evaluó comportamientos reales, solo intenciones, lo que es una limitación común en estudios de cambio de actitud (Ajzen, 1991).

**Implicaciones:** La RV podría integrarse en currículos de educación en sostenibilidad en Ecuador y otras regiones de América Latina para complementar métodos tradicionales. En Daule, la RV podría sensibilizar a los estudiantes sobre problemas locales, como la contaminación de ríos y la pérdida de manglares, fomentando acciones comunitarias (GAD Daule, 2023).

## 5. Conclusiones

La educación en sostenibilidad basada en RV es una estrategia eficaz para aumentar la empatía ambiental y fomentar intenciones de comportamiento sostenible. Los resultados (Tablas 1-3) demuestran que la RV supera a los métodos tradicionales en generar conexiones emocionales con el medio ambiente. Su implementación podría tener un impacto significativo en contextos globales, latinoamericanos y locales como Daule, donde la educación ambiental es crucial para abordar desafíos específicos. Las instituciones educativas y los responsables de políticas deberían considerar la adopción de esta tecnología.

**Direcciones Futuras:** Investigaciones futuras podrían explorar los efectos de la RV en poblaciones diversas, como comunidades rurales en Ecuador, y evaluar intervenciones a largo plazo. El desarrollo de experiencias RV contextualizadas para problemas locales, como la contaminación en Daule, podría maximizar su impacto.

## Referencias

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Arbuthnott, K. D., & Scerbe, C. (2016). Changing environmental attitudes: Comparing the efficacy of video and text-based messages. *Environmental Education Research*, 22(5), 672-689.
- Bailenson, J. (2018). *Experience on Demand: What Virtual Reality Is, How It Works, and What It Can Do*. W.W. Norton & Company.
- Berenguer, J. (2007). The effect of empathy in proenvironmental attitudes and behaviors. *Environment and Behavior*, 39(2), 269-283.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S. G., & Aiken, L. S. (2003). *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- Dillman, D. A., Smyth, J. D., & Christian, L. M. (2014). *Internet, Phone, Mail, and Mixed-Mode Surveys: The Tailored Design Method*. Wiley.

- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. Sage Publications.
- GAD Daule. (2023). *Informe Ambiental Cantonal 2022*. Daule: Gobierno Autónomo Descentralizado de Daule.
- García, M., & Almeida, J. (2019). Educación ambiental en Ecuador: Retos y oportunidades. *Revista Ecuatoriana de Educación*, 12(1), 45-60.
- Gravetter, F. J., & Forzano, L. A. B. (2018). *Research Methods for the Behavioral Sciences*. Cengage Learning.
- Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2017). *Statistics for the Behavioral Sciences*. Cengage Learning.
- Herrera, F., Bailenson, J., Weisz, E., Ogle, E., & Zaki, J. (2018). Building long-term empathy: A large-scale comparison of traditional and virtual reality perspective-taking. *PLoS ONE*, 13(10), e0204494.
- Hungerford, H. R., & Volk, T. L. (1990). Changing learner behavior through environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 21(3), 8-21.
- INPE. (2023). *Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge University Press.
- Kollmuss, A., & Agyeman, J. (2002). Mind the gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260.
- MAE. (2017). *Estrategia Nacional de Educación Ambiental 2017-2022*. Ministerio del Ambiente de Ecuador.
- MAE. (2022). *Informe Nacional de Biodiversidad 2021*. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica de Ecuador.

- Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D., & Bailenson, J. N. (2018). Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Frontiers in Psychology*, 9, 2364.
- Ponce, J., & Torres, L. (2021). Educación ambiental en el cantón Daule: Análisis de iniciativas comunitarias. *Revista Guayas Sustentable*, 5(2), 23-38.
- Rickinson, M. (2001). Learners and learning in environmental education: A critical review of the evidence. *Environmental Education Research*, 7(3), 207-320.
- Schultz, P. W. (2000). Empathizing with nature: The effects of perspective taking on concern for environmental issues. *Journal of Social Issues*, 56(3), 391-406.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin.
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 74.
- Suresh, K. (2011). An overview of randomization techniques: An unbiased assessment of outcome in clinical research. *Journal of Human Reproductive Sciences*, 4(1), 8-11.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Using Multivariate Statistics*. Pearson.
- UNESCO. (2020). *Education for Sustainable Development: A Roadmap*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240.
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA*, 310(20), 2191-2194.

