

Sistema de actividades mediante la integración de PhET interactive simulation en el aprendizaje de fracciones en adultos

Set of educational activities using PhET interactive simulation for learning fractions in adults

- 1 Manuel Rodrigo Faicán Pauta  <https://orcid.org/0000-0002-6620-698X>
Maestría en Educación con mención en Entornos Tecnológicos Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Durán, Ecuador.
mrfaicancp@ube.edu.ec
- 2 Elio Washington Yagual Morán  <https://orcid.org/0009-0001-8644-0108>
Maestría en Educación con mención en Entornos Tecnológicos Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Durán, Ecuador.
ewyagalm@ube.edu.ec
- 3 Janette Santos Baranda  <https://orcid.org/0000-0002-0225-5926>
Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.
jsantos@tesla.cujae.edu.cu
- 4 Arian Vázquez Alvarez  <https://orcid.org/0009-0001-8605-491X>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Durán, Ecuador.
arian.vazquez@ube.edu.ec

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/09/2025

Revisado: 14/10/2025

Aceptado: 06/11/2025

Publicado: 05/01/2026

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v10i1.3578>

Cítese:
Faicán Pauta, M. R., Yagual Morán, E. W., Santos Baranda, J., & Vázquez Alvarez, A. (2026). Sistema de actividades mediante la integración de PhET interactive simulation en el aprendizaje de fracciones en adultos . Ciencia Digital, 10(1), 23-42.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v10i1.3578>



CIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinaria, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec.



Esta revista está protegida bajo una licencia *Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International*. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>.

Palabras

Educación de personas adultas; fracciones; simulaciones andragogía

claves:

Resumen: Introducción: el aprendizaje de fracciones en adultos exige estrategias didácticas activas con tecnologías digitales. En este sentido, las simulaciones son un recurso valioso al proporcionar un entorno interactivo. Objetivos: esta investigación tuvo como objetivo diseñar un sistema de actividades mediante la integración de PHET Interactive Simulation para fortalecer el aprendizaje de fracciones matemáticas en adultos de 40+ años en la modalidad nocturna de la Escuela de Educación Básica PCEI Rumiñahui. Metodología: El estudio adoptó un enfoque mixto, aplicado y de campo, con alcance descriptivo-propositivo. Empleó métodos teóricos (analítico-sintético, inductivo-deductivo, modelación) y empíricos (prueba diagnóstica, encuesta a estudiantes, entrevista a docentes). Resultados: el análisis de datos se realizó mediante distribución de frecuencias. La evaluación se centró en cuatro dimensiones con sus indicadores: comprensión conceptual, procedimientos-operatividad, representación comunicación, actitudes y metacognición. El diagnóstico inicial mostró una comprensión global reducida tanto en procedimientos, representación, comunicación y una baja autorregulación. Se diseñó un sistema de actividades con PhET que incluye objetivos específicos, orientaciones, trabajo con el simulador y evaluación. Conclusiones: tras la implementación en el proceso de enseñanza-aprendizaje los resultados mejoraron significativamente todos los indicadores evaluados a excepción del promedio simple que se mantuvo con el mismo valor. Además, se reflejó alta aceptación y factibilidad por parte de los estudiantes. Área de estudio general: educación. Área de estudio específica: Tecnología educativa. Tipo de estudio: Artículo original.

Keywords: Adult education; fractions; PhET simulations; andragogy.

Abstract: Introduction: The learning of fractions in adults requires active didactic strategies with digital technologies. In this sense, simulations are a valuable resource by providing an interactive environment. Objectives: This research aimed to design a system of activities through the integration of PHET Interactive Simulation to strengthen the learning of mathematical fractions in adults aged 40+ years in the night modality of the PCEI Rumiñahui Basic Education School. Methodology: The study adopted a mixed, applied and field approach, with a descriptive-propositional scope. He used theoretical (analytical-synthetic, inductive-deductuve, modeling) and empirical (diagnostic test, student survey, teacher interview) methods. Results:

Data analysis was performed using frequency distribution. The evaluation focused on four dimensions with their indicators: conceptual understanding, procedures-operability, representation, communication, attitudes, and metacognition. The initial diagnosis showed reduced global understanding in procedures, representation, communication, and low self-regulation. A system of activities with PhET was designed that includes specific objectives, orientations, work with the simulator and evaluation. Conclusions: after implementation in the teaching-learning process, the results significantly improved all the indicators evaluated, except for the simple average, which remained with the same value. In addition, high acceptance and feasibility by the students was reflected. General area of study: education. Specific area of study: Educational technology. Type of study: Original article.

1. Introducción

La reintegración de adultos mayores de 40 años en la educación formal, especialmente en programas de educación básica y secundaria para aprendices con escolarización discontinua, es un fenómeno educativo cada vez más importante en América Latina (Salinas & Negri, 2020). El regreso a la escolarización representa mucho más que un objetivo académico: es una transformación personal multifacética, un logro de metas postergadas y, en muchos casos, una postura desafiante frente a adversidades sociales, económicas y estructurales que históricamente limitaron sus oportunidades educativas (Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe [CAF-banco], 2024). Estos estudiantes que durante mucho tiempo ejercieron roles como trabajadores, madres y padres, o cuidadores, regresan a clase motivados y con ricas experiencias, pero también con brechas en su formación, temores

respecto al contenido académico e influenciados por factores externos que impactan directamente en sus procesos de aprendizaje (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO, 2024).

A diferencia de los estudiantes más jóvenes, los adultos enfrentan un entorno de aprendizaje que se realiza de manera paralela con obligaciones laborales, familiares y sociales. Todas estas responsabilidades, combinadas con la ansiedad académica, posibles dificultades respecto al uso de herramientas digitales o software y otras preocupaciones crean desafíos muy distintos que un educador debe abordar con estrategias especializadas (Ávila, 2018). Más recientemente Terhune et al. (2021) y Stojanovic (2022) comparten la opinión de que los adultos mayores que regresan a estudiar a menudo se enfrentan a barreras significativas: baja autoestima en sus habilidades cognitivas, au-

sencia de rutinas de estudio, actitudes inflexibles hacia la tecnología educativa, marcos curriculares insuficientes que se alineen con sus intereses y contextos de vida.

Desde una perspectiva latinoamericana el Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe (CAF-banco, 2024) señala que estos problemas se ven agravados por las inequidades estructurales del sistema educativo, como la inadecuada formación de maestros en educación de adultos, falta de herramientas tecnológicas pedagógicas adecuadas e infraestructura, y el acceso persistentemente desigual a la tecnología y al internet.

Un enfoque educativo para adultos requiere un cambio en la metodología aplicada y, por lo tanto, debe sustentarse en un marco teórico que considere sus particularidades. La andragogía, se define como la ciencia que se encarga de facilitar el aprendizaje en los adultos, por lo que cobra gran importancia en este punto. Desde los años 70, la andragogía propuesta por Malcolm Knowles (2020) se aleja de los modelos de enseñanza infantil y se enfoca en el aprendizaje centrado en el alumno que, además, valora su experiencia vital, demanda autonomía y busca resolver problemas que le son útiles. Esta manera de ver la educación no solo implica el uso de una metodología activa, participativa y significativa. Además, transforma la figura del docente en un mediador facilitador y no solo emisor unidireccional de información (Note et al., 2021).

En términos prácticos, la implementación de la andragogía en entornos educativos reales

requiere una adaptación precisa de las estrategias de enseñanza. El diseño de actividades debe tener en cuenta la diversidad del grupo adulto, incorporar sus experiencias previas como recursos valiosos y fomentar la colaboración activa y la reflexión crítica (Melliofatria et al., 2024). El aprendizaje de los adultos se potencia por el compromiso del aprendiz en definir sus objetivos, la relevancia directa del contenido para la vida cotidiana y la percepción de un entorno educativo seguro, respetuoso y motivador (Knowles, 2020). Los contextos europeos desarrollaron aún más esta perspectiva con enfoques socio comunitarios que enfatizan la importancia del aprendizaje como una experiencia colectiva, transformadora y liberadora, expresada mediante los términos “aprendizaje para la vida” y “momentos de comunidad” (Efgivia et al., 2021).

El aprendizaje de la matemática en los adultos requiere atención de los aprendices debido a los altos niveles de ansiedad que este contenido puede inducir, más aún en individuos con trayectorias educativas interrumpidas. La enseñanza de la matemática desde una perspectiva andragógica requiere romper modelos tradicionales que se centran en el aprendizaje mecánico de fórmulas a través de la aplicación de algoritmos, hacia uno centrado en la comprensión, la resolución de problemas, la identificación de desafíos significativos y la conexión con experiencias reales (El-Amin, 2020).

Estudios realizados por Sánchez-Domenech & Cabeza-Rodríguez (2024) y Perry et al. (2025) indican que los adultos tienen una

mayor eficacia en el aprendizaje de la matemática cuando el contenido se conecta con su vida diaria, actividades profesionales o comunitarias, así como cuando se les permite explorar, cometer errores y construir conocimiento de manera segura.

En este contexto, las tecnologías digitales emergen como aliados fundamentales para transformar las prácticas educativas. Integrarlas en los diversos entornos de enseñanza y aprendizaje ayuda a ampliar la variedad de formas de acceder a la información de manera visual, interactiva y con contenido atractivo para ofrecer experiencias formativas más contextualizadas (Sánchez-Domenech & Cabeza-Rodríguez, 2024). En particular los simuladores digitales educativos ganaron prominencia como herramientas innovadoras que permiten la representación de fenómenos abstractos o complejos a través de entornos interactivos, seguros y controlados (Almadrones & Tadifa, 2024). Al permitir la manipulación de variables, la observación instantánea de resultados y la toma de decisiones independiente, los simuladores fomentan un aprendizaje activo y significativo de acuerdo con los principios de la andragogía y las expectativas del siglo XXI (Diab et al., 2024).

Entre estas herramientas, vale la pena destacar las simulaciones interactivas desarrolladas por el Proyecto de Simulaciones Interactivas PhET de la Universidad de Colorado. Aunque estas simulaciones fueron diseñadas inicialmente para apoyar la enseñanza de la ciencia y las matemáticas, demostraron ser muy útiles para compren-

der conceptos abstractos difíciles, fomentar la participación activa de los estudiantes y el aprendizaje autodirigido (Kumar, 2024). Numerosos estudios como los de García (2019) o Acquah et al. (2024) documentaron el impacto positivo de PhET en el rendimiento académico, la motivación y las habilidades de pensamiento crítico, especialmente en situaciones donde los recursos educativos tradicionales disponibles son inadecuados o mal adaptados a las necesidades de los estudiantes.

Por otra parte uno de los temas más complejos relacionados con la enseñanza-aprendizaje de la matemática en la etapa adulta, son las fracciones. Sin embargo con las simulaciones PhET es posible mostrar con ilustraciones el proceso de manipular y trabajar con fracciones, así como sumar, restar y comparar valores de forma intuitiva. Para estudiantes adultos, especialmente aquellos mayores de 40 años que regresan a la educación formal, estas representaciones dinámicas suponen un lazo entre el saber abstracto y la vivencia concreta, por lo que ayuda a otorgar una comprensión más profunda. La utilización de PhET puede potenciar el rol del aprendiz en el desarrollo de habilidades, calmar la ansiedad y construir una experiencia accesible, motivante e inclusiva.

Un ejemplo representativo de esta situación se observa en la Escuela de Educación Básica PCEI Rumiñahui, ubicada en la ciudad de Guayaquil. En su modalidad nocturna dirigida a personas mayores de 18 años, se identificó una problemática concreta: estudiantes

mayores de 40 años presentan serias dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. Estos alumnos manifiestan desconexión con los contenidos curriculares, inseguridad frente a conceptos básicos y bajo rendimiento académico, lo cual influye negativamente en su permanencia dentro del sistema educativo. En este contexto, el problema científico que guía la presente investigación radica en ¿cómo mejorar el aprendizaje de fracciones matemáticas en adultos mayores de 40 años?

En este sentido, el objetivo general de esta investigación es diseñar un sistema de actividades mediante la integración de PHET Interactive Simulation para fortalecer el aprendizaje de fracciones matemáticas en adultos de 40+ años en la modalidad nocturna de la Escuela de Educación Básica PCEI Rumiñahui. Esta propuesta no solo pretende mejorar el aprendizaje, sino también contribuir al desarrollo de una educación más inclusiva, adaptada y orientada a las necesidades reales de los aprendices adultos.

2. Metodología

La presente investigación adoptó un enfoque mixto ya que combina el análisis de datos cuantitativos a partir de la aplicación de una prueba diagnóstica y la medición del progreso académico de los estudiantes mediante un análisis cualitativo de necesidades y percepciones. Asimismo, es una investigación aplicada y de campo, ya que responde a la necesidad de observar el objeto de estudio en la modalidad nocturna de la Escuela PCEI Rumiñahui.

En cuanto a su alcance, la investigación es

descriptivo-propositiva, ya que primero se caracterizan las dificultades en el aprendizaje de las fracciones en adultos de 40+ años y a partir del diagnóstico se diseña un sistema de actividades sustentado en simulaciones PhET.

En la investigación se emplearon varios métodos que permitieron guiar cada una de las fases investigativas. Desde el punto de vista teórico, se aplicaron los métodos analítico-sintético e inductivo-deductivo para el análisis de los conceptos relacionados con el aprendizaje de fracciones, la andragogía y los simuladores PhET. Mientras que la modelación se utilizó para el diseño de la propuesta.

Para la recolección de datos se emplearon métodos empíricos. Se aplicó una prueba diagnóstica que evaluó el aprendizaje de fracciones (parte-todo, equivalencias, operaciones y representación) con el fin de identificar errores frecuentes y focalizar la intervención. Asimismo, se implementó una encuesta a estudiantes para recabar percepciones sobre actitudes, niveles de comprensión, uso práctico y comunicación de las fracciones. El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante análisis de distribución de frecuencias. Además, se aplicó una entrevista a docentes, que permitió caracterizar el contexto, documentar dificultades observadas, el uso de estrategias didácticas y de tecnologías digitales.

La población de estudio son los estudiantes de la modalidad nocturna de la Escuela de Educación Básica PCEI Rumiñahui, ubica-

da en la ciudad de Guayaquil. La unidad de análisis estuvo compuesta por adultos mayores de 40 años matriculados en este programa educativo.

Para seleccionar la muestra, se aplicaron criterios de reclutamiento basados en inclusión, tales como: ser un estudiante matriculado en el turno nocturno, tener un mínimo de 40 años y asistencia regular a las clases de matemáticas. Como criterios de exclusión, se consideraron a los estudiantes menores de 40 años, o aquellos que indicaron dificultades cognitivas severas que obstaculizan su capacidad para participar activamente en la recolección de datos o en la propuesta de intervención. Los participantes que no presenten el consentimiento informado o se retiren antes de finalizar la recolección de datos fueron eliminados de la muestra. En total, la muestra estuvo compuesta por 10 estudiantes que cumplieron con los criterios anteriormente descritos.

Con respecto a los aspectos éticos, la investigación se llevó a cabo observando los principios de respeto, confidencialidad y consentimiento libre e informado. En este caso, se realizó una solicitud de autorización institucional al director de la Escuela de Educación Básica PCEI Rumiñahui. Se elaboró un formulario de consentimiento informado que fue entregado a los participantes donde se aseguró una participación voluntaria, anónima y desvinculada de cualquier repercusión académica. No se llevaron a cabo procedimientos que causen daño de ninguna naturaleza, ya sea físico, emocional o psicológico a los involucrados.

Como se observa en la Tabla 1 para realizar la operacionalización de categorías de análisis se partió de los resultados teóricos planteados por National Research Council (2001) quienes señalan que el aprendizaje de fracciones se articula en cuatro dimensiones fundamentales: la comprensión conceptual, que posibilita reconocer la fracción como relación parte–todo, razón y operador, estableciendo conexiones entre representaciones y significados; los procedimientos y habilidades operativas, que implican dominar algoritmos, transformaciones equivalentes y estrategias de cálculo exacto o estimativo para resolver problemas; la representación y comunicación matemática, orientada a expresar ideas fraccionarias en registros numéricos, gráficos, pictóricos y verbales, argumentando y socializando razonamientos con precisión; y la actitud y metacognición, que fomenta la autorregulación, el monitoreo de estrategias, la reflexión crítica sobre el propio desempeño y una disposición positiva hacia la resolución de situaciones novedosas vinculadas a las fracciones.

3. Resultados

En la presente sección se exponen los hallazgos obtenidos de los instrumentos de diagnóstico, encuesta y entrevista, así como la implementación del sistema de actividades diseñado con el uso de las simulaciones interactivas PhET. Se presentan los datos organizados de acuerdo con las dimensiones de análisis previamente establecidas, con el propósito de ofrecer una visión clara y estructurada del desempeño y las percepciones de los participantes antes y después de

Tabla 1: Operacionalización de categorías de análisis

Categoría principal	Dimensión	Indicadores
Aprendizaje de fracciones	Comprensión conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Reconoce y explica el concepto de fracción como parte de un todo. • Comprende la equivalencia entre fracciones y la formación de la unidad.
	Procedimientos y habilidades operativas	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza operaciones básicas con fracciones (suma, resta, multiplicación, división). • Resuelve problemas prácticos que involucran fracciones.
	Representación y comunicación matemática	<ul style="list-style-type: none"> • Expresa fracciones mediante diversas representaciones (dibujos, modelos manipulativos, símbolos). • Comunica razonamientos y estrategias para comparar y operar con fracciones.
	Actitudes y metacognición	<ul style="list-style-type: none"> • Muestra interés y persistencia en el aprendizaje de fracciones. • Utiliza estrategias para autoevaluar y corregir errores.

la intervención.

3.1 Prueba diagnóstica

En la dimensión de comprensión conceptual los resultados evidencian un dominio muy limitado: sólo el 20 % de los estudiantes reconoció la equivalencia numérica de fracciones, mientras que la representación gráfica, la identificación de partes y la notación misma de fracción marcaron 0 % de aciertos. El porcentaje global de éxito en este bloque es apenas del 5 %, lo que indica dificultades severas en las ideas básicas sobre la fracción y la relación numerador denominador, requiriendo intervención prioritaria y actividades manipulativas.

En procedimientos y habilidades operativas el desempeño muestra contrastes marcados. Los estudiantes resolvieron con soltura la suma de fracciones con denominador común (80 % de aciertos), pero cayeron a 20 % en

la resta y 0 % en los dos ítems de promedios, elevando sólo hasta 25 % el éxito global de la categoría. El patrón sugiere que las destrezas algorítmicas básicas se activan cuando la operación es directa, pero se desvanecen ante cálculos que requieren interpretación o elaboración de representaciones intermedias.

En la dimensión de representación y comunicación matemática presenta un perfil mixto: la notación simbólica y la comparación de fracciones resultaron familiares para la mayoría, con 80 % de respuestas correctas en ambos ítems; sin embargo, ningún estudiante consiguió justificar su ordenamiento por escrito, lo que reduce el promedio de la sección a 53,3 %. El contraste revela que los alumnos pueden aplicar procedimientos aprendidos, pero encuentran dificultades al explicar sus razonamientos, evidenciando una brecha entre hacer matemáticas y comu-

nizar las ideas subyacentes. Los resultados se aprecian en la Tabla 2.

En la dimensión actitudes y metacognición se observa un contraste llamativo. Ocho de los diez alumnos declaran que les resulta interesante aprender fracciones, lo que refleja una disposición positiva hacia el contenido; sin embargo, ninguno manifiesta un entusiasmo “total” y dos expresan completo desinterés. Por el contrario, la autopercepción de resiliencia es muy baja: el 100 % se sitúa en la zona de desacuerdo respecto a detectar y corregir sus propios errores (Tabla 3).

3.2 Encuesta a estudiantes

Los resultados de la encuesta a estudiantes aparecen en la **Tabla 4**, donde la dimensión comprensión conceptual predomina una percepción positiva de las ideas básicas: la mitad del grupo (50 %) se declara completamente seguro de que una fracción representa “una parte de un todo” y otro 10 % adicional lo confirma, de modo que 60 % respalda la afirmación. Aun así, un quinto de los alumnos muestra dudas (20 % en desacuerdo) y 10 % la rechaza frontalmente. El reconocimiento de fracciones equivalentes exhibe mayor solidez: 90 % acuerda, 70 % de ellos con un tono moderado y 20 % con convicción total, dejando solo 10 % de rechazo. El reto radica, pues, más en afianzar la definición intuitiva de fracción que en la equivalencia entre ellas.

En procedimientos y habilidades operativas los estudiantes se sienten relativamente cómodos con los algoritmos: 80 % afirma

realizar sumas y restas sin ayuda, repartido a partes iguales entre acuerdo pleno y moderado, aunque un 20 % reconoce dificultad. Al trasladar esos procedimientos a situaciones cotidianas, la seguridad desciende: apenas 10 % se declara completamente capaz de usar fracciones en recetas, medidas o compras y 50 % se siente “de acuerdo”, mientras 30 % permanece neutral y 10 % admite problemas. Los datos sugieren que la destreza mecánica no siempre se traduce en aplicación práctica, demandando tareas contextualizadas que consoliden el cálculo en la vida diaria.

La dimensión representación y comunicación matemática revela un área frágil. Ningún estudiante expresó completo dominio para graficar fracciones, y solo 40 % se siente razonablemente confiado; la mayoría (60 %) permanece neutral, evidenciando inseguridad al pasar del símbolo a la imagen concreta. Para explicar estrategias de comparación, 60 % muestra acuerdo moderado, pero el entusiasmo firme es nulo y aparece un 10 % de desacuerdo rotundo, acompañados de un 30 % neutral. El panorama indica que los alumnos manejan procedimientos internos, pero carecen de herramientas y vocabulario visual verbal para externalizar su pensamiento, lo que exige actividades de representación múltiple y modelado de explicaciones.

En actitudes y metacognición la disposición es alentadora. Siete de cada diez estudiantes se sienten motivados a seguir aprendiendo fracciones, con 40 % en acuerdo pleno y 30 % moderado; solo 10 % muestra de-

Tabla 2: Resultados de la prueba diagnóstica aplicada a los estudiantes

Tipo	N	Criterio	Correcto	Incorrecto	% Éxito
Comprensión conceptual (CC)	P1	Representación de una fracción	0	10	0 %
	P2	Identificación de partes de una fracción	0	10	0 %
	P3	Equivalencia (numérica)	2	8	20 %
	P4	Equivalencia (representación)	0	10	0 %
Subtotal CC			2	38	5.0 %
Procedimientos y habilidades operativas (PHO)	P5	Suma de fracciones	8	2	80 %
	P6	Resta de fracciones	2	8	20 %
	P7	Promedio simple entre fracciones	0	10	0 %
	P8	Promedio contextualizado entre fracciones	0	10	0 %
Subtotal PHO			10	30	25.0 %
Representación y comunicación matemática (RCM)	P9	Notación	8	2	80 %
	P10	Orden de fracciones	8	2	80 %
	P11	Explicación	0	10	0 %
Subtotal RCM			16	14	53.3 %

Tabla 3: Resultados de la prueba diagnóstica – actitudes y metacognición

Ítem	TD	ED	DA	TA
Me resulta interesante aprender sobre fracciones.	2	0	8	0
Cuando cometo un error con fracciones, puedo darme cuenta y corregirlo.	2	8	0	0

Nota: TD = Totalmente en desacuerdo, ED = En desacuerdo, DA = De acuerdo, TA = Totalmente de acuerdo.

sinterés absoluto. Respecto a la autorregulación, 80 % cree identificar y corregir sus errores; dividido equitativamente entre convencidos y moderadamente seguros, mientras 10 % permanece neutral y otro 10 % lo niega. Este perfil sugiere un clima emocional favorable y cierta confianza metacognitiva, pero todavía existe margen para fortalecer estrategias explícitas de autoevaluación y reflexión que consoliden la resiliencia de forma generalizada.

3.3 Entrevista a docente

Contexto y características del estudiante adulto: la docente señala que los estudiantes adultos mayores de 40 años suelen centrar su aprendizaje en la resolución de tareas inmediatas, más que en la adquisición de conocimientos transferibles a su vida cotidiana; desde su perspectiva, esta orientación restringe la aplicación de los conceptos ma-

temáticos a situaciones reales. Asimismo, comenta que estos adultos “estudian solo para el momento”, lo que le plantea el reto de motivarlos hacia un aprendizaje más funcional y significativo, conectado con experiencias y necesidades concretas de su día a día.

Dificultades específicas con las fracciones: desde la mirada de la docente, las fracciones generan confusión porque los estudiantes encuentran difícil comprender y diferenciar las “reglas” que rigen sus operaciones; esto; afirma, provoca errores recurrentes en tareas como la suma y la resta. Añade que la sensación de no dominar los procedimientos alimenta la inseguridad y afecta la actitud de los alumnos frente al aprendizaje.

Uso de tecnología y simulaciones interactivas: según la docente aunque todavía no utilizo el simulador PhET, emplea otras apli-

Tabla 4: Resultados de la encuesta a estudiantes

Nº	Categoría	Ítem (enunciado abreviado)	TA %	DA %	N %	ED %	TDA %
1	Comprensión conceptual	Entiendo que una fracción representa una parte de un todo.	50	10	10	20	10
2		Puedo reconocer cuándo dos fracciones diferentes son equivalentes.	20	70	0	0	10
3	Procedimientos y habilidades operativas	Realizo sumas y restas de fracciones sin necesidad de ayuda.	40	40	0	20	0
4		Utilizo fracciones para resolver situaciones prácticas de mi vida diaria.	10	50	30	10	0
5	Representación y comunicación matemática	Me resulta fácil expresar una fracción mediante dibujos, diagramas o barras.	0	40	60	0	0
6		Puedo explicar con claridad los pasos que sigo para comparar dos fracciones.	0	60	30	0	10
7	Actitudes y metacognición	Me siento motivado(a) a seguir aprendiendo sobre fracciones.	40	30	20	0	10
8		Cuando me equivoco con fracciones, identifico mi error y lo corrojo por mi cuenta.	40	40	10	10	0

Nota: TDA = Totalmente en desacuerdo, ED = En desacuerdo, N= Neutral, DA = De acuerdo, TA = Totalmente de acuerdo.

caciones digitales para reforzar los contenidos, lo que; afirma, mejora la comprensión conceptual. No obstante, advierte que algunos estudiantes no dominan las herramientas tecnológicas, lo cual limita el aprovechamiento de los recursos disponibles; por ello, sugiere trabajar primero la alfabetización digital para optimizar los resultados.

Evaluación, motivación y proyección: desde su perspectiva, el progreso en fracciones se evalúa eficazmente con aplicaciones interactivas que permiten monitorear el desempeño y ofrecer retroalimentación inmediata. La docente concluye que resulta indispensable capacitar a los estudiantes con mayor frecuencia para afianzar los conceptos y procedimientos abordados.

3.4 Sistema de actividades

A partir de los resultados del diagnóstico se elaboró un sistema de actividades, entendido

por Burgos-Posligua & Samada-Grasst (2023) como un conjunto de acciones interrelacionadas que integran una unidad orientada a un objetivo común y estructurada por objetivos, procedimientos, recursos y evaluación. En este caso el sistema integra las simulaciones interactivas de PhET para fortalecer el aprendizaje de fracciones en adultos mayores de 40 años. Las simulaciones de PhET como “Construyamos una fracción” y “Fracciones: Igualdad”, permiten a los estudiantes manipular representaciones visuales, experimentar con equivalencias y operaciones, y recibir retroalimentación inmediata, lo que fomenta un aprendizaje activo, contextualizado y alineado con los principios andragógicos de autonomía y relevancia práctica.

Objetivo general del sistema de actividades: fortalecer la comprensión conceptual, las habilidades operativas y la comunicación

matemática sobre fracciones en adultos de 40+, asegurando pertinencia, motivación y seguimiento del progreso.

Contenidos del sistema de actividades

Las actividades del currículo de educación básica superior se enfocan en la comprensión de las fracciones, utilizando un enfoque práctico y vivencial. Los estudiantes trabajan con el concepto de "parte-todo", fracciones propias e impropias, equivalencias y simplificación. Se abordan las operaciones de suma y resta, con y sin denominador común, aplicando a problemas cotidianos. Según el currículo (O.M.4.6), los estudiantes practicarán la conversión y comparación de fracciones, justificando procedimientos mediante metacognición (OG.M.2). Usando simulaciones PhET y herramientas interactivas, los estudiantes traducirán entre representaciones gráficas, numéricas y verbales, mejorando la capacidad de detectar y corregir errores, según O.M.5.5.

a) Actividad 1

Construir fracciones con el uso de PhET I.S (Figura 1).

Objetivo específico: Reconocer la fracción como parte-todo, comprendiendo numerador/denominador y equivalencias mediante representaciones visuales interactivas.

Orientaciones: El docente reparte material que puede fraccionarse, tales como pizzas o tortas de papel, barras, tiras, recipientes con marcas. Comienza con una escena cercana: "Imagina que

compartimos esta pizza entre cuatro. ¿Qué porción recibe cada uno?". Se invita a mostrar la unidad, la mitad, el tercio y los cuartos coloreando o separando partes iguales. Mientras circula por el aula, el docente modela el lenguaje: "El denominador indica el total de partes iguales; el numerador, cuántas tomamos o coloreamos". Se pide verbalizar con la estructura: "de ___ partes, tomo ___".

Criterio de dominio antes de avanzar: cada estudiante exhibe correctamente: (a) una unidad entera, (b) $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$,, y (c) $\frac{3}{4}$ en su material, y explica con sus palabras numerador y denominador. Solo entonces se pasa a la simulación.

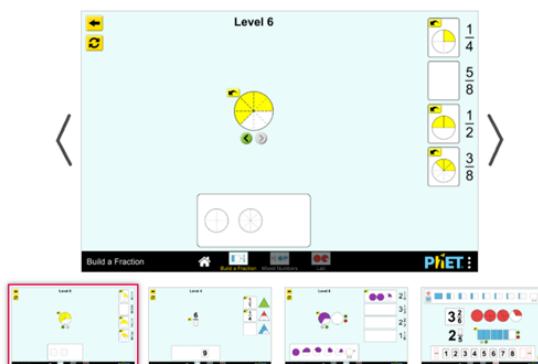
Trabajo en el simulador: Presentación de PhET I.S. (Build a Fraction): El docente proyecta la pantalla y guía el acceso: ingresar a PhET → seleccionar Build a Fraction. Presenta la interfaz: elegir forma (barra/círculo), ajustar el número de partes, colorear segmentos, leer la fracción que aparece y usar reset. Luego realiza un ejemplo guiado: "Para $\frac{3}{4}$, divido en 4 partes y coloreo 3. Leo: 'tres cuartos' ". Anticipa el propósito: "El reto será reproducir fracciones que pida el simulador y justificar equivalencias observando qué cambia (el denominador) y qué permanece (la cantidad coloreada)".

Actividad del alumno (interacción + trabajo colaborativo): Primero, de forma individual, cada estudiante elige un objeto de la interfaz y lo modifica con el cursor hasta construir las fracciones

solicitadas por defecto: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ y $\frac{3}{4}$. Debe ajustar partes, colorear y leer en voz alta la fracción lograda. Luego pasan a parejas con roles rotativos: A manipula la simulación mientras B explica y registra en el cuaderno con el esquema modelo → fracción → explicación (p. ej., “círculo en 4 partes; 3 coloreadas → $\frac{3}{4}$; el denominador 4 es el total de partes iguales”). Cambian roles en cada nuevo reto.

Evaluación: Lista de cotejo o rúbrica breve con los siguientes componentes: (1) representar $\frac{3}{4}$ en un diagrama; (2) decidir si $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ y justificar; (3) describir con una frase una situación real donde usar $\frac{1}{3}$.

Figura 1: Actividad 1 en PhET I.S.



Nota. Tomado de PhET I.S. - 2025

b) Actividad 2

Sumas de fracciones mediante el uso de PhET + Wordwall (**Figura 2**).

Objetivo específico: Realizar sumas y restas de fracciones (con y sin denominador común) y resolver problemas prácticos usando representaciones equivalentes y práctica interactiva.

Orientaciones: Se introducen situaciones cercanas; ajuste de una receta y registro simple de gastos, para transitar del modelo gráfico a la notación. Se enfatiza la idea clave: “denominador común = mismo tamaño de parte”. Se ilustra brevemente un caso con igual denominador y otro con diferente denominador para mostrar el papel de las equivalencias.

Criterio de dominio antes de avanzar: Cada estudiante: (a) resuelve una suma o resta con igual denominador usando modelo y notación; (b) decide y explica si requiere denominador común; (c) construye al menos una equivalencia correcta y justifica qué cambia y qué permanece. Con este umbral, se pasa a la práctica digital.

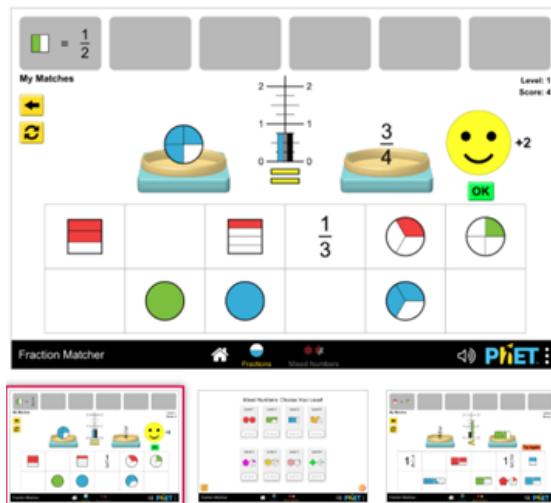
Trabajo en el simulador: Presentación de PhET I.S. (Fraction Matcher) y Wordwall. Se proyecta *Fraction Matcher* y se explicita la regla central: emparejar fracciones con sus representaciones equivalentes. Un ejemplo ($\frac{1}{2} = \frac{2}{4}$) sirve para mostrar cómo las equivalencias habilitan la operación (p. ej., $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \rightarrow \frac{2}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$). Se indican brevemente navegación, niveles y reinicio. A continuación se presenta Wordwall como concurso de problemas contextualizados, con tiempo por ítem y justificación obligatoria de la respuesta (equivalencias → operación → verificación).

Actividad del alumno (interacción + trabajo colaborativo): Primero, de forma individual en PhET, el estudiante

forma 2–3 pares equivalentes y registra uno siguiendo el esquema: *modelo* → *fracción* → *fracción equivalente* → *explicación*. Luego, en parejas con roles rotativos, A manipula y B explica y registra una suma y una resta con distintos denominadores, asegurando denominador común, operación y simplificación cuando corresponda. Se realiza una mini puesta en común para contrastar estrategias y validar resultados.

Evaluación: Rúbrica breve en el cuaderno del estudiante con los siguientes temas: (1) resuelve una suma o resta con justificación; (2) verifica una equivalencia; (3) escribe un caso real donde usaría la operación. Lista de cotejo alineada a los indicadores.

Figura 2: Actividad 2 en PhET I.S.



Nota. Tomado de PhET I.S. - 2025

c) Actividad 3

Representación y comunicación de fracciones con PHET (Figura 3).

Objetivo específico: Comunicar razonamientos sobre fracciones en múltiples formas (barras, círculos, rectángulos) con explicaciones orales y escritas claras.

Orientaciones: Se parte de escenas cercanas; indicador de gasolina, barra de descarga y reparto de materiales, para transitar de lo concreto al símbolo. El docente solicita identificar numerador (partes consideradas) y denominador (total de partes iguales) y verbalizar con la estructura: “de ___ partes, tomo ___”. Se registran breves diagramas en pizarra (barra/círculo/recta) como puente a la notación.

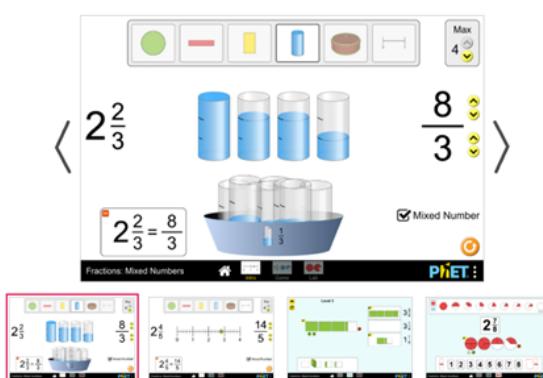
Criterio de dominio antes de avanzar: Cada estudiante: (a) identifica correctamente numerador y denominador en un ejemplo del contexto; (b) representa la misma fracción en dos formas (p. ej., diagrama y recta numérica); y (c) la lee y describe con precisión. Cumplido este umbral, se pasa a la práctica digital.

Trabajo en el simulador: Presentación de PhET I.S. (*Fractions: Mixed Numbers*). El docente proyecta la simulación y muestra cómo seleccionar el modo con múltiples representaciones (área/recta). Modela un ejemplo breve: construir $3/4$, leer la fracción y cambiar de representación para comprobar consistencia; luego compara $3/4$ y $2/3$, explicitando el criterio: “mismo tamaño de parte o argumento visual equivalente”. Propósito declarado: representar y justificar.

Actividad del alumno (interacción + trabajo colaborativo): Primero, individual, cada estudiante construye $\frac{3}{4}$ y $\frac{2}{3}$ en dos formas (p. ej., barra y recta) y registra en su cuaderno el esquema modelo → fracción → explicación. Después, en parejas con roles rotativos: A manipula la simulación y B explica y registra la comparación ($>$, $<$, $=$) y la justificación (equivalencias, área sombreada o posición en la recta). Cambian roles en cada reto y realizan una mini puesta en común para contrastar estrategias y vocabulario (parte–todo, numerador, denominador, equivalencia).

Evaluación: Rúbrica breve con los siguientes temas: (1) representa una fracción a elección y explica su construcción; (2) compara dos fracciones con argumento; (3) elige la representación que prefiere y justifica. Lista de cotejo.

Figura 3: Actividad 3 en PhET I.S.



Nota. Tomado de PhET I.S. - 2025

3.5 Alineación curricular

El sistema de actividades se alinea con las “Adaptaciones curriculares con énfasis en

competencias para la educación de personas jóvenes, adultas y adultas mayores en situación de escolaridad inconcluso para Básica Superior y Bachillerato (EPJA)” del Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador (2025). Al desarrollar los ejes de números y operaciones, representación y comunicación y resolución de problemas en reconocimiento y representación de números racionales en contextos cotidianos, relaciones de orden en \mathbb{Q} con recta numérica y simbología ($=$, $<$, \geq), operaciones en \mathbb{Q} ; adición y multiplicación, aplicadas a ejercicios y problemas con fracciones y formulación y resolución de problemas con racionales, explicitando procedimientos y valorando la validez de soluciones. La integración de PhET y tareas situadas se ajusta al currículo priorizado y a la autonomía escolar para atender a la población EPJA con experiencias motivadoras.

3.6 Resultados post aplicación

Como se observa en la **Tabla 5** en comprensión conceptual se observa un avance significativo claro desde un punto de partida bajo hacia una base funcional. El subtotal pasó de 2 de 40 a 14 de 40, lo que equivale a un incremento de 30 puntos porcentuales, señal de que la reconstrucción de significados fue transversal. El dato más representativo es que los cuatro criterios avanzaron homogéneamente en 30 puntos, desde representar e identificar partes hasta reconocer equivalencias numéricas y gráficas.

En procedimientos y habilidades operativas el patrón es mixto pero consistente con la

lógica de la intervención. El subtotal subió de 10 de 40 a 19 de 40, es decir 22 puntos, impulsado por la resta con un alza de 30 y por el promedio contextualizado con un salto de 50. La suma creció solo 10, probablemente por efecto techo, ya que partía con 8 aciertos de 10. La media simple no mostró cambio, lo que revela ausencia de significado y no solo de técnica. Las actividades favorecieron el uso de equivalencias y denominador común, aunque persiste un vacío en la noción de representatividad.

En representación y comunicación matemática se observa el salto cualitativo más contundente. El subtotal pasó de 16 de 30 a 30 de 30, un incremento de 46,7 puntos, y el indicador de explicación avanzó de cero a dominio pleno, lo que equivale a un cambio de cien puntos. Notación y orden también alcanzaron el techo con aumentos de veinte. Estas evidencias muestran que el sistema logró cerrar la brecha entre hacer y explicar, habilitando justificaciones claras con apoyo de múltiples registros.

4. Discusión

Los resultados muestran mejoras sustanciales tras integrar PhET: comprensión conceptual, procedimientos y representación–comunicación. Esto sugiere que la visualización y la manipulación guiada favorecen conexiones parte–todo, equivalencias y justificación de procedimientos, en línea con el enfoque de educación andragógica mencionados por Note et al. (2021) centrados en la experiencia y la resolución de problemas. Estos hallazgos son coherentes

con evidencia sobre simulaciones interactivas que elevan desempeño y participación, y con marcos que recomiendan múltiples representaciones en el aprendizaje de fracciones como los de Kumar (2024) o García (2019).

El nulo avance en «promedio simple» revela un vacío de significado más que de procedimiento. Cuando la media se enseña solo como “sumar y dividir”, los estudiantes no activan ideas de reparto justo, ponderación o punto medio; en cambio, las tareas de modelización en contextos reales amplían ese significado y hacen más accesible el “promedio contextualizado”, tal como reportan estudios recientes de Shahbazi & Tabach (2021) que coinciden con evidencias de que el contexto de reparto justo favorece el razonamiento proporcional frente a situaciones descontextualizadas. Es decir, los resultados son coherentes: hubo progreso donde hubo mayor contextualización y practicidad y estancamiento donde faltó.

La mejora en suma y resta con y sin común denominador y en promedio contextualizado sugiere que el anclaje situacional facilitó el traslado del algoritmo a problemas, pero no sustituyó la instrucción explícita sobre promedios. Esto se explica a través de la investigación de Landtblom (2023) en su revisión sobre media en primaria muestra que muchos estudiantes “saben calcular” la media, pero carecen de significado conceptual (representatividad, punto de equilibrio), por lo que requieren enseñanza explícita y tareas que visibilicen cuándo y por qué usar la media; el mero algoritmo no basta. Esto

Tabla 5: Porcentaje de éxito post aplicación

Tipo	Nº	Criterio	Inicial	Después	% mejorado
Comprensión conceptual (CC)	P1	Representación de una fracción	0	3	+30
	P2	Identificación de partes de una fracción	0	3	+30
	P3	Equivalencia (numérica)	2	5	+30
	P4	Equivalencia (representación)	0	3	+30
Subtotal CC			2/40	14/40	+30
Procedimientos y habilidades operativas (PHO)	P5	Suma de fracciones	8	9	+10
	P6	Resta de fracciones	2	5	+30
	P7	Promedio simple entre fracciones	0	0	0,0
	P8	Promedio contextualizado entre fracciones	0	5	+50
Subtotal PHO			10/40	19/40	+22
Representación y comunicación matemática (RCM)	P9	Notación	8	10	+20
	P10	Orden de fracciones	8	10	+20
	P11	Explicación	0	10	+100
Subtotal RCM			16/30	30/30	+46,7

aclara por qué al dar un mayor contexto en la actividad favoreció llevar el procedimiento a problemas (mejoró “promedio contextualizado”), mientras que el “promedio simple; tratado de forma descontextualizada, no progresó. Como complemento Shahbari & Tabach (2021) muestran que tareas de modelización contextual expanden el significado del promedio más allá de “sumar y dividir”.

El patrón observado converge con el estudio de Acquah et al. (2024) que reportan ganancias en comprensión y motivación con PhET y tecnologías educativas, así como con la literatura andragógica de Note et al. (2021) que prioriza la relevancia y la autonomía del adulto. El uso de simulaciones como “Construyamos una fracción” y “Fracciones: Igualdad” encaja con recomendaciones de aprendizaje activo y feedback inmediato.

Entre las limitaciones de la investigación. El estudio se realizó en una sola escuela, con una muestra pequeña (10 personas adultas de 40+ años). Se usó un diseño transversal, sin grupo de comparación, y la medición se aplicó de inmediato al terminar la

intervención. Estas limitaciones evidencian la necesidad de continuar la investigación y aplicación de este sistema de actividades en contextos educativos similares. Además, es importante considerar el nivel de alfabetización digital del estudiantado y las competencias digitales del docente en la utilización de estas tecnologías digitales.

5. Conclusiones

- La integración de simulaciones PhET transformó la dinámica del aula al sustituir un modelo transmisivo por uno exploratorio. En este nuevo enfoque, el error se convirtió en un insumo formativo, mientras que la retroalimentación inmediata de las simulaciones fortaleció la comprensión, la comunicación matemática y la motivación en estudiantes adultos mayores de 40 años.
- La propuesta del sistema de actividades demostró ser viable y curricularmente alineada con las necesidades de los adultos que retoman sus estudios. Además, se configura como un modelo replicable que articula coherentemente

el procedimiento, la representación y la justificación en el aprendizaje de las fracciones.

- La intervención superó las dificultades iniciales y consolidó aprendizajes clave: se afianzó la comprensión desde la relación parte–todo y las equivalencias, se ampliaron las formas de representación y mejoró la capacidad para explicar razonamientos en distintos formatos. En conjunto, la visualización y la manipulación guiada, integradas con teoría andragógica como el aprendizaje desde la experiencia, resolución de problemas, roles y practicidad, se confirman como estrategias eficaces para cerrar brechas y sostener avances en contextos de educación de personas adultas.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias Bibliográficas

Acquah, I. K., Gyan, M., Appiah, D., An-sah, B. O., Wilson, R., & Mensah, C. E. (2024). Improving students' performance in resolution of vectors using PhET interactive simulations. *Schrödinger: Journal of Physics Education*, 5(3), 107-116. <https://doi.org/10.37251/sjpe.v5i3.1078>

Almadrones, R. D., & Tadifa, F. G. (2024). Physics Educational Technology (PHET) simulations in teaching general physics 1. *International Journal of Instruction*, 17(3), 635–650. <https://e-iji.net/ats/index.php/pub/article/view/632>

Ávila Correa, B. L. (2018). Perspectivas de transformación digital de las universidades del Ecuador. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 6(2), 1-11. <https://doi.org/10.26423/rcpi.v6i2.233>

Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe [CAF-banco]. (2024). Desigualdad 4.0: a cerrar la brecha digital [Institucional]. <https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/desigualdad-40-a-cerrar-la-brecha-digital/>

Burgos-Posligua, M. O., & Samada-Grasst, Y. (2023). Sistema de actividades didácti-

cas para el desarrollo de la preescritura en niños de 5 años. *MQRInvestigar*, 7(3), 766-793. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.3.2023.766-793>

Efgivia, M. G., Erminawati, Fitriani, E., & Herni. (2021). Analysis of Andragogy Theory and Practice. Published by Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211020.027>

El-Amin, A. (2020). Andragogy: a theory in practice in higher education. *Journal of Research in Higher Education*, 4(2), 54-71. <http://dx.doi.org/10.24193/JRHE.2020.2.4>

García Aretio, L. (2019). Necesidad de una educación digital en un mundo digital. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 9-22. <https://doi.org/10.5944/ried.22.2.23911>

Knowles, M. S., Holton, E. F., Swanson, R. A. & Robinson, P. A. (2020). *The Adult Learner: the definitive classic in adult education and human resource development* (9th edition). Imprint Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429299612>

Kumar, D. (2024). PhET: an interactive simulation technology for learning outcomes-based teaching-learning science. *International Education and Research Journal (IERJ)*, 10(5). <https://doi.org/10.21276/IERJ24501797296604>

Larrouyet, M. C. (2015). Landtblom, K. (2023). Opportunities to learn mean, media, and mode afforded by textbook tasks.

Statistics Education Research Journal, 22(3), Article 6. <https://doi.org/10.52041/serj.v22i3.655>

Melliofatria, Mahdum, Hadriana, & Purwanti, I. T. (2024). Models For Andragogy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Evolutionary studies in imaginative culture*, 583-616. <https://doi.org/10.70082/esiculture.vi.757>

Ministerio de Educación, Deporte y Cultura del Ecuador. (2025). Adaptaciones curriculares con énfasis en competencias para la educación de personas jóvenes, adultas y adultas mayores en situación de escolaridad inconcluso para Básica Superior y Bachillerato. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2025/09/adaptaciones-curriculares-EGB-BS-BG.pdf>

National Research Council. (2001). *Adding it up: helping children learn mathematics* (1st. edition). National Research Council Press. <https://doi.org/10.17226/9822>

Note, N., De Backer, F., & Donder, L. D. (2021). A novel viewpoint on andragogy: enabling moments of community. *Adult Education Quarterly*, 71(1), 3-19. <https://doi.org/10.1177/0741713620921361>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2024). El derecho a la educación. <https://www.unesco.org/es/right-education>

- Perry, R., Neumayer DePiper, J., Tsinna-jinnie, B., Jackson, B. E., & Thornley, L. (2025). Numeracy education for adult learners: a scan of the field and principles for course and materials design. *Adult Learning*, 36(2), 84-95. <https://doi.org/10.1177/10451595241245146>
- Salinas Villacrés, D., & Negri Cortés, M. I. (2021). ¿Por qué volver a la escuela? Un estudio de caso sobre Educación de Adultos en Ecuador. *International Journal of New Education*, (6). <https://doi.org/10.24310/IJNE3.2.2020.10248>
- Sánchez-Domenech, I., & Cabeza-Rodríguez, M.-Á. (2024). Andragogía digital: necesidad de saber y papel de la experiencia en un máster universitario en línea. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(2), 357–382. <https://doi.org/10.5944/ried.27.2.38799>
- Shahbari, J. A., & Tabach, M. (2020). Making sense of the average concept through engagement in model-eliciting activities. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(8), 1143–1160. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1740803>
- Stojanovic, M. (2022). Book Review: The adult learner: The definitive classic in adult education and human resource development by M. S. Knowles, E. F. Holton III, R. A. Swanson, & P. A. Robinson. *Adult Education Quarterly*, 72(2), 216-217. <https://doi.org/10.1177/00028348211045695>
- Terhune, K., Conwell, S., Danzo, A., Graf, A., & Kim, S.-H. (2021). Supporting educational needs of older adult learners: strategies for virtual transitioning and student engagement. *Innovation in Aging*, 5(Supplement 1), 385. <https://doi.org/10.1093/geroni/igab046.1496>