



Modelo de Rotación por Estaciones para la enseñanza de las ciencias: experiencias de intervención en el aula multinivel en España y México

Station Rotation Model for Science Teaching: Multilevel Classroom Intervention Experiences in Spain and Mexico

-   Izaskun Jorajuria Elizondo (I.J.E.). Universitat Rovida i Virgili (España)
-   Ricardo Alberto Reza Flores (R.A.R.F.). Centro de actualización del Magisterio en la Ciudad de México (México)
-   Mireia Usart Rodriguez (M.U.R.). Universitat Rovida i Virgili (España)
-   Luis Alberto Pérez Chávez (L.A.P.C.). Centro de actualización del Magisterio en la Ciudad de México (México)

RESUMEN

Este estudio analiza la implementación del Modelo de Rotación por Estaciones (MRE) como estrategia didáctica para mejorar la enseñanza de las ciencias en contextos educativos diversos. El objetivo del estudio fue analizar el impacto del MRE en el aprendizaje conceptual, la motivación y el desarrollo de la competencia digital del estudiantado en tres niveles educativos: Educación Secundaria, formación inicial docente y formación continua. A través de una metodología de investigación-acción con enfoque mixto, se aplicaron instrumentos cuantitativos (cuestionarios pre/post, rúbricas) y cualitativos (diarios de campo, entrevistas). Los resultados muestran mejoras significativas ($p < .05$; $p < .001$) en comprensión, transferencia, motivación y competencia digital, especialmente en los contextos universitarios y de formación docente. Se concluye que el MRE contribuye a transformar la enseñanza de las ciencias hacia modelos más inclusivos, personalizados y emocionalmente positivos, favoreciendo la implicación activa del alumnado. Su implementación, no obstante, requiere una planificación detallada, mediación pedagógica sólida y adaptación al contexto.

ABSTRACT

This study analyses the implementation of the Station Rotation Model (SRM) as a didactic strategy to improve science education in diverse educational contexts. The objective of the study was to examine the impact of the SRM on students' conceptual learning, motivation, and development of digital competence across three educational levels: Secondary Education, initial teacher training, and continuing professional development. A mixed-methods action research design was employed, using quantitative instruments (pre/post questionnaires, rubrics) and qualitative tools (field journals, open-ended surveys). The results show statistically significant improvements ($p < .05$; $p < .001$) in conceptual understanding, knowledge transfer, motivation, and digital competence, especially in university-level and teacher training contexts. The study concludes that the SRM contributes to transforming science teaching towards more inclusive, personalized, and emotionally supportive models, fostering active student engagement. However, its implementation requires careful planning, strong pedagogical mediation, and contextual adaptation.

PALABRAS CLAVE - KEYWORDS

Modelo de rotación por estaciones, Hispanoamérica, enseñanza de las ciencias, aprendizaje activo, neuroeducación.

Station Rotation Model, Latin America, science education, active learning, neuroeducation



1. INTRODUCCIÓN

Los modelos tradicionales de enseñanza han prevalecido durante décadas como un proceso lineal y fragmentado del conocimiento (Fierro-López, 2023). Desde una perspectiva conductista, el profesorado asume el rol de protagonista exclusivo en el aula, mientras que el estudiantado adopta un papel pasivo, limitado a la repetición de información (Farahiza, 2010). Además, los contenidos suelen transmitirse de manera descontextualizada, lo que dificulta el desarrollo del pensamiento crítico y limita la participación del estudiantado en la construcción del conocimiento (Busquets et al., 2016). A pesar de estas limitaciones, este modelo centrado en la transmisión unidireccional sigue siendo predominante (Song et al., 2025).

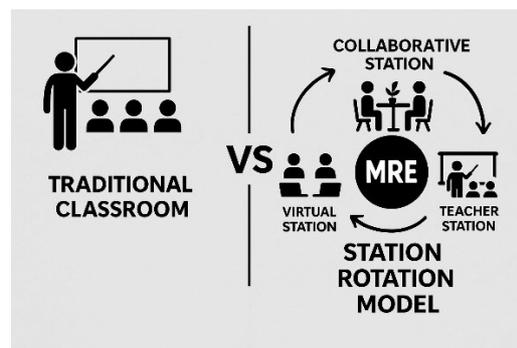
Actualmente, nuevas tendencias educativas respaldadas por evidencia internacional (Ahmad et al., 2023; Freeman et al., 2014; Prince, 2004) promueven un viraje hacia modelos en los que el estudiantado se convierte en agente activo, capaz de generar aprendizajes significativos a través de experiencias contextualizadas. En este marco, cobra relevancia la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). Tal como establece la LOMLOE, la educación debe orientarse hacia la equidad, la inclusión y el desarrollo competencial del estudiantado. En consonancia, diversas autorías han destacado la importancia de avanzar hacia prácticas más inclusivas y personalizadas, que sitúen al alumnado en el centro de la acción pedagógica. Como señala Ainscow (2001), el desarrollo de comunidades escolares inclusivas exige repensar las barreras para el aprendizaje desde un enfoque holístico. Booth y Ainscow (2011) proponen el *Index for Inclusion* una herramienta clave para transformar la cultura, la política y la práctica educativa hacia entornos más inclusivos. Arnáiz (2019) destaca la necesidad de articular políticas educativas inclusivas que respondan a la diversidad real del estudiantado, superando enfoques meramente compensatorios. Parrilla (2002) analiza las tensiones entre integración escolar e inclusión educativa en el marco español, subrayando la necesidad de construir culturas escolares más equitativas. En esta línea, la inclusión debe comprenderse desde una perspectiva neuro educativa que atienda la singularidad del aprendizaje. Por su parte, Jeffrey (2006) señala que centrar el proceso educativo en el estudiantado favorece el desarrollo de su creatividad y autonomía, lo que se alinea con las metodologías activas emergentes. Asimismo, el desarrollo de las tecnologías digitales ha abierto nuevas posibilidades para atender la heterogeneidad en el aula y favorecer metodologías activas, como señalan Adell y Castañeda (2012), Cabero (2014), García-Valcárcel y Tejedor (2017) y Slee (2011). Adell y Castañeda (2012) sostienen que las tecnologías emergentes pueden transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje cuando se integran desde una perspectiva pedagógica crítica, orientada al empoderamiento del estudiantado. En esta línea, Cabero (2014) advierte que el uso de las TIC en educación no puede limitarse a una cuestión técnica, sino que debe estar guiado por principios didácticos que aseguren su eficacia en la atención a la diversidad. García-Valcárcel y Tejedor (2017) demuestran que una integración bien planificada de las tecnologías en el aula contribuye significativamente a la mejora de los aprendizajes en contextos inclusivos. Por su parte, Slee (2011) plantea una crítica al uso instrumental de la tecnología si esta no va acompañada de un compromiso ético y político con la justicia educativa y la inclusión real.

En este contexto de transformación, la reflexión sobre la práctica docente, la innovación metodológica y el uso pedagógico de la tecnología resultan claves para afrontar los desafíos de la sociedad hiperconectada del siglo XXI (OCDE, 2018; UNESCO, 2021). Las metodologías activas de enseñanza, como el *Aprendizaje basado en proyectos (ABP)*, el *Flipped Classroom (FC)* o el *Modelo de Rotación por Estaciones (MRE)*, se presentan como alternativas sólidas para favorecer entornos más dinámicos, inclusivos y motivadores (Boelens et al., 2017; Kaur, 2020; Anagnostopoulou et al., 2023).

El MRE, descrito por Horn y Staker (2014), forma parte del aprendizaje híbrido o blended learning y consiste en que el estudiantado rote por diferentes estaciones de aprendizaje, al menos una de ellas en modalidad digital. Este modelo potencia la autonomía, la personalización de los ritmos de aprendizaje y la implicación activa del estudiantado. Además, facilita la creación de ambientes que integran emoción, cognición y tecnología, en línea con los avances de la neuroeducación (Hook & Farah, 2013; Anzelin & Marín-Gutiérrez, 2020). En consecuencia, el MRE se configura como una propuesta didáctica con potencial inclusivo, capaz de responder a la diversidad y generar aprendizajes significativos en distintos contextos, como los de España y México. La Figura 1 ilustra de manera comparativa la diferencia entre la *Enseñanza tradicional*, centrada en el docente, y el *Modelo de Rotación por Estaciones*, basado en el aprendizaje activo y distribuido en grupos, mostrando cómo la organización por estaciones introduce un mayor dinamismo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Figura 1

Comparación del modelo tradicional, con el MRE.



De Guzmán (2007) enfatiza que fortalecer la enseñanza de ciencias y matemáticas en Iberoamérica es indispensable para afrontar con éxito los retos educativos y sociales; en este sentido, el carácter dinámico del MRE se presenta como una solución pedagógica idónea para potenciar la comprensión, la transferencia práctica y el interés del estudiantado en el aprendizaje de los contenidos.

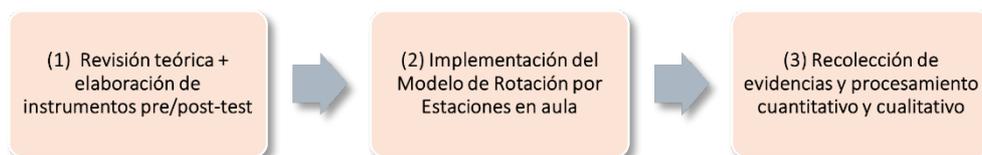
2. METODO

Para abordar la complejidad del fenómeno se empleó la investigación-acción (Ivankova, 2015), combinando un enfoque cuantitativo, que evaluó las acciones apriorísticas y su impacto en

futuras intervenciones del MRE (Acosta, 2023), con uno cualitativo, que recogió las subjetividades de las personas participantes (Jiménez et al., 2022). Esta integración metodológica permitió aprovechar las fortalezas de ambos métodos y minimizar sus limitaciones (Hernández et al., 2010, citado en Reza, 2023, p. 130). En este estudio se adoptó un enfoque de investigación-acción de carácter participativo y colaborativo, ya que cuatro personas investigadoras desempeñaron simultáneamente el rol de docentes en distintos contextos educativos. En el caso de España, la implementación se realizó en 2.º curso de Educación Secundaria Obligatoria y en un programa de máster universitario. En el caso de México, la intervención se desarrolló con docentes en formación universitaria para la enseñanza en primaria, quienes posteriormente aplicarían el Modelo de Rotación por Estaciones (MRE) en sus propias aulas de primaria. La investigación-acción se estructuró en tres fases principales: (1) revisión teórica y elaboración de instrumentos pre/post-test; (2) implementación del Modelo de Rotación por Estaciones en aula; y (3) recolección de evidencias y procesamiento cuantitativo y cualitativo. Estas fases se ilustran de manera esquemática en la Figura 2

Figura 2

Fases de la investigación con el Modelo de Rotación por Estaciones



2.1. Muestra

La población muestral estuvo conformada por los grupos naturales de clase de las personas investigadoras, ya que estas desempeñaban simultáneamente el rol de docentes en los contextos analizados. Por tanto, la selección se basó en la matrícula regular del curso académico, lo cual permitió trabajar con participantes reales en sus entornos educativos habituales.

La muestra en España consistió en un grupo del máster universitario compuesto por 13 personas en formación inicial de profesorado de Física y Química (53,8 % de sexo femenino; 46,2 % masculino; edad media 25 años), y en tres grupos de 2.º de la ESO con un total de 58 estudiantes (51,7 % femenino; 48,3 % masculino), distribuidos en dos aulas experimentales y un grupo de control. Para cumplir con los criterios éticos de la investigación, tras la recogida de datos el grupo de control también fue expuesto a actividades basadas en el MRE, de modo que todo el estudiantado pudiera beneficiarse de la metodología. En ambos contextos, la persona investigadora actuó como docente responsable, lo que facilitó el acceso, el diseño, la implementación continuada del Modelo de Rotación por Estaciones y el seguimiento cercano de las sesiones.

La muestra en México estuvo conformada por 115 personas docentes en formación continua, que participaron en el módulo *Saberes y Pensamiento Científico* dentro de un Programa de

Capacitación para Personas Docentes de Educación Primaria. De igual manera que en España, estas personas buscan prácticas activas de enseñanza como lo es el MRE. El 91,3 % se identificó como mujer y el 8,7 % como hombre, con una edad promedio de 35,5 años. Todas las personas participantes provenían del sector privado. En México, la educación primaria comprende seis grados; el grupo atendía los siguientes niveles: primero (32,2 %), segundo (22,6 %), tercero (14,8 %), cuarto (17,4 %), quinto (4,3 %) y sexto (8,7 %). Las personas participantes trabajaban una media de 28,7 horas semanales y atendían en promedio a 18,8 estudiantes por ciclo escolar. Su experiencia profesional media fue de 7,5 años frente a grupo. En cuanto a la formación académica, el 90,4 % contaba con licenciatura, el 7,8 % con maestría y el 1,8 % con especialidad. Respecto a sus áreas de conocimiento, un 52,2 % se especializaba en ciencias sociales, un 41,7 % en humanidades y artes, un 4,3 % en ciencias biológicas, químicas y de la salud y un 1,8 % en ciencias fisicomatemáticas e ingenierías.

2.2. Declaración ética

El estudio cumplió estrictamente con los protocolos éticos para la investigación con seres humanos, garantizando el respeto a los derechos de todas las personas participantes y la protección de sus datos. En España, el estudiantado de Secundaria contó con el consentimiento informado por sus familias y por los propios estudiantes, tras recibir un documento explicativo sobre objetivos, metodología y voluntariedad de la participación, mientras que los estudiantes de Máster (mayores de edad) firmaron un consentimiento institucional. En México, la muestra estuvo conformada exclusivamente por personas docentes adultas en formación continua, quienes, tras recibir información clara sobre la naturaleza pedagógica e investigativa del MRE, otorgaron su consentimiento informado de manera individual. Todos los formularios fueron recogidos, digitalizados y almacenados bajo estrictas medidas de confidencialidad y conforme a la normativa de protección de datos.

2.3. Intervención

La presente investigación incluyó una fase de implementación del MRE en España y México. En España, se aplicó en dos contextos: en el ámbito universitario, dentro de la asignatura Iniciación a la investigación en Didáctica de Física y Química e Innovación y en un grupo del Máster de Formación del Profesorado, con nueve semanas de intervención en sesiones de lunes (aplicando el MRE) frente a docencia las sesiones de los jueves (aplicando una enseñanza más transmisora); y en educación secundaria, en tres aulas de 2.º de ESO, con un grupo de control y dos experimentales (uno de ellos con especial complejidad conductual). En México, la implementación se desarrolló del 18 de diciembre de 2024 al 24 de marzo de 2025 en el Programa de *Capacitación Didáctica para Personas Docentes de Educación Primaria*.

En el caso del alumnado de secundaria, las aplicaciones tecnológicas fueron integradas en la estación virtual. Por ejemplo, *Kahoot* y *Quizziz* se emplearon para la autoevaluación y repaso. Las simulaciones en *PhET Colorado* permitieron el estudio más profundo de los fenómenos físicos y químicos a nivel microscópico, facilitando el trabajo autónomo y exploratorio. La aplicación *LearningApps* fue utilizada para crear ejercicios interactivos que reforzaban los contenidos, mientras que la aplicación *EdPuzzle* permitió integrar preguntas en vídeos

explicativos, promoviendo la comprensión activa y crítica de los contenidos. El profesorado (investigador) diseñó, supervisó y adaptó las actividades a las necesidades del grupo, mientras que el alumnado participó activamente rotando entre estaciones con tareas diferenciadas, reflexionando sobre los resultados obtenidos en cada aplicación.

En México, la formación de las personas docentes de primaria se desarrolló durante ocho semanas mediante sesiones virtuales intersemanales (17:00–19:00 h) centradas en la aplicación del MRE. Cada encuentro incorporó herramientas digitales como Kahoot, ChatGPT, Gemini, DeepSeek, Google Académico, TikTok, ChatPDF, PhET Colorado, YouTube, iNaturalistMX, Infogram, Spotify Creators y Google Formularios. Estas se emplearon no solo como recursos de aprendizaje, sino también como medios para desarrollar competencias científicas y comunicativas. Por ejemplo: las herramientas digitales se integraron con fines pedagógicos diversos. ChatGPT, Gemini y ChatPDF se utilizaron para fomentar habilidades de lectura crítica y construcción de argumentos; TikTok y YouTube sirvieron como plataformas para la creación de contenido audiovisual educativo, incentivando la creatividad y la síntesis conceptual; PhET Colorado permitió la experimentación virtual con fenómenos científicos; iNaturalistMX se aplicó en actividades de observación de campo y biodiversidad; Infogram facilitó la representación visual de datos, y Spotify Creators se empleó en la producción de podcasts educativos.

El profesorado participante no solo utilizó estas herramientas, sino que también diseñó experiencias de aprendizaje para replicarlas en sus propias aulas, fomentando la transferencia metodológica. La interacción entre formadores y profesorado en formación fue dialógica, con énfasis en la co-creación de conocimiento. Las sesiones combinaban momentos expositivos, trabajos colaborativos en pequeños grupos y momentos de reflexión crítica sobre la pertinencia de cada aplicación en su contexto escolar.

2.4. Instrumentos de recolección de datos

El diseño metodológico de la investigación contempló la aplicación de instrumentos cuantitativos y cualitativos con el fin de evaluar el impacto del Modelo de Rotación por Estaciones (MRE) en distintos niveles educativos (Primaria, Secundaria y Máster) y en contextos diferenciados (España y México). Se realizó una comparación entre grupos experimentales y grupos de control mediante pre-test y post-test, complementada con observaciones sistemáticas y entrevistas.

Para medir la evolución en las competencias científicas, se utilizaron cuestionarios pre-test y post-test validados, aplicados tanto a los grupos experimentales como a los grupos de control. Estos instrumentos fueron adaptados del cuestionario de Santamaría-Domínguez et al. (2023), que evalúa variables como interés por la ciencia, autoconcepto científico, vinculación con la vida cotidiana, percepción de las clases de ciencias, uso de recursos, y prácticas docentes observadas. El cuestionario incluye 38 ítems en escala Likert, y ha sido validado mediante análisis de Rasch. En cada contexto, los ítems fueron adaptados léxicamente y pedagógicamente a las edades y niveles correspondientes (Primaria, Secundaria, Máster). La aplicación se realizó de manera digital al inicio y al final del periodo de intervención.

Durante las sesiones en los grupos experimentales, se aplicó una rúbrica de observación docente basada en el instrumento desarrollado por Nadal et al. (2022). Esta rúbrica incluye indicadores sobre comportamiento del alumnado, concentración, participación, ambiente de trabajo, interacción entre pares, uso de tecnologías, autonomía, y adecuación de los recursos. Fue empleada por los docentes-investigadores tanto en las sesiones en las que se aplicó el MRE como en las sesiones de control, lo que permitió evaluar en tiempo real aspectos clave de la dinámica del aula.

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a docentes y estudiantes participantes en los grupos experimentales, tanto en México como en España, con el objetivo de recoger percepciones sobre la implementación del Modelo de Rotación por Estaciones (MRE), el uso de tecnologías, la motivación y el aprendizaje. Las entrevistas fueron adaptadas a partir del instrumento cualitativo propuesto por González Gómez et al. (2017), cuyo enfoque se centra en la experiencia del alumnado en metodologías activas. Las entrevistas fueron realizadas por miembros del equipo investigador, con consentimiento informado y transcritas íntegramente para su posterior análisis cualitativo.

En Educación Secundaria, se incluyó además una coevaluación del trabajo colaborativo entre estudiantes, basada en el modelo de evaluación 360º propuesto por Esteve & Mogas (2019). A través de formularios breves y anónimos, los participantes valoraron la implicación, comunicación y responsabilidad de sus compañeros durante el desarrollo de la estación colaborativa. Esta información fue utilizada como complemento para interpretar la dinámica grupal y el grado de participación.

Esta batería de instrumentos permitió obtener evidencias sobre los efectos del MRE en el aprendizaje científico y en la dinámica del aula, comparando resultados entre grupos experimentales y de control.

2.5. Análisis y tratamiento de datos

El análisis de datos siguió un diseño mixto que integró métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar la implementación del MRE en contextos de Educación Secundaria, grado y máster universitario en España y México. Los datos cuantitativos se analizaron con el programa JASP mediante comparaciones de medias a través de la prueba t de Student para muestras relacionadas, complementadas con análisis descriptivos (media, desviación estándar y rango intercuartílico). En paralelo, los datos cualitativos, procedentes de rúbricas, encuestas abiertas y diarios de campo fueron analizados mediante un proceso de codificación temática con el software ATLAS.ti 23.

Para garantizar el anonimato, a cada participante se le asignó un número de identificación correspondiente a su posición en la lista de clase, utilizado en los cuestionarios pre-test y post-test y en las demás producciones, sin registrar nombres ni apellidos. La codificación se inició con una lectura exploratoria de las fuentes cualitativas, a partir de la cual se identificaron fragmentos relevantes que fueron etiquetados con códigos y categorías relacionadas con la

percepción del modelo, la motivación, las dificultades percibidas y la transferencia del aprendizaje.

3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras la implementación del MRE en tres contextos educativos diferenciados: Educación Secundaria (España), formación de profesorado en el Máster Universitario (España) y programas de graduado en México. Los datos cuantitativos y cualitativos se han organizado en tablas para facilitar su análisis comparado. Las pruebas pre y post-test permiten identificar variaciones significativas en las competencias evaluadas, mientras que las respuestas abiertas de las encuestas y las observaciones de aula ofrecen una comprensión más profunda del impacto percibido del modelo. En la tabla 1, correspondiente al grupo de graduados mexicanos ($N = 88$; $gl = 87$), se observa un impacto estadísticamente significativo en 16 de los 18 ítems evaluados, de los cuales 13 presentaron mejoras con $p < 0,001$. Además, 11 ítems mostraron tamaños del efecto moderado a grande ($|d| \geq 0,50$). Se destacan mejoras en comprensión y transferencia de conceptos científicos a la vida cotidiana, así como una percepción más positiva del aprendizaje con el MRE frente a metodologías previas (por ejemplo, facilidad de aprendizaje, $d = 0,76$; organización cognitiva, $d = 0,62$; capacidad argumentativa, $d = 1,40$). También se evidenciaron avances en la toma de decisiones fundamentadas, resolución de problemas y competencia digital, junto con un incremento significativo en motivación y colaboración.

Tabla 1

Pre y post test de cuestionarios realizados en México

M1	M2	T (88)	P	D Cohen
1. PRE	1. POST	-4.077	0.001*	-0.435
2. PRE	2. POST	0.087	0.931	0.009
3. PRE	3. POST	-4.453	0.001*	-0.475
4. PRE	4. POST	-7.151	0.001*	-0.762
5. PRE	5. POST	-4.877	0.001*	-0.520
6. PRE	6. POST	-5.846	0.001*	-0.623
7. PRE	7. POST	-6.832	0.001*	-0.728
9. PRE	9. POST	-5.907	0.001*	-0.630
10. PRE	10. POST	-4.738	0.001*	-0.505
11. PRE	11. POST	-13.14	0.001*	-1.401
12. PRE	12. POST	-6.810	0.001*	-0.726
13. PRE	13. POST	-7.177	0.001*	-0.765
14. PRE	14. POST	-4.271	0.001*	-0.455
15. PRE	15. POST	-1.111	0.270	-0.118
16. PRE	16. POST	0.137	0.892	0.015
17. PRE	17. POST	-2.104	0.038	-0.224
18. PRE	18. POST	-1.021	0.310	-0.109
19. PRE	19. POST	-1.422	0.158	-0.152

M1	M2	T (88)	P	D Cohen
20. PRE	20. POST	-0.402	0.689	-0.043
21. PRE	21. POST	0.359	0.720	0.038
22. PRE	22. POST	-1.738	0.086	-0.185
23. PRE	23. POST	1.511	0.134	0.161
24. PRE	24. POST	-1.120	0.266	-0.119
25. PRE	25. POST	-4.016	0.001*	-0.428
26. PRE	26. POST	-1.996	0.049	-0.213
27. PRE	27. POST	-2.183	0.032	-0.233
28. PRE	28. POST	-1.831	0.070	-0.195
29. PRE	29. POST	-2.428	0.017	-0.259
30. PRE	30. POST	-2.054	0.043	-0.219
31. PRE	31. POST	-1.522	0.132	-0.162
32. PRE	32. POST	-0.841	0.402	-0.090

Notas. Contraste *t* de Student. **p* < 0.05

En la tabla 2, referida al alumnado de Secundaria (N = 33; gl = 32), se identificaron mejoras significativas en siete de los 33 ítems, todos con tamaños del efecto moderado o grande. Entre los avances más destacables figuran una menor percepción de dificultad del temario (ítem 2, *d* = 0,95), mayor confianza para explicar contenidos (ítem 5, *d* = 0,60), y fortalecimiento de la competencia digital tanto para aprender (ítem 13, *d* = 0,40) como para su uso futuro (ítem 33, *d* = 0,60). Igualmente, se incrementó la transferencia práctica del conocimiento (ítem 26, *d* = 0,73), la adaptación a metodologías activas (ítem 27, *d* = 0,42) y la colaboración en grupo (ítem 30, *d* = 0,54).

Tabla 2

Pre y post test de cuestionarios realizados en España (secundaria)

M1	M2	T (31)	P	D Cohen
1. PRE	1. POST	-0.166	0.869	-0.029
2. PRE	2. POST	-5.399	0.001*	-0.954
3. PRE	3. POST	0.722	0.476	0.128
4. PRE	4. POST	-0.150	0.882	-0.027
5. PRE	5. POST	-3.369	0.002	-0.596
6. PRE	6. POST	-2.000	0.054	-0.354
7. PRE	7. POST	-0.304	0.763	-0.054
8. PRE	8. POST	-1.878	0.070	-0.337
9. PRE	9. POST	0.297	0.768	0.053
10. PRE	10. POST	-0.516	0.609	-0.091
11. PRE	11. POST	-1.621	0.115	-0.287
12. PRE	12. POST	-1.811	0.080	-0.320
13. PRE	13. POST	-2.272	0.030	-0.402
14. PRE	14. POST	-1.991	0.055	-0.352
15. PRE	15. POST	1.325	0.195	0.234
16. PRE	16. POST	0.133	0.895	0.023
17. PRE	17. POST	-0.681	0.501	-0.120
18. PRE	18. POST	-0.626	0.536	-0.111

19. PRE	19. POST	0.463	0.647	0.082
20. PRE	20. POST	0.626	0.536	0.111
21. PRE	21. POST	0.162	0.872	0.029
22. PRE	22. POST	-0.797	0.431	-0.141
23. PRE	23. POST	-1.981	0.057	-0.350
24. PRE	24. POST	-1.469	0.152	-0.260
25. PRE	25. POST	-2.790	0.009	-0.493
26. PRE	26. POST	-4.101	0.001*	-0.725
27. PRE	27. POST	-2.347	0.025	-0.415
28. PRE	28. POST	-0.828	0.414	-0.146
29. PRE	29. POST	-1.878	0.070	-0.332
30. PRE	30. POST	-3.056	0.005	-0.540
31. PRE	31. POST	-1.184	0.245	-0.209
32. PRE	32-POST	-0.701	0.488	-0.124
33. PRE	33. POST	-3.365	0.002	-0.595

Notas. Contraste t de Student. *p<0.05

En la tabla 3, que recoge los resultados del alumnado del Máster de Profesorado (N = 13; gl = 12), se observan mejoras significativas en 9 de los 13 ítems, con tamaños del efecto que van desde moderado hasta extremadamente grande (d = 0,66–1,59). El modelo favoreció la aplicación de conceptos a la vida cotidiana, mejoró la percepción global de la metodología y potenció habilidades como la toma de decisiones informadas, la retención a largo plazo y la resolución de problemas prácticos. También se evidenció una mejora en la argumentación científica, la comprensión integrada teoría-práctica y el desarrollo de la competencia digital.

Tabla 3

Pre y post test de cuestionarios realizados en España (máster)

M1	M2	t(12)	P	D Cohen
1. PRE	1.POST	-1.860	0.088	-0.516
2. PRE	2.POST	1.237	0.240	0.343
3. PRE	3.POST	-2.420	0.032	-0.671
4. PRE	4.POST	-2.635	0.022	-0.731
5. POST	5. PRE	1.674	0.120	0.464
6. PRE	6. PRE	1.760	0.104	0.488
7. POST	7. PRE	2.379	0.035	0.660
8. POST	8. PRE	2.856	0.014	0.792
9. POST	9. PRE	3.860	0.002	1.070
10. POST	10. PRE	5.740	0.001*	1.592
11. POST	11. PRE	4.430	0.001*	1.229
12. POST	12. PRE	4.977	0.001*	1.380
13. POST	13. PRE	3.395	0.005	0.942

Notas. Contraste t de Student. *p<0,05

La tabla 4 presenta una síntesis temática de los datos cualitativos obtenidos mediante respuestas abiertas en encuestas aplicadas a estudiantes y docentes, así como observaciones de aula recogidas por los investigadores. Estas verbalizaciones, organizadas en torno a categorías clave (por ejemplo, comprensión conceptual, autonomía, colaboración, competencia digital...), fueron codificadas en ATLAS.ti como parte del análisis cualitativo descrito en el apartado metodológico. Las citas incluidas son respuestas textuales escritas por los participantes en los cuestionarios.

Tabla 4

Síntesis de Datos Cualitativos: Encuestas y Observaciones de Aula

<i>TEMA</i>	<i>ENCUESTA ESTUDIANTES</i>	<i>ENCUESTA PERSONAS DOCENTES</i>	<i>OBSERVACIONES CLASE</i>
Comprensión conceptual	<i>“Al tener las tres estaciones... podía hablar más con el profesor y preguntarle más.”</i>	<i>“Los estudiantes con más dificultades realizaron más trabajo y mejoraron sus resultados.”</i>	<i>Preguntas más profundas y críticas</i>
Transferencia práctica	<i>“Creo que lo puedo explicar mejor.”</i>	<i>“Dividir la clase en grupos y usar Chromebook facilita la aplicación práctica.”</i>	<i>Actividades contextualizadas</i>
Autonomía	<i>“Sí, he trabajado más al estar solo en la estación virtual.”</i>	<i>“Una vez organizada la rutina, los grupos móviles aprenden con mayor autonomía.”</i>	<i>Ritmo autorregulado por el feedback</i>
Colaboración	<i>“Los amigos ayudan en las actividades.”</i>	<i>“Los grupos colaborativos funcionan al apoyarse mutuamente en la resolución de tareas, reforzando su aprendizaje. Con actividades manipulativas se potencia más el aprendizaje. Favorece el desarrollo de habilidades sociales.”</i>	<i>Trabajo sinérgico</i>
Competencia digital	<i>“Me gusta jugar al Kahoot... mi compañero que es autista logró la puntuación más alta.”</i>	<i>“El uso de apps (Kahoot, tutoriales...) facilita la labor docente al detectar dudas en tiempo real.”</i>	<i>Uso de apps, simuladores y tutoriales</i>
Motivación e interés	<i>“Aprendí más porque hacemos ejercicios, recibimos feedback y corregimos nosotros...”</i>	<i>“Aunque algunos se quejaron del aumento de carga, observé mayor entusiasmo.”</i>	<i>Participación alta</i>
Dinámica en el aula	<i>“Hemos trabajado más y ha sido más dinámico.”</i>	<i>“Las sesiones son muy dinámicas; conviene alternarlas con clases tradicionales para evitar fatiga.”</i>	<i>Ambiente participativo y ordenado</i>
Organización del modelo	<i>“El modelo me ha gustado.”</i>	<i>“Requiere planificación meticulosa, pero luego mejora la”</i>	<i>El material preparado facilita la docencia. Separar más los grupos en</i>

TEMA	ENCUESTA ESTUDIANTES	ENCUESTA PERSONAS DOCENTES	OBSERVACIONES CLASE
		gestión y la calidad de las sesiones.” Dispersar los grupos reduce distracciones y potencia la cooperación.”	el aula para que no se despisten (trabajen en SU grupo)

En cuanto a la dimensión emocional, la tabla 5 muestra la frecuencia de sentimientos expresados por el estudiantado en el post-test, codificados a partir de una pregunta abierta sobre cómo se habían sentido durante la experiencia con el MRE. El análisis revela que el sentimiento predominante fue el interés (43,98 %), seguido de emociones positivas como la felicidad (16,43 %) y el orgullo (14,83 %). Sentimientos como la sorpresa (7,78 %) y la alegría (6,42 %) también fueron frecuentes, indicando una experiencia estimulante. Las emociones negativas, como el miedo (1,10 %), la ansiedad (0,89 %) y la frustración (0,63 %), fueron poco comunes. Esta información apunta a un impacto positivo del modelo no solo en el aprendizaje, sino también en el bienestar emocional del estudiantado.

Tabla 5

Frecuencia de sentimientos entre el estudiantado obtenido en el post test

SENTIMIENTO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Interés	1684	43,98
Felicidad	629	16,43
Orgullo	568	14,83
Sorpresa	298	7,78
Indiferencia	254	6,63
Alegría	246	6,42
Miedo	42	1,10
Ansiedad	34	0,89
Frustración	24	0,63
sentimiento	1	0,03



Nota: Figura generada a partir del análisis realizado con ATLAS. ti.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La enseñanza de las ciencias exige no solo ajustes técnicos en la práctica pedagógica, sino también la capacidad de innovar y reconstruir sus marcos epistémicos. En esta línea, el Modelo de Rotación por Estaciones (MRE) puede entenderse como una propuesta didáctica integrada que articula dimensiones neurodidácticas, tecnológicas, socio-contextuales y de desarrollo del pensamiento crítico y científico, tal como señalan Sulisworo et al. (2020). Los resultados del presente estudio muestran que este modelo genera un impacto positivo en diversas

dimensiones del aprendizaje, incluyendo aspectos conceptuales, emocionales y metodológicos. Este hallazgo coincide con estudios previos que subrayan el paso del estudiantado de un rol pasivo a una participación activa en contextos de enseñanza de las ciencias mediante modelos híbridos rotativos (Othman et al., 2015). A continuación, se analizan estos resultados siguiendo las mismas categorías temáticas empleadas en el apartado anterior. La implementación del MRE refuerza la comprensión mediante la rotación por estaciones, distintos diseños de actividades y herramientas digitales. Como también señalan Álvarez y García (2023). Mediante la argumentación, las experiencias del aula se convierten en ideas que estimulan la creatividad y la capacidad de análisis. Estos hallazgos son coherentes con los obtenidos por Sulisworo et al. (2020) y Othman et al. (2015), quienes destacan cómo la estructura del MRE favorece la implicación activa del estudiantado en procesos de comprensión conceptual, resolución de problemas y aplicación práctica del conocimiento. En este sentido, el presente estudio aporta evidencia adicional sobre el impacto del modelo en distintos niveles educativos y refuerza su validez como estrategia para promover un aprendizaje significativo y contextualizado. Neurólogos como Francisco Mora (2022) han evidenciado que el aprendizaje significativo se potencia cuando la adquisición de contenidos en el aula se acompaña de emociones positivas, lo que coincide con los hallazgos de Meneses (2019). En este sentido, la implementación del Modelo de Rotación por Estaciones (MRE) generó predominantemente emociones de felicidad, interés y motivación, vinculadas al logro curricular y al aumento del rendimiento académico, en consonancia con lo señalado por Bernard et al. (2014). Como muestran los resultados de este estudio en los tres contextos, estas emociones positivas se observaron con mayor intensidad en los niveles de grado y máster. Sin embargo, también se registraron emociones como el estrés y la frustración debido a la elevada exigencia del modelo. Estas emociones, no necesariamente negativas, ofrecen oportunidades valiosas para fomentar competencias como la tolerancia a la ambigüedad, la atención sostenida y la aceptación de aprendizajes progresivos. El MRE permite al estudiantado salir de la zona de confort del aprendizaje pasivo para experimentar y aprender del error como parte natural del proceso. La reflexión en el aula favorece la comprensión del currículo al conectar teoría y práctica, facilitando la asimilación de conceptos y la resolución de problemas tal como se constató en los resultados vinculados a la transferencia del conocimiento. Este enfoque se alinea con el aprendizaje experiencial propuesto por Kolb, con sólido respaldo epistemológico (Espinar & Viguera, 2020).

Diversas autorías sostienen que para lograr un aprendizaje profundo es necesario replantear las prácticas tradicionales y superar la repetición mecánica (Furman, 2016). Los resultados de este estudio apoyan esta idea, al mostrar mejoras significativas en la comprensión de contenidos científicos y en la organización del pensamiento, lo que indica una reestructuración cognitiva observable en los ítems analizados de forma cuantitativa. Investigadores como Morin (2020) y Pradeep et al. (2024) coinciden en que aprender implica articular y reflexionar, lo cual el MRE favorece al estimular procesos mentales complejos (Liu & Huang, 2016). Si el aprendizaje está mediado por la estructura cognitiva, el contexto vivencial, cultural y tecnológico influye directamente en la adquisición de saberes. El conocimiento, incluido el científico, se genera y comparte en entornos sociales que condicionan su acceso y difusión. En este marco, el MRE contribuye a democratizar el aula, transformando la enseñanza unidireccional en una dinámica de colaboración colectiva. Además, al integrar estaciones físicas

y digitales, redefine el rol docente como mediador, facilitando un aprendizaje más ético y cooperativo. Este punto resulta especialmente relevante en los contextos universitarios del estudio, donde se observó una mayor autonomía y participación del alumnado.

En este estudio, las tecnologías digitales jugaron un papel clave para desarrollar habilidades en el uso crítico y situado de la red de navegación 2.0. El uso de recursos digitales en el MRE, especialmente con alumnado universitario, se consolidó como una herramienta esencial para el aprendizaje de las ciencias en un entorno conectado, facilitando la experimentación, la comunicación de resultados, la interacción académica y el aprendizaje colaborativo. Este hallazgo coincide con lo planteado en la introducción respecto al papel de la tecnología en la generación de entornos formativos flexibles, y se manifestó de forma clara en los grupos de México y máster en España. Los hallazgos en secundaria en España mostraron una mejora más moderada en comparación con los graduados de México y el máster en España, aunque igualmente relevante para el análisis. En este nivel, las diferencias en la percepción de dificultad del contenido y en la capacidad para explicar lo aprendido sugieren una facilitación del acceso al conocimiento a través del MRE, al reducir la distancia simbólica entre el estudiantado y el saber científico. Estos hallazgos concuerdan con (Osuji & Abraham, 2024). Estas variaciones entre contextos podrían explicarse por factores como la maduración cognitivo-conductual, la experiencia previa y la predisposición institucional, dado que los adultos presentan mayor autonomía, mientras que los adolescentes aún dependen de dinámicas más verticales (Cherukunnath & Singh, 2022; Luna et al., 2015; Uddin et al., 2011).

Uno de los grandes retos en la enseñanza de las ciencias es desmitificarla y acercarla a la vida cotidiana mediante métodos que faciliten el aprendizaje (Golombek, 2019). El MRE vincula el conocimiento con situaciones reales y dinámicas colaborativas, transformando la ciencia en un elemento comprensible, con sentido y emoción tanto para quien aprende como para quien enseña

Los datos cualitativos en los tres contextos del MRE muestran que aprender bajo este modelo permitió al alumnado construir conocimiento desde la experiencia, el diálogo y el pensamiento crítico, asumiendo un rol activo en la creación de significados científicos. Aunque el MRE implica una alta exigencia cognitiva y emocional, las personas participantes coinciden en que sus esfuerzos se tradujeron en aprendizajes contextualizados y significativos. Asimismo, la flexibilidad de las actividades facilitó la adaptación a la diversidad del estudiantado, incluyendo estudiantes con necesidades educativas específicas, como quienes presentan trastorno del espectro autista, TDA o TDH.

Entre los hallazgos cualitativos relevantes destaca el tipo de emociones que provoca el MRE. Varios participantes señalaron que vivir experiencias educativas mediadas por el MRE les hizo sentir emoción y una conexión significativa con el conocimiento, logrando entender mejor la ciencia en su vida diaria. Así, las emociones emergen como catalizadores clave para la apropiación del conocimiento, ya que el vínculo emotivo-cognitivo generado por el MRE instala aprendizajes significativos de alto valor.

El estudio busca mostrar cómo el MRE transforma y forma una ciudadanía científica reflexiva, emocionalmente positiva y capaz de pensar de manera libre y crítica, superando la enseñanza

tradicional de ciencias basada en la repetición. Esto va en línea con los estudios de Da Silva et al. (2022), y refuerza la necesidad de metodologías activas centradas en el estudiante.

El MRE no debe evaluarse solo por su eficacia, sino por su capacidad de transformar a los estudiantes en interlocutores activos y emotivos, considerando la tecnología como un estilo de vida y la ciencia como eje central de la Educación y Sociedad 5.0, aplicable a cualquier nivel y contexto educativo. La educación no puede ser entendida como una simple transmisión de datos, sino como un proceso complejo que requiere una visión integral, en la cual el estudiante se apropia críticamente del conocimiento y actúa de manera ética y creativa ante una sociedad en constante transformación. Este escenario demanda la reconfiguración de los roles de quienes enseñan y aprenden. En este marco, el MRE se plantea como una estrategia adecuada para la enseñanza de las ciencias, como se evidencia en la investigación-acción desarrollada en España y México.

5. AGRADECIMIENTOS

Este artículo forma parte del trabajo de investigación desarrollado en el marco del programa de Doctorado en Tecnología Educativa de la Universitat Rovira i Virgili (URV), realizado por Izaskun Jorajuría Elizondo. Agradecemos el apoyo recibido por parte de las instituciones involucradas y la colaboración de todos los participantes en el estudio. Por otro lado, estudio se realizó en el marco del proyecto “*Inteligencia Artificial y Competencias Digitales para Docentes en la línea de la Educación 5.0*”, que forma parte del trabajo posdoctoral de Ricardo Alberto Reza Flores, bajo la supervisión de la profesora Rosa Maria Vicari. El proyecto se encuentra en el Programa de Posgrado en Informática Educativa (PPGIE), proceso n.º 9771, de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil.

6. FINANCIACIÓN

Este estudio no recibió financiación para su realización.

7. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Contribución de autoría: Conceptualización: R.A.R.F., I.J.E.; Curación de datos: R.A.R.F., M.U.R., I.J.E.; Análisis formal: R.A.R.F., I.J.E.; Investigación: R.A.R.F., I.J.E., L.A.P.C.; Metodología: R.A.R.F., I.J.E.; Administración del proyecto: I.J.E.; Supervisión: R.A.R.F., I.J.E., M.U.R.; Validación: R.A.R.F., I.J.E.; Redacción–preparación del borrador original: R.A.R.F., I.J.E.; Redacción–revisión y edición: R.A.R.F., I.J.E.; Visualización: R.A.R.F., I.J.E.,

8. REFERENCIAS

- Abad-Villaverde, B., Estanga Goñi, Á. y Orbaiceta, R. (2023). Innovación educativa para el desarrollo socioemocional: El caso del colegio Jesuitinas Pamplona. En M. González Boluda, Y. M. Ramírez Cruz, & C. Lorenzo Álvarez (Eds.), *Educación y conocimiento como ejes del pensamiento crítico. Experiencias innovadoras y significativas* (pp. 10–21). Ediciones Octaedro.
- Acosta Faneite, S. F. (2023). Criterios para la selección de técnicas e instrumentos de recolección de datos en las investigaciones mixtas. *Revista Honoris Causa*, 15(2), 62–83. <https://n9.cl/hzlag>
- Adell, J. y Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, pedagogías emergentes. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino & A. Vázquez (Eds.), *La universidad en la sociedad del conocimiento* (pp. 17–30). Universidad de Alicante.
- Ahmad, S., Umirzakova, S., Mujtaba, G., Amin, M. S., & Whangbo, T. (2023). Education 5.0: Requirements, enabling technologies, and future directions [Preprint]. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.15846>
- Ainscow, M. (2001). *Desarrollar escuelas inclusivas: Ideas, propuestas y experiencias para mejorar las instituciones escolares*. Narcea.
- Álvarez García, L. M. y García Martínez, A. (2023). Modelos de argumentación aplicados en la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática. *Papeles: Revista especializada de la Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Antonio Nariño*, 15(29), 143-167. <https://doi.org/10.54104/papeles.v15n29.1424>
- Anagnostopoulou V., Muñoz-Repiso A. & Martín S. (2023). Enhancing Inclusion and Critical Thinking with Station Rotation Model: A Research Proposal in *The European Conference on Education 2023: Official Conference Proceedings* (pp. 669-677). The International Academic Forum (IAFOR) <https://doi.org/10.22492/issn.2188-1162.2023.54>
- Arevalo Erique, M. A., Luna Alvarez, H. E., Ching Valle, J. X. y Zambrano Vera, A. M. (2023). Educación 5.0: más que un cambio de tecnología, un paso adelante en la educación. *Revista Conrado*, 19(94), 384–392. <https://n9.cl/jjmmux>

- Arnáiz, P. (2019). *Educación inclusiva: Una escuela para todos*. Octaedro.
- Anzelin, I. & Marín-Gutiérrez, A. (2020). Relación entre la emoción y los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Sophia*, 16(1), 48–64. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.16v.1i.1007>
- Azizan, F.Z. (2010). Blended learning in higher education institutions in Malaysia. *Proceedings of Regional Conference on Knowledge Integration in ICT 2010*, 454 – 466. <https://n9.cl/kmc0d>
- Bernard, R. M., Borokhovski, E., Schmid, R. F., Tamim, R. M., & Abrami, P. C. (2014). A meta-analysis of blended learning and technology use in higher education: From the general to the applied. *Journal of Computing in Higher Education*, 26(1), 87–122. <https://doi.org/10.1007/s12528-013-9077-3>
- Boelens, R., De Wever, B., & Voet, M. (2017). Four key challenges to the design of blended learning: A systematic literature review. *Educational Research Review*, 22, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.06.001>
- Booth, T. & Ainscow, M. (2011). *Index for inclusion: Developing learning and participation in schools*. Centre for Studies on Inclusive Education (CSIE).
- Busquets, T., Silva, M. y Larrosa, P. (2016). Reflexiones sobre el aprendizaje de las ciencias naturales: nuevas aproximaciones y desafíos. *Estudios pedagógicos*, 42(especial), 117-135. <https://doi.org/10.4067/s0718-07052016000300010>
- Cabero, J. (2014). Principios pedagógicos para la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza. *Revista de Tecnología Educativa*, 12(1), 35–52.
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, T., Walkem, K., Young, S., Bywaters, D., & Walker, K. (2020). Purposive sampling: Complex or simple? Research case examples. *Journal of Research*, 25(8), 652-661. <https://doi.org/10.1177/1744987120927206>
- Cherukunnath, D., & Singh, A. (2022). Exploring Cognitive Processes of Knowledge Acquisition to Upgrade Academic Practices. *Frontiers in Psychology*, 13, 1-7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.682628>.
- Da Silva, R., Felício, C., Ferreira-Silva, R., Ferreira, J., & Noll, M. (2023). Station rotation: An experience report of a teaching-learning proposal in youth and adult education. *Revista Electrónica Educare*, 27(1), 1–20. <https://doi.org/10.15359/ree.27-1.14472>
- De Guzmán, M. (2007). Enseñanza de las ciencias y la matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43, 19-58. <https://rieoei.org/RIE/article/view/750/1426>
- Espinar Álava, E. M., & Viguera Moreno, J. A. (2020). El aprendizaje experiencial y su impacto en la educación actual. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(3). https://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0257-43142020000300012&script=sci_arttext

- Esteve, V., & Mogas, J. (2019). El sistema de evaluación 360º para aprender a evaluar: Estudio de caso en educación superior. En R. Roig-Vila (Coord.), A. Lledó, & J. M. Antolí (Eds.), *XARXES-INNOVAESTIC 2019. Libro de actas / REDES-INNOVAESTIC 2019. Llibre d'actes* (pp. 37–38). Universitat d'Alacant
- Farina, C., Kotsopoulos, S.D. & Casalegno, F. (2018). Hybrid Connected Spaces: Mediating User Activities in Physical and Digital Space. In: Streitz, N., Konomi, S. (eds) *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions: Understanding Humans*. DAPI 2018. Lecture Notes in Computer Science, vol 10921. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91125-0_3
- Fierro-López, A. (2023). El conductismo en la formación docente: una mirada crítica. *Revista Internacional de Investigación en Educación*, 6(2), 45–60. <https://n9.cl/3mggf>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Frohn, J. (2024). Modelling inclusive education: The Didactic Model for Inclusive Teaching and Learning as a heuristic for inclusion research and teacher education. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 25(3), 514-526. <https://doi.org/10.1111/1471-3802.12741>
- Furman, M. (2016). *Educación de mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico, XI Foro Latinoamericano de Educación*. Santillana.
- García-Valcárcel, A. y Tejedor, F. J. (2017). *Integración de las TIC en el aula: Impacto en la calidad de la enseñanza*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Gobierno de España. (2020). *Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE)*. *Boletín Oficial del Estado*, 340, 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Golombek, D. (2019). *La ciencia es eso que nos pasa mientras estamos haciendo otras cosas*. Siglo XXI Editores.
- González Gómez, D., Jeong, J. S., Cañada Cañada, F. y Gallego Picó, A. (2017). La enseñanza de contenidos científicos a través de un modelo «Flipped». *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 71–87. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2233>
- Hook, C. J., & Farah, M. J. (2013). Neuroscience for educators: What are they seeking, and what are they finding? *Neuroethics*, 6(2), 331–341. <https://doi.org/10.1007/s12152-012-9159-3>

- Horn, M. B., & Staker, H. (2014). *Blended: Using disruptive innovation to improve schools*. Jossey-Bass.
- Ivankova, N. V. (2015). *Mixed Methods Applications in Action Research: From Methods to Community Action*. SAGE Publications.
- Jeffrey, B. (2006). *Creative learning practices: European experiences*. Tufnell Press
- Jiménez Moreno, J. A., Contreras Espinoza, I. de J. y López Ornelas, M. (2022). Lo cuantitativo y cualitativo como sustento metodológico en la investigación educativa: un análisis epistemológico. *Revista Humanidades*, 12(2), e51418. <https://doi.org/10.15517/h.v12i2.51418>
- Jorajuria Elizondo, I., & Usart Rodriguez, M. (2025). Modelo Rotación por Estaciones para la mejora del rendimiento en ciencias en secundaria: una revisión sistemática. *Revista de Investigación Educativa*, (43). <https://doi.org/10.6018/rie.599901>
- Kaur, M. (2020). Blended learning – *Its challenges and future*. *Procedia Computer Science*, 172, 956–961. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.136>
- Khramova, M., Hramov, A., & Fedorov, A. (2023). Current trends in the development of neuroscientific research in education. *Voprosy Obrazovaniya–Educational Studies Moscow*, (4), 275–316. <https://doi.org/10.17323/vo-2023-16701>
- Kuksa, I., & Childs, M. (2014). *The future of spaces – physical or virtual?* Chandos Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781780634067.5.145>
- Larsari, V. N., Dhuli, R., & Chenari, H. (2023). Station rotation model of blended learning as generative technology in education: Evidence-based research. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 441-450. https://doi.org/10.1007/978-3-031-29857-8_45
- Liu, C. J., & Huang, C. F. (2016). Innovative Science Educational Neuroscience: Strategies for Engaging Brain Waves in Science Education Research. En: Chiu, MH. (Eds) *Science Education Research and Practices in Taiwan*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-287-472-6_12
- Luna, B., Marek, S., Larsen, B., Tervo-Clemmens, B., & Chahal, R. (2015). An integrative model of the maturation of cognitive control. *Annual review of neuroscience*, 38, 151-170. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071714-034054>
- Meneses Granados, N. (2019). Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama, de Francisco Mora Teruel. *Perfiles educativos*, 41(165), 210-216. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-26982019000300210&s>
- Mora, F. (2022). *Neuroeducador: Una nueva profesión*. Alianza Editorial.

- Morin, E. (2020). *La mente bien ordenada: repensar la reforma, reformar el pensamiento*. Siglo XXI Editores México.
- Nadal Solanas, O. (2022). *Metodología STEAM-MAKER en primaria: Un estudio mixto* [Tesis de máster, Universitat Rovira i Virgili].
- OECD. (2018). *The Future of Education and Skills: Education 2030*. OECD Publishing. <https://n9.cl/y4055>
- Osuji, N. H., & Abraham, L. N. (2024). Station rotation model and Biology students' academic performance and retention in secondary schools in Obio-Akpor, Rivers State, Nigeria. *British Journal of Education*, 12(9), 67–77. <https://doi.org/10.37745/bje.2013/vol12n9pp6777>
- Othman, S. Z., Zaid, N. M., Abdullah, Z. b., & Aris, B. (2015). Enhancing meaningful learning in MRS120 rotational model. Paper presented at *the International Conference on Educational Studies (ICES 2015)*, Pulau Springs Resort, Johor Bahru, and Johor, Malaysia.
- Parrilla, Á. (2002). Diversidad y construcción de culturas inclusivas. *Revista de Educación*, (327), 27–56.
- Pradeep, K. R., Anbalagan, R., Thangavelu, A., Aswathy, S., Jisha, V. G. & Vaisakhi, V. S. (2024). Neuroeducation: understanding neural dynamics in learning and teaching. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1437418>
- Prince, M. J. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Reza Flores, R. A. (2024). Neuroeducación en las matemáticas: Renovación docente para la enseñanza de la adición y sustracción. *Interconectando Saberes*, (18), 123–144. <https://doi.org/10.25009/is.v0i18.2818>
- Santamaría-Domínguez, M., Jiménez-Vivas, A. y Gómez-Marcos, M. (2023). Competencia científica en Educación Primaria: Diseño y validación de un instrumento. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 24, e28111. <https://doi.org/10.14201/eks.28111>
- Slee, R. (2011). *The irregular school: Exclusion, schooling and inclusive education*. Routledge.
- Song, X., Razali, A. B., Sulaiman, T., & Jeyaraj, J. J. (2025). Effectiveness of online project-based learning on Chinese EFL learners' critical thinking skills and reading comprehension ability. *Thinking Skills and Creativity*, 50, 101778. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2025.101778>
- Sulisworo, D., Ummah, R., Nursolikh, M., & Rahardjo, W. (2020). The analysis of the critical thinking skills between blended learning implementation: Google Classroom and Schoology. *Universal Journal of Educational Research*, 8(3 B), 33–40. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081504>

Uddin, L., Supekar, K., Ryali, S., & Menon, V. (2011). Dynamic Reconfiguration of Structural and Functional Connectivity Across Core Neurocognitive Brain Networks with Development. *The Journal of Neuroscience*, 31, 18578-18589. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4465-11.2011>

Ulan Dari, A., Halim, S., & Ilyas, I. (2022). Influence of the use of the blended learning model rotation approach based on Moodle on motivation and cognitive abilities of students in physics. *Journal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(3), 1587–1591. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i3.1587>

UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*. UNESCO Publishing. <https://doi.org/10.54675/ASRB4722>

Para citar este artículo:

Jorajuria Elizondo, I., Reza Flores, R. A., Usart Rodriguez, M., y Pérez Chávez, L. A. (2025). Modelo de Rotación por Estaciones para la enseñanza de las ciencias: experiencias de intervención en el aula multinivel en España y México. *Eduotec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (93), 51-70. <https://doi.org/10.21556/edutec.2025.93.4031>