



Innovación docente en fisioterapia: Aprendizaje Basado en Problemas y códigos QR en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Fisioterapia del Aparato Locomotor

Innovation in Physiotherapy Teaching: Problem-Based Learning and QR codes in the teaching-learning process in the subject of Locomotor System Physiotherapy

Dr. Alberto Melián Ortiz*, Facultad De Enfermería Y Fisioterapia Salus Infirmorum, Universidad Pontificia De Salamanca, Madrid (España) (amelianor@upsa.es) (<https://orcid.org/0000-0003-3374-5802>)

Dra. Rosa Rojo López, Facultad De Enfermería Y Fisioterapia Salus Infirmorum, Universidad Pontificia De Salamanca, Madrid (España) (rrojolo@upsa.es) (<https://orcid.org/0000-0002-7400-902X>)

Dr. José Javier Galán Hernández, Facultad De Informática, Universidad Complutense De Madrid (España) (josejgal@ucm.es) (<https://orcid.org/0000-0002-1668-1731>)

RESUMEN

Las clases magistrales continúan siendo el método más utilizado en la enseñanza universitaria, pese a su limitada eficacia en la adquisición de habilidades críticas. En fisioterapia, la combinación de metodologías activas y herramientas tecnológicas puede mejorar la formación de los estudiantes. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de la implementación combinada del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y códigos QR sobre el rendimiento académico, la participación en clase y la percepción del alumnado en la asignatura de Fisioterapia del Aparato Locomotor. Se realizó un estudio longitudinal con diseño de métodos mixtos de tipo convergente, en una muestra intencional de 39 estudiantes del curso 2023-24. Se desarrolló una plataforma digital para generar y administrar preguntas interactivas a través de códigos QR y se diseñaron casos clínicos para ser resueltos mediante ABP. Se compararon los resultados con cohortes previas y se aplicó un cuestionario de autoevaluación para recoger la percepción del estudiante. Los resultados evidenciaron una mejora significativa en el rendimiento académico, con un aumento en la calificación media del examen teórico (7.1 frente a 6.5 en otros años anteriores) y un incremento en la tasa de aprobados (86% frente al 70%). Además, los estudiantes mostraron una alta valoración de la metodología, con una puntuación de 8.9 sobre 10 en utilidad percibida. Se concluye que la combinación de ABP y códigos QR optimiza el aprendizaje en fisioterapia, favoreciendo una formación más activa y efectiva, con impacto positivo en el rendimiento, la motivación del estudiante y adaptada a los retos educativos actuales.

ABSTRACT

Lectures remain the predominant teaching method in higher education despite their limited effectiveness in developing critical skills. In physiotherapy education, combining active methodologies with technological tools may enhance student training. This study aimed to evaluate the impact of implementing Problem-Based Learning (PBL) and QR codes on academic performance, class participation, and student perceptions in a Locomotor Apparatus Physiotherapy course. A longitudinal mixed-methods convergent design study was conducted with an intentional sample of 39 students (2023-24 cohort). A digital platform was developed to generate and administer interactive QR code questions, complemented by PBL clinical cases. Results were compared with previous cohorts, and student perceptions were assessed through self-evaluation questionnaires. Findings demonstrated significant academic improvement: higher average theoretical exam scores (7.1 vs. 6.5 in previous years) and increased pass rates (86% vs. 70%). Students highly valued the methodology (mean perceived usefulness score: 8.9/10). The study concludes that combining PBL with QR codes optimizes physiotherapy education by promoting active learning, showing positive impacts on academic performance, student motivation, and addressing contemporary educational challenges.

PALABRAS CLAVE | KEYWORDS

Aprendizaje cooperativo, Tecnología educativa, Educación universitaria, Métodos de enseñanza, Innovación educativa. Cooperative Learning, Educational Technology, University Education, Teaching Methods, Educational Innovation.

1. Introducción

A pesar de la evolución de las metodologías en la educación superior, las clases magistrales continúan siendo el método predominante en la enseñanza universitaria (Omelicheva y Avdeyeva, 2008; Zhao et al., 2020). Sin embargo, numerosos estudios han evidenciado que este enfoque no siempre es el más eficaz para la adquisición de conocimientos críticos y el desarrollo de habilidades de razonamiento necesarias en la educación superior, particularmente en los grados de ciencias de la salud. La enseñanza tradicional, históricamente, se ha centrado en el docente, lo que limitaba la participación activa del alumnado en su proceso de aprendizaje (Dehghanzadeh y Jafaraghaee, 2018; Wilson et al., 2017).

El modelo del «triángulo de aprendizaje» de Edgar Dale establece que los alumnos y las alumnas retienen aproximadamente el 90 % de lo que practican activamente y el 70 % de lo que explican, en contraste con solo el 10 % de lo que leen (Ibáñez Bernal, 2007). En esta línea, Miller (1990) planteó que el aprendizaje se desarrollaba a través de distintos niveles, desde la adquisición teórica hasta la aplicación práctica de los conocimientos.

Si bien, la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación sanitaria supuso un cambio, el modelo pedagógico sigue priorizando la transmisión unidireccional de conocimientos, lo que fomenta la dependencia del alumnado en los materiales proporcionados por el docente (Mendoza-Espinosa, Méndez-López y Torruco-García, 2012). Este enfoque pasivo puede afectar a la motivación y el compromiso del alumnado con su formación.

El proceso de enseñanza en el contexto de la Convergencia Europea requiere una reorientación que fomente la autonomía del alumnado en la adquisición de competencias y que aproxime la educación a la realidad profesional. En este marco, se ha subrayado la importancia de integrar nuevas metodologías activas y herramientas tecnológicas que faciliten este proceso (Castro Higuera, Monedero Morales y Luengo Benedicto, 2017; Martín Béjar et al., 2019). No obstante, la implementación de las TIC en el aula ha enfatizado el dominio de las herramientas digitales, dejando en segundo plano las competencias comunicativas esenciales en el ámbito sanitario (Gutiérrez-Martín, Pinedo-González y Gil-Puente, 2022).

El aprendizaje en fisioterapia debe combinar conocimientos teóricos con una práctica basada en la resolución de problemas, la comunicación efectiva y el razonamiento clínico. El diseño de un Plan de Intervención en Fisioterapia debe sustentarse en la aplicación de estos conceptos teóricos a escenarios clínicos reales o simulados, facilitando la adquisición de competencias transversales y evitando una enseñanza centrada únicamente en la memorización de contenidos sin aplicación práctica (Chávez Saavedra, González Sandoval y Hidalgo Valadez, 2016).

Los profesores universitarios del Grado en Fisioterapia, deben ser conscientes de que mantener la atención del alumnado durante las clases teóricas representa un desafío comparable al de enseñar técnicas manuales con precisión (Gonzalo et al., 2014). Si bien el aprendizaje en esta disciplina se centra en la práctica clínica, no se debe subestimar la importancia de la base teórica; es el cimiento donde se construye el razonamiento clínico esencial para la toma de decisiones terapéuticas (Jensen et al., 2000).

Ante la necesidad de incorporar innovación docente en el aula, en este estudio se ha optado por la integración de dos estrategias: el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el uso de preguntas de respuesta rápida mediante códigos QR (Quick Response Code). El ABP, desarrollado en la Universidad de McMaster (Canadá) en la década de 1970, se basa en la teoría constructivista y promueve el autoaprendizaje a través del análisis y la resolución de problemas clínicos (González-Hernando et al., 2016; Vega-Ramírez et al., 2010). Esta metodología fomenta la investigación autónoma, la discusión en grupos reducidos y el razonamiento crítico (Khaki, Ganjabi y Khodamoradi, 2015), lo que ha demostrado ser más efectivo que los enfoques tradicionales (Garwood et al., 2022).

Por su parte, los códigos QR ofrecen ventajas clave en el ámbito educativo, como la rapidez de acceso a la información, la capacidad de almacenamiento de datos y la flexibilidad en la gestión de contenidos (Parra-Santos et al., 2016).

En este estudio se han utilizado códigos QR dinámicos, cuya información puede ser modificada sin necesidad de alterar el código impreso, permitiendo una actualización constante del material didáctico (Casanova Pastor y Molina Jordá, 2013; Rodríguez et al., 2011). Por otro lado, la metodología consiste en intercalar durante las explicaciones códigos QR proyectados que, al ser escaneados con dispositivos móviles, dirigen a los estudiantes a preguntas de aplicación inmediata sobre los contenidos recién abordados.

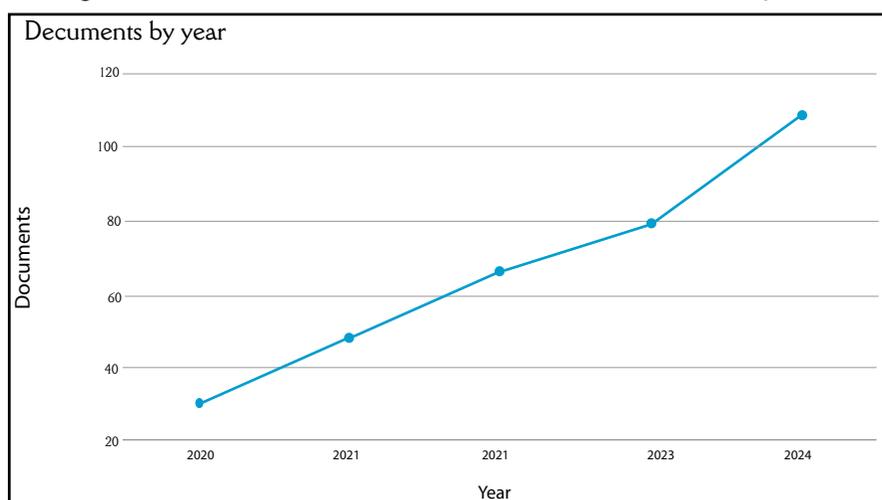
1.1. Estudio bibliométrico

Para fundamentar la selección del uso de tecnología (concretamente del código QR) en el ámbito de la docencia en fisioterapia, previamente se realizó una búsqueda bibliográfica de estudios empíricos en la base de datos Scopus, una de las bases de datos científicas más reconocidas y aceptadas internacionalmente en la comunidad académica, tanto por su cobertura interdisciplinar como por la calidad de sus contenidos indexados. La ecuación de búsqueda utilizada fue la siguiente:

(TITLE-ABS-KEY (“QR code” OR “quick response code” OR “mobile learning” OR “digital” OR “formative assessment”) AND TITLE-ABS-KEY (“physiotherapy” OR “physical therapy” OR “health sciences education”) AND TITLE-ABS-KEY (learning” OR “student” OR “academic” OR “university” OR education”))

Este análisis bibliométrico nos permitió observar una clara tendencia creciente en la producción científica relacionada con el uso de tecnologías digitales (y específicamente los códigos QR) en la enseñanza universitaria y áreas afines de la salud (Figura 1)4.

Figura 1: Producción científica relacionada entre los años 2020 y 2024.



Fuente: Scopus.

Como se puede apreciar, el número de publicaciones prácticamente se ha triplicado entre 2020 y 2024, lo que evidencia un interés creciente de la comunidad académica en investigar e implementar soluciones tecnológicas en la formación de futuros profesionales sanitarios.

Este crecimiento bibliográfico respalda la necesidad y la pertinencia, de aplicar herramientas digitales incluso en contextos donde predomina la formación práctica, como es el caso de la fisioterapia. El código QR, en este contexto, no sería un fin en sí mismo, sino un puente entre el conocimiento teórico y su aplicación activa durante la clase.

1.2. Objetivos

El ABP y los códigos QR han demostrado ser herramientas efectivas en la enseñanza de las ciencias de la salud (Jumabaeva et al., 2024; Situmoranga et al., 2019; Zhao et al., 2020). En este contexto, la combinación de ambas metodologías podría potenciar sus beneficios individuales y optimizar el aprendizaje en fisioterapia. En la presente investigación, se analiza la implementación de este enfoque en la asignatura de Fisioterapia del Aparato Locomotor, comparando los resultados académicos obtenidos con los de cursos anteriores en los que se empleaba únicamente la enseñanza tradicional.

Se plantea la hipótesis de que la combinación del ABP con el uso de códigos QR mejorará la calidad del aprendizaje y favorecerá una enseñanza más activa y significativa. Para ello, los objetivos principales del estudio han sido:

1. Promover un cambio en el paradigma educativo, incentivando la autonomía del alumno y el tránsito de una enseñanza conductista a un enfoque constructivista y cooperativo.
2. Evaluar la eficacia de la combinación del ABP con los códigos QR en la enseñanza de la asignatura de Fisioterapia del Aparato Locomotor.

Como objetivos secundarios, se han establecido:

- Desarrollar una aplicación para la implementación de los códigos QR en la asignatura y evaluar su utilidad percibida por el alumnado.
- Fomentar la asistencia a clase, promoviendo la motivación del alumnado mediante la resolución de casos clínicos y el uso de preguntas interactivas.
- Analizar la percepción del alumnado sobre su aprendizaje, contrastando sus expectativas académicas con los resultados obtenidos en la evaluación final.

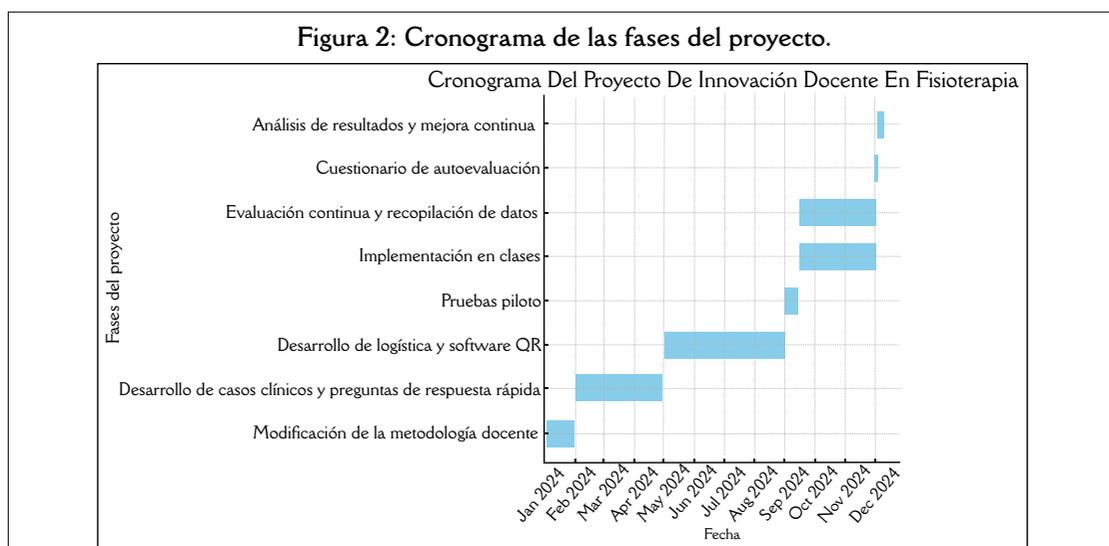
2. Material y Método

Se llevó a cabo un estudio con diseño de métodos mixtos de tipo convergente, en el que se combinaron técnicas cuantitativas (análisis del rendimiento académico y participación mediante estadística descriptiva y comparativa) con datos cualitativos obtenidos mediante un cuestionario de autoevaluación que recogió la percepción del alumnado sobre su proceso de aprendizaje.

La muestra se obtuvo mediante muestreo no probabilístico de tipo intencional, al estar constituida por los 39 alumnos/as matriculados en el curso 2023-2024 en la asignatura de Fisioterapia del Aparato Locomotor. Esta asignatura, de carácter obligatorio y con una carga lectiva de 6 créditos ECTS («European Credit Transfer System»), fue impartida en el tercer curso del Grado en Fisioterapia de la Facultad de Enfermería y Fisioterapia Salus Infirmorum de la Universidad Pontificia de Salamanca, en su Campus de Madrid. A lo largo del primer semestre, se abordaron las patologías y el tratamiento de las alteraciones del sistema del movimiento del cuerpo humano.

Este estudio se enmarcó dentro de un proyecto de innovación docente, en el que participaron los dos profesores responsables de la asignatura. Además, para el desarrollo e implementación del software de los códigos QR, se contó con la colaboración de un profesor del Departamento de Sistemas Informáticos y Computación de la Universidad Complutense de Madrid.

El proyecto se desarrolló en ocho fases, detalladas en el cronograma de la Figura 2 y descritas a continuación.



2.1. Modificación de la metodología docente y de evaluación de la asignatura

En enero de 2024, los profesores de la asignatura se reunieron para determinar las secciones del

temario más adecuadas para la implementación del ABP, así como los tipos de preguntas de respuesta rápida que el alumnado participante respondería mediante códigos QR. Además, se estableció la estrategia de integración de estos recursos en la metodología docente, asegurando su alineación con los objetivos de aprendizaje de la asignatura.

2.2. Desarrollo de casos clínicos y preguntas de respuesta rápida

Entre febrero y abril de 2024, se elaboraron los casos clínicos y las preguntas de respuesta rápida correspondientes a cada uno de los temas de la asignatura. Para garantizar la pertinencia de los casos clínicos, se definieron estructuras que fomentaran el razonamiento clínico, la comunicación y la discusión grupal, así como la búsqueda de evidencia científica. Además, se diseñaron con diversas opciones de solución, lo que permitió estimular el pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentadas. Estos aspectos resultaron esenciales para alcanzar los resultados de aprendizaje previstos (Dolmans, Snellen-Balendong y van der Vleuten, 1997; Jones, 2006).

2.3. Desarrollo de logística y software QR

Una vez redactadas las preguntas de respuesta rápida, se inició el proceso de generación de los códigos QR. Para su administración, se desarrolló una plataforma web denominada «Question» (<https://josejgal.pythonanywhere.com/Salus/configuracion>). Esta herramienta fue implementada utilizando el lenguaje de programación Python junto con el framework Flask para el «backend», mientras que MySQL se utilizó como base de datos para la gestión de preguntas, respuestas y datos de los usuarios.

La interfaz de la plataforma se diseñó con HTML, CSS y JavaScript, garantizando su adaptación responsiva para dispositivos móviles y proporcionando una experiencia de usuario eficiente y accesible.

Entre las características clave del sistema destacan:

- Dinamismo en la presentación de preguntas, las cuales variaban según la fecha y hora, asegurando la actualización constante del contenido.
- Base de datos relacional, que permitía a los profesores analizar patrones y tendencias en los resultados del alumnado.
- Privacidad de la información, mediante un identificador único de cinco dígitos asociado a cada alumno/a para calificar sus respuestas.
- Panel de administración, diseñado para la configuración y gestión eficiente de las preguntas por parte del profesorado.
- Análisis de datos en tiempo real, accesible a través de la página de Informes, donde los docentes podían visualizar métricas relevantes, como el número de expediente del alumno/a, el número de pregunta, la precisión de las respuestas (1 para correcta, 0 para incorrecta) y el registro de fecha y hora de cada intento.

Este sistema permitió una administración efectiva del proceso de evaluación interactiva mediante códigos QR, favoreciendo la integración de herramientas digitales en el aprendizaje del alumnado.

2.4. Pruebas piloto

Durante la primera quincena de septiembre de 2024, se llevaron a cabo diversas pruebas piloto con el objetivo de evaluar la funcionalidad y eficacia del sistema implementado. Estas pruebas permitieron verificar el correcto funcionamiento de los códigos QR, la plataforma web y la interacción del alumnado con la herramienta, asegurando su usabilidad antes de su aplicación en el entorno docente.

2.5. Implementación en clases

La docencia se llevó a cabo entre el 16 de septiembre y el 3 de diciembre de 2024. El proyecto de innovación docente incluyó 20 preguntas de respuesta rápida, enfocadas en conceptos clave de cada tema de la asignatura, y 10 casos clínicos hipotéticos diseñados para reforzar el aprendizaje mediante la aplicación del método ABP.

El primer día de clase, el profesor titular presentó al alumnado la metodología docente y de evaluación, los objetivos del proyecto de innovación y las instrucciones para el uso de los códigos QR. Cada alumno/a,

tras escanear el código, dispuso de un minuto para seleccionar la respuesta correcta y enviarla junto con su número de expediente académico. Una vez enviada, el sistema no permitía realizar un nuevo intento.

En relación con la resolución de los casos clínicos mediante ABP, estos se trabajaron en las clases prácticas, organizadas en dos grupos (A y B). A su vez, cada grupo se dividió en seis subgrupos más pequeños para analizar y resolver el caso clínico. El alumnado contaba con 20 minutos para desarrollar la solución, tras lo cual se procedía a la discusión conjunta en el aula. En este proceso, el profesor actuaba únicamente como facilitador, interviniendo solo para resolver dudas.

Para la implementación del ABP, se siguieron las directrices de la Escuela de Maastricht, tal como han sido sintetizadas por Mendoza-Espinosa et al. (2012):

- Se establecieron las condiciones de trabajo y se conformaron los grupos.
- El profesor presentó el caso clínico al alumnado.
- Los alumnos y las alumnas analizaron el problema, identificaron los procedimientos y tareas necesarias para su resolución.
- Se formularon hipótesis diagnósticas y se definieron objetivos de tratamiento.
- Se expuso el análisis del caso clínico al profesor y a los compañeros, con el fin de compartir conocimientos.
- Se llevó a cabo una discusión conjunta sobre el problema y sus posibles soluciones.

Algunas de estas preguntas de respuesta rápida y casos clínicos fueron incluidas en los exámenes, con el propósito de reforzar el proceso de aprendizaje.

2.6. Evaluación continua y recopilación de datos

La recolección de respuestas a los códigos QR se completó tras la finalización de la última clase teórica, el 26 de noviembre de 2024, mientras que la resolución de los casos clínicos se realizó en el mismo día en que se planteaban.

2.7. Cuestionario de autoevaluación

En la última sesión, se entregó un cuestionario de Autoevaluación del Aprendizaje Autorregulado, destinado a fomentar la reflexión del alumnado sobre su propio proceso de aprendizaje. Este cuestionario evaluó aspectos como la participación activa en clase, el compromiso con la asignatura, la disposición para el trabajo en equipo, la colaboración con compañeros y profesores, la capacidad de resolución de casos clínicos, la facilidad para adquirir conocimientos teórico-prácticos, la interacción con el profesor, la asistencia a clase y la valoración del uso de códigos QR en el aprendizaje.

Cada ítem se calificó en una escala de 6 a 10, donde 6 correspondía a “insuficiente” y 10 a “excelente”. Además, se incluyó la pregunta: ¿Qué calificación esperas obtener en la asignatura?, con el objetivo de comparar la percepción subjetiva del alumno y de la alumna con los resultados obtenidos en la evaluación final.

Los datos recogidos mediante este cuestionario permitieron un análisis cualitativo complementario, proporcionando información sobre la percepción subjetiva del alumnado respecto a su proceso de aprendizaje y la utilidad de las metodologías aplicadas.

2.8. Análisis de resultados y mejora continua

Para evaluar el impacto de la metodología innovadora aplicada en este proyecto, se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo y predictivo. Cada uno de estos enfoques proporcionó información relevante sobre el rendimiento académico del alumnado, su nivel de satisfacción con el método de enseñanza y la influencia de diversas variables en los resultados finales.

El análisis descriptivo permitió obtener una visión general de los datos recopilados, identificando tendencias y patrones en el desempeño del alumnado. Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión, como la media, la desviación estándar, los percentiles y los valores mínimos y máximos de las calificaciones en los exámenes y cuestionarios de autoevaluación.

Además del análisis cuantitativo, se realizó una revisión cualitativa de las respuestas al cuestionario de autoevaluación, lo que permitió triangular la información y enriquecer la interpretación de los datos obtenidos desde una perspectiva centrada en el estudiante.

Por otro lado, el análisis predictivo facilitó la identificación de relaciones entre las distintas variables

estudiadas, permitiendo estimar el impacto del uso de códigos QR y el ABP en los resultados académicos.

Todos los cálculos fueron realizados mediante el uso de Pandas en Python y Microsoft Excel, herramientas que permitieron una gestión eficiente de los datos, así como la generación de tablas y gráficos para la interpretación de los resultados.

3. Resultados

Se compararon los resultados académicos del curso 2023-2024 con los obtenidos en años anteriores, cuando la enseñanza se basaba exclusivamente en clases magistrales y clases prácticas. El examen teórico, compuesto por 70 preguntas tipo test, presentó un nivel de dificultad similar al de cursos previos e incluyó preguntas similares a aquellas formuladas a través de los códigos QR.

El análisis descriptivo permitió obtener una visión general de los datos recopilados durante el curso. Se calcularon medidas estadísticas como la media y la desviación estándar de las calificaciones en los exámenes y en los cuestionarios de autoevaluación (Tabla 1), así como las puntuaciones obtenidas en las preguntas de respuesta rápida mediante códigos QR. Este análisis facilitó la comprensión de la distribución del rendimiento académico del alumnado y permitió la identificación de patrones de desempeño relevantes.

Asimismo, se analizó la frecuencia de respuestas correctas e incorrectas en cada una de las preguntas asociadas a los códigos QR. Este estudio permitió determinar las áreas de contenido mejor asimiladas por el alumnado y aquellas que requieren un refuerzo adicional en la enseñanza (Tabla 1).

Tabla 1: Análisis descriptivo de los datos obtenidos durante el curso 23-24

	Calificación Examen	Calificación Cuestionario	Respuestas Correctas QR (%)	Participación ABP	Uso QR (%)
media	7,1	8,9	85,7	77,2	75,5
SD	1,4	0,9	9,1	10,9	14,8
mín.	4,5	5,3	70,2	60,6	50,2
25%	6	7,5	78,1	69,2	61,9
50%	7,1	8,1	85,2	75,4	80,3
75%	8	8,7	94,3	85,5	86,1
máx.	10,2	9,5	99,1	99,4	96,2

En relación con al cuestionario de autoevaluación, la puntuación media obtenida por el alumnado en el curso 2023-2024 fue de 8.9 puntos, lo que representa una mejora respecto a la media de 8.3 puntos, registrada en cursos anteriores (Tabla 2).

Tabla 2: Cuestionario de Autoevaluación del Aprendizaje Autorregulado.

Curso académico	n (alumnos/as matriculados/as)	Participación	Puntuación media del cuestionario
Curso 23-24	39	87%	8.9
Cursos anteriores	344	82%	8.3

La valoración del alumnado sobre la utilidad del uso de los códigos QR obtuvo una puntuación media de 9.1 sobre 10, lo que indica una alta aceptación de esta herramienta como recurso de aprendizaje.

En cuanto a la percepción del alumnado sobre su desempeño en la asignatura, la respuesta media a la pregunta ¿Qué calificación esperas obtener en la asignatura? fue de 6.9 puntos (SD=0.71). Sin embargo, la calificación final obtenida tras la realización de las pruebas de evaluación fue ligeramente superior, con una media de 7.2 puntos (SD=1.5).

En la Tabla 3, se presentan los datos relativos a la calificación final obtenida por los alumnos y las alumnas en el curso 2023-2024. Por su parte, la Tabla 4 compara estos resultados con la media de las calificaciones de los cursos anteriores desde la introducción de la asignatura en el grado, permitiendo evaluar la evolución del desempeño académico a lo largo del tiempo.

Tabla 3: Calificación de la parte teórica (%).

Curso	n (alumnos/as presentados/as)	suspensos	aprobados	notables	sobresalientes
23-24	36	5.5%	25%	52.7%	16.6%

Tabla 4: Calificación final de la asignatura comparada con convocatorias anteriores.

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total (%)	Conv. actual
10 MH	Matrícula de Honor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0 (0%)	0 (0%)
9 - 10	Sobresaliente	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	4(1,1%)	6 (16,6%)
7 - 8	Notable	6	14	8	12	20	8	7	2	7	14	98(28,4%)	19 (52,7%)
5 - 6	Aprobado	14	21	10	7	11	10	10	1	11	6	101(29,3%)	9 (25%)
0 - 4	Suspense	4	11	16	22	10	18	7	13	6	11	118(34,3%)	2 (5,5%)
N.P.	No Presentado	6	1	2	2	3	1	3	4	1	0	23(6,6%)	3 (8,3%)
	n	30	48	36	44	44	37	27	21	25	32	344	39

Finalmente, la Tabla 5 presenta los resultados obtenidos en las respuestas a las 20 preguntas formuladas mediante código QR. Este análisis permitió evaluar el nivel de comprensión y asimilación de los conceptos clave de la asignatura, identificando la frecuencia de respuestas correctas e incorrectas.

Los datos recopilados en esta tabla proporcionan información relevante para determinar qué áreas del contenido fueron mejor internalizadas por el alumnado y cuáles requieren un refuerzo adicional en futuras ediciones del curso. Además, estos resultados contribuyen a valorar la eficacia del uso de códigos QR como herramienta de aprendizaje interactivo dentro de la metodología implementada.

Tabla 5: Resultados de las preguntas realizadas.

Número pregunta	Número respuestas	Resp. Correctas	Resp. Incorrectas
1	38(97.4%)	33(86.8%)	5(13.2%)
2	32(82%)	29(90.6%)	3(9.4%)
3	34(87.1%)	18(53%)	16(47%)
4	26(66.6%)	23(88.4%)	3(11.6%)
5	32(82%)	32(100%)	0(0%)
6	30(76.9%)	30(100%)	0(0%)
7	27(69.2%)	12(44.4%)	15(55.6%)
8	25(64.1%)	22(88%)	3(12%)
9	27(69.2%)	25(92.6%)	2(7.4%)
10	28(71.7%)	5(17.8%)	23(82.2%)
11	25(64.1%)	24(96%)	1(4%)
12	30(76.9%)	29(96.6%)	1(3.4%)
13	34(87.1%)	33(97%)	1(3%)
14	36(92.3%)	31(86.1%)	5(13.9%)
15	34(87.1%)	7(20.6%)	27(79.4%)
16	27(69.2%)	25(92.6%)	2(7.4%)
17	29(74.3%)	12(41.3%)	17(58.7%)
18	35(89.7%)	34(97.1%)	1(2.9%)
19	29(74.3%)	19(65.5%)	10(34.5%)
20	31(79.4%)	31(100%)	0(0%)

4. Discusión

Desde una perspectiva de métodos mixtos, el proceso de enseñanza-aprendizaje en fisioterapia debe orientarse a comprender y mejorar la experiencia educativa del estudiante, incorporando tanto el análisis de resultados cuantitativos como la interpretación de percepciones cualitativas. En este estudio, la implementación combinada del ABP y el uso de códigos QR ha mostrado resultados positivos en términos de rendimiento académico, participación y satisfacción del alumnado.

Uno de los resultados clave fue el aumento de la calificación media del examen teórico (7.1 frente a 6.5 en años anteriores), junto con un mayor porcentaje de estudiantes con calificaciones de notable o sobresaliente. Estos resultados coinciden con estudios previos que han demostrado la eficacia del ABP para mejorar el aprendizaje profundo y la aplicación práctica del conocimiento en ciencias de la salud (Trullàs et al., 2022; Vernon y Blake, 1993). En particular, en fisioterapia, se ha observado que un enfoque basado en problemas fomenta el razonamiento clínico, la toma de decisiones y la integración de contenidos en contextos reales (Chávez Saavedra et al., 2016; Korpi, Peltokallio y Piirainen, 2014; Reis y Monteiro, 2015).

El uso de códigos QR permitió introducir un componente de interacción inmediata en las clases teóricas,

lo que favoreció la asistencia y la implicación activa del alumnado. Esta experiencia es coherente con lo descrito por Coughlin (2023) y Masih (2022), quienes destacan que la incorporación de tecnologías móviles como los códigos QR puede mejorar el «engagement» estudiantil, es decir, el compromiso y la implicación activa del estudiante, al ofrecer dinámicas más participativas y personalizadas (Albanese y Mitchell, 1993; Groves, 2005). Además, la capacidad de los QR para proporcionar retroalimentación instantánea se ha identificado como un facilitador clave para el aprendizaje autónomo y la evaluación continua (Artemova et al., 2022). Como bien señala Cook et al. (2023), la tecnología educativa no sustituye, sino que potencia la formación práctica. En nuestro caso, los códigos QR han demostrado ser una herramienta accesible pero poderosa para desarrollar las competencias cognitivas que subyacen al ejercicio clínico excelente.

En este contexto, hemos implementado el uso estratégico de códigos QR como herramienta pedagógica innovadora. Esta aparentemente simple intervención ha demostrado tres beneficios fundamentales:

Primero, potencia la atención sostenida mediante lo que Schmidt et al. (2020) denominan “aprendizaje intermitente activado”. La expectativa de posibles preguntas en cualquier momento transforma al estudiante de receptor pasivo a participante activo, mejorando significativamente los niveles de concentración.

Segundo, refuerza el aprendizaje significativo al aprovechar el “efecto de recuperación inmediata”. Responder preguntas contextualizadas justo después de la exposición teórica mejora la retención en un 35-40% (Karpicke y Blunt, 2011) facilitando la integración del conocimiento en esquemas de razonamiento clínico.

Tercero, proporciona retroalimentación formativa instantánea. Como señalan Hattie y Timperley (2007), este tipo de feedback es crucial para ajustar la enseñanza. Nuestros datos muestran que mientras las preguntas tradicionales vienen a generar respuestas del 12-15% entre el alumnado, los QR han incrementado la participación un 75.5%.

El cuestionario de autoevaluación mostró una alta valoración por parte de los estudiantes tanto del método docente como de su propio proceso de aprendizaje, con una puntuación media de 8.9 sobre 10. Este resultado sugiere una percepción positiva de la metodología activa y tecnológica empleada, en línea con estudios previos que relacionan el uso del ABP y las TIC con un mayor desarrollo de la autorregulación del aprendizaje (Gutiérrez-Martín et al., 2022). Asimismo, el hecho de que la calificación final obtenida (media 7.2) fuera superior a la calificación esperada (media 6.9) refuerza la coherencia entre la percepción y el rendimiento real.

Aunque el ABP ha sido ampliamente analizado en medicina y enfermería (Oderinu et al., 2020; Shin y Kim, 2013), su combinación con herramientas digitales como los códigos QR en el contexto de la fisioterapia universitaria representa una innovación aún poco explorada. Este estudio aporta evidencia empírica sobre cómo ambas estrategias pueden integrarse eficazmente, mejorando no solo el rendimiento académico, sino también la motivación y la autonomía del estudiante. Además, los resultados permiten establecer paralelismos con investigaciones que destacan la necesidad de replantear el paradigma educativo en ciencias de la salud hacia modelos más activos, personalizados y basados en competencias (Gutiérrez-Martín et al., 2022; Nóbile et al., 2021).

Entre las limitaciones del estudio se encuentran su carácter unicéntrico y el reducido tamaño muestral, lo que puede limitar la generalización de los resultados. Sin embargo, estas limitaciones son habituales en proyectos piloto de innovación docente. Futuros estudios deberían replicar esta metodología en otras asignaturas y universidades, idealmente incorporando grupos control y medidas longitudinales, para evaluar su impacto a mayor escala.

Los resultados de este estudio refuerzan la utilidad de combinar metodologías activas y recursos tecnológicos en la docencia universitaria de fisioterapia. Esta aproximación metodológica no solo responde a las demandas de una enseñanza más participativa y efectiva, sino que también proporciona herramientas concretas para el desarrollo de competencias clínicas y transversales esenciales en la práctica profesional.

5. Conclusiones

La combinación de ABP y los códigos QR, evaluada mediante un enfoque de métodos mixtos, ha mostrado un impacto positivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Fisioterapia del Aparato Locomotor, dentro del Grado en Fisioterapia. Esta metodología ha favorecido la comprensión teórica, la participación activa, el aprendizaje autónomo y la mejora del rendimiento académico del alumnado.

La alta valoración por parte de los estudiantes y la funcionalidad del software desarrollado respaldan la viabilidad de esta propuesta como herramienta docente innovadora. Además, los resultados permiten identificar áreas de mejora en la comprensión de determinados contenidos. Así, tras el análisis de los

resultados de las respuestas dadas a las preguntas formuladas mediante código QR, se ha identificado la necesidad de reforzar los conceptos teóricos relacionados con las preguntas 7, 10, 15 y 17, que fueron las respondidas incorrectamente con mayor frecuencia por los alumnos y las alumnas, lo que contribuirá al perfeccionamiento del diseño didáctico en futuras ediciones de la asignatura.

En conjunto, esta experiencia aporta una base empírica sólida para seguir incorporando metodologías activas y recursos tecnológicos en la docencia universitaria en ciencias de la salud, con el objetivo de alinear el proceso de formación con las competencias clínicas y profesionales que exige el contexto asistencial actual.

Referencias

- Albanese, M. A. y Mitchell, S. (1993). Problem-based Learning: A Review of Literature on Its Outcomes and Implementation Issues. *Academic Medicine*, 68(1), 52-81. <https://doi.org/10.1097/00001888-199301000-00012>
- Artemova, E. G., Shishalova, Y. S., Melnikov, S. E., Orekhova, O. E. y Nikiporets-Takigawa, G. (2022). El uso de códigos QR y su eficacia en la aplicación de competencias profesionales. *Revista de Investigación Apuntes Universitarios*, 12(1), 419-435. <https://doi.org/10.17162/au.v12i1.978>
- Casanova Pastor, G. y Molina Jordá, J. M. (2013, 4-5 de julio). Implementación de códigos QR en materiales docentes [Póster]. XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria, Alicante, España. <https://hdl.handle.net/10045/43301>
- Castro Higuera, A., Monedero Morales, C. d. R. y Luengo Benedicto, J. T. (2017). Videotutorials and QR codes: ICT resources at Communication Sciences audiovisual labs. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 3(2), 137-145. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2017.v3i2.2046>
- Chávez Saavedra, G., González Sandoval, B. V. y Hidalgo Valadez, C. (2016). Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) a través del m-learning para el abordaje de casos clínicos. Una propuesta innovadora en educación médica. *Innovación Educativa (México, DF)*, 16(72), 95-112. <https://bit.ly/4h4h2aV>
- Cook, H., Apps, T., Beckman, K. y Bennett, S. (2023). Digital competence for emergency remote teaching in higher education: understanding the present and anticipating the future. *Educational Technology Research and Development*, 71(1), 7-32. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10194-4>
- Coughlin, V. (2023). Quick Response (QR) Code Electronic Competencies: Innovating Nursing Professional Practice Through Mobile Resources and Educational Technology Systems. *Journal for Nurses in Professional Development*, 39(4), E62-E65. <https://doi.org/10.1097/nnd.0000000000000837>
- Dehghanzadeh, S. y Jafaraghaee, F. (2018). Comparing the effects of traditional lecture and flipped classroom on nursing students' critical thinking disposition: A quasi-experimental study. *Nurse Education Today*, 71, 151-156. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2018.09.027>
- Dolmans, D. H. J. M., Snellen-Balendong, H. y van der Vleuten, C. P. M. (1997). Seven principles of effective case design for a problem-based curriculum. *Medical Teacher*, 19(3), 185-189. <https://doi.org/10.3109/01421599709019379>
- Garwood, C. L., Banfill, K., Maher, S., McQueen, J., Moser, L. R., Moul, A., et al. (2022). A multimodal interprofessional education program including case-based problem solving focused on pain management increases student's knowledge and interprofessional skills. *Journal of Interprofessional Care*, 36(6), 864-872. <https://doi.org/10.1080/13561820.2022.2038102>
- González-Hernando, C., Martín-Villamor, P. G., Souza-De Almeida, M., Martín-Durántez, N. y López-Portero, S. (2016). Ventajas e inconvenientes del aprendizaje basado en problemas percibidos por los estudiantes de Enfermería. *Revista de la Fundación Educación Médica*, 19(1), 47-53. <https://doi.org/10.33588/fem.191.822>
- Gonzalo, J. D., Heist, B. S., Duffy, B. L., Dyrbye, L., Fagan, M. J., Ferenchick, G., et al. (2014). Content and timing of feedback and reflection: a multi-center qualitative study of experienced bedside teachers. *BMC Medical Education*, 14(1), 212. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-14-212>
- Groves, K. S. (2005). Linking Leader Skills, Follower Attitudes, and Contextual Variables via an Integrated Model of Charismatic Leadership. *Journal of Management*, 31(2), 255-277. <https://doi.org/10.1177/0149206304271765>
- Gutiérrez-Martín, A., Pinedo-González, R. y Gil-Puente, C. (2022). Competencias TIC y mediáticas del profesorado. Convergencia hacia un modelo integrado AMI-TIC. *Comunicar*, 70(30), 21-33. <https://doi.org/10.3916/C70-2022-02>
- Hattie, J. y Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Ibáñez Bernal, C. (2007). Un análisis crítico del modelo del triángulo pedagógico. Una propuesta alternativa. *Revista mexicana de investigación educativa*, 12(32), 435-456. <https://bit.ly/3EWX0Bu>
- Jensen, G. M., Gwyer, J., Shepard, K. F. y Hack, L. M. (2000). Expert Practice in Physical Therapy. *Physical Therapy*, 80(1), 28-43. <https://doi.org/10.1093/ptj/80.1.28>
- Jones, R. W. (2006). Problem-based Learning: Description, Advantages, Disadvantages, Scenarios and Facilitation. *Anaesthesia and Intensive Care*, 34(4), 485-488. <https://doi.org/10.1177/0310057x0603400417>
- Jumabaeva, C., Afacan Adanir, G., Sartova, K. y Muhametjanova, G. (2024). Kyrgyz Students' Acceptance of QR Code Use in Organic Chemistry Course. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 10(1), 166-183. <https://doi.org/10.24310/ijtei.101.2024.17747>
- Karpicke, J. D. y Blunt, J. R. (2011). Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping. *Science*, 331(6018), 772-775. <https://doi.org/10.1126/science.1199327>
- Khaki, N., Ganjani, M. y Khodamoradi, A. (2015). The Effect of Learning Style on the Performance of Students in a Preemptive Focus-on-Form Instruction. *Porta Linguarum*, 24, 21-32. <https://doi.org/10.30827/Digibug.53788>

- Korpi, H., Peltokallio, L. y Piirainen, A. (2014). The story models of physiotherapy students' professional development. Narrative research. *European Journal of Physiotherapy*, 16(4), 219-229. <https://doi.org/10.3109/21679169.2014.934279>
- Martín Béjar, S., Martín Sánchez, M. J., Trujillo Vilches, F. J. y Bermudo Gamboa, C. (2019). ICT educational resource elaboration in Manufacturing Process Engineering. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 5(1), 55-62. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2018.v4i2.4467>
- Masih, E. A. (2022). Feasibility of using QR code for registration & evaluation of training and its ability to increase response rate – The learners' perception. *Nurse Education Today*, 111, 105305. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105305>
- Mendoza-Espinosa, H., Méndez-López, J. y Torruco-García, U. (2012). Aprendizaje basado en problemas (ABP) en educación médica: sugerencias para ser un tutor efectivo. *Investigación En Educación Médica*, 1(4), 235-237. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2012.04.00011>
- Miller, G. E. (1990). The assessment of clinical skills/competence/performance. *Academic Medicine*, 65(9), S63-S67. <https://doi.org/10.1097/00001888-199009000-00045>
- Nóbile, C. I., Gauna Domínguez, C. d. V., Aude Berozonce, M. P. y Pérez, J. (2021). Active methodologies and knowledge management to promote creativity and innovation in the classroom. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 7(1), 61-74. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2021.v7i1.9887>
- Oderinu, O. H., Adegbulugbe, I. C., Orenuga, O. O. y Butali, A. (2020). Comparison of students' perception of problem-based learning and traditional teaching method in a Nigerian dental school. *European Journal of Dental Education*, 24(2), 207-212. <https://doi.org/10.1111/eje.12486>
- Omelicheva, M. Y. y Avdeyeva, O. (2008). Teaching with Lecture or Debate? Testing the Effectiveness of Traditional versus Active Learning Methods of Instruction. *PS: Political Science & Politics*, 41(3), 603-607. <https://doi.org/10.1017/S1049096508080815>
- Parra-Santos, M.-T., Molina-Jordá, J.-M., Luna-Sandoval, G., Cacho-Pérez, M. y Pérez-Domínguez, J.-R. (2016). *Integración de Códigos de Respuesta Rápida para Agilizar el Desarrollo de la Clase de Aula*. Proyectos de Innovación Docente. Informe de Seguimiento. <https://bit.ly/41o9XNP>
- Reis, F. J. J. y Monteiro, M. G. M. (2015). La enseñanza de Fisioterapia: ¿es el momento de reconsiderar la práctica? *Fisioterapia e Pesquisa*, 22(4), 340-341. <https://doi.org/10.590/1809-2950/1279022042015>
- Rodríguez, M. C., Miranda, P. G., Sánchez, O. C. y Cueto, C. M. V. (2011). Incorporación de casos clínicos para la mejora de la enseñanza de Fisiopatología. *Revista de Enseñanza Universitaria*, (38), 27-36. <https://bit.ly/4gIB2zr>
- Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G. y Zelaznik, H. N. (2020). *Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis* (7th ed.). Human Kinetics Books. <https://us.humankinetics.com/products/motor-control-and-learning-6th-edition-with-web-resource>
- Shin, I.-S. y Kim, J.-H. (2013). The effect of problem-based learning in nursing education: a meta-analysis. *Advances in Health Sciences Education*, 18(5), 1103-1120. <https://doi.org/10.1007/s10459-012-9436-2>
- Situmoranga, R., Siangb, J. L., Ibrahimc, N. y Lagunsiangd, J. (2019). Development of Collaborative Learning Materials Based on QR Code to Facilitate Learning. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 8(6), 85-98. <https://bit.ly/4i4ICEF>
- Trullàs, J. C., Blay, C., Sarri, E. y Pujol, R. (2022). Effectiveness of problem-based learning methodology in undergraduate medical education: a scoping review. *BMC Medical Education*, 22(1), 104. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03154-8>
- Vega-Ramírez, F. A., López-Liria, R., Padilla-Góngora, D., Santiuste-Bermejo, V., Martínez-Cortés, M. C. y Rodríguez-Martín, C. R. (2010). El Aprendizaje Basado en Problemas en Ciencias de la Salud. *Revista de Psicología y Educación*, 1(5), 187-200. <https://bit.ly/4hHFOP1>
- Vernon, D. T. y Blake, R. L. (1993). Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluative research. *Academic Medicine*, 68(7), 550-563. <https://doi.org/10.1097/00001888-199307000-00015>
- Wilson, J. A., Pegram, A. H., Battise, D. M. y Robinson, A. M. (2017). Traditional lecture versus jigsaw learning method for teaching Medication Therapy Management (MTM) core elements. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 9(6), 1151-1159. <https://doi.org/10.1016/j.cptl.2017.07.028>
- Zhao, W., He, L., Deng, W., Zhu, J., Su, A. y Zhang, Y. (2020). The effectiveness of the combined problem-based learning (PBL) and case-based learning (CBL) teaching method in the clinical practical teaching of thyroid disease. *BMC Medical Education*, 20(1), 381. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02306-y>