

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2024/2025

Escape Room virtual para la enseñanza y aprendizaje del microarray de ADN en Formación Profesional de Procesos Sanitarios

Alumno/a: **Sara Comín Cebrián**

Tutor/a: **María Ortiz Lucas**

Modalidad: Propuesta Didáctica Innovadora

Especialidad: Procesos Sanitarios

Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación
Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional, Enseñanza de
Idiomas y Enseñanzas Deportivas

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

Resumen

Ante el desafío que supone que los estudiantes de ciclos formativos adquieran experiencia práctica real de laboratorio con microarrays de ADN durante su formación, resulta fundamental que los estudiantes desarrollen una base teórica sólida que les permita comprender los principios y aplicaciones de esta tecnología antes de enfrentarse al mundo laboral.

Por ello, el objetivo de este trabajo se centra en el diseño de una propuesta de intervención innovadora para la mejora de la comprensión y retención de contenidos, así como la motivación hacia el aprendizaje de los microarrays de ADN, dirigida a los estudiantes de Formación Profesional del ciclo de Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico en la unidad de Técnicas de Hibridación del módulo Biología Molecular y Citogenética. Para ofrecer una máxima flexibilidad con recursos mínimos y debido al creciente uso de los entornos digitales, se ha diseñado un Escape Room virtual, enmarcado en el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) como metodología activa innovadora, determinando su efectividad para la adquisición de conocimientos, la actitud de los estudiantes hacia los contenidos y la motivación hacia el estudio.

Los resultados obtenidos mostraron un efecto más positivo sobre el conocimiento teórico-práctico, motivación y satisfacción por el aprendizaje que la enseñanza tradicional. Las conclusiones de este estudio sugieren que la integración de metodologías activas basadas en el ABJ, como el Escape Room virtual, en la enseñanza del microarray de ADN no solo mejora el rendimiento académico, sino que también aumenta la motivación con una aceptación positiva de los estudiantes.

Palabras clave: Microarray de ADN, ABJ, Escape Room virtual, Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico, Biología Molecular y Citogenética.

Abstract

Given the challenge of students in vocational training to acquire real practical laboratory experience with DNA microarrays during their training, it is essential for them to develop a solid theoretical foundation that allows them to understand the principles and applications of this technology before entering the professional world.

Therefore, the objective of this work is to design an innovative intervention proposal for the improvement of the understanding and retention of contents, as well as the motivation towards learning DNA microarrays, aimed at students of Vocational Training of the cycle of Higher Technician of Clinical and Biomedical Laboratory in the unit of Hybridization Techniques of the Molecular Biology and Cytogenetics module. In order to offer maximum flexibility with minimum resources and considering the growing use of digital environments, a virtual Escape Room was designed, framed within Game-Based Learning (GBL) as an innovative active methodology, determining its effectiveness for the acquisition of knowledge, the attitude of students towards the contents and motivation towards the study.

The results obtained showed a more positive impact on theoretical-practical knowledge, motivation and learning satisfaction compared to traditional teaching. The findings suggest that the integration of active methodologies based on GBL, such as the virtual Escape Room, in the teaching of DNA microarray not only improves academic performance, but also increases motivation with a positive acceptance of students.

Key words: DNA microarray, GBL, virtual Escape Room, Clinical and Biomedical Laboratory Technician, Molecular Biology and Cytogenetics.

ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1. Contextualización de la investigación	1
1.2. Justificación de la selección del tema	3
2. Marco teórico	4
2.1. Metodologías de enseñanza-aprendizaje.....	4
2.1.1 Origen y evolución de las metodologías activas	6
2.1.2 Definición y características de las metodologías activas.....	7
2.1.3 Diversidad de metodologías activas y su impacto en la enseñanza ...	7
2.2. La innovación en la Formación Profesional y el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ)	8
2.3. Escape Room y Escape Room virtual	9
2.4. Experiencias de uso del Escape Room virtual para la enseñanza-aprendizaje del microarray de ADN	13
3. Metodología.....	15
3.1. Hipótesis	15
3.2. Objetivos	15
3.2.1 Objetivo general	15
3.2.2 Objetivos específicos	15
3.3. Metodología de investigación.....	16
3.3.1 Descripción genérica del procedimiento.....	16
3.3.2 Instrumentos de recogida de datos	17
3.4. Muestra	18
3.5. Elementos curriculares	19
3.6. Plan de trabajo	21
3.7. Cronograma	24
4. Resultados	25
4.1. Evaluación del conocimiento adquirido sobre el microarray de ADN ..	26
4.2. Evaluación del grado motivación sobre la implementación del Escape Room virtual en el aula.....	29
4.3. Evaluación del grado aceptación sobre la implementación del Escape Room virtual en el aula.....	32

5. Discusión.....	34
5.1. Conocimiento adquirido sobre el microarray de ADN	35
5.2. Grado motivación sobre la implementación del Escape Room virtual en el aula.....	36
5.3. Grado aceptación sobre la implementación del Escape Room virtual en el aula.....	37
6. Conclusiones	40
7. Referencias bibliográficas	42
Anexos.....	48
Anexo I. Cuestionario de conocimientos sobre el microarray de ADN	48
Anexo II. Cuestionario para valorar la percepción del grado de motivación y de aceptación de los alumnos sobre la implementación del Escape Room virtual.....	51

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Contextualización de la investigación

En la actualidad, la tecnología de microarrays de ADN constituye una herramienta biomédica esencial en el ámbito de la genómica para diversas aplicaciones de diagnóstico, investigación y desarrollo de terapias personalizadas (Marzancola et al., 2016).

Un microarray de ADN (chip de ADN) es un conjunto ordenado de diferentes secuencias conocidas de ADN que representan muchos de los genes de un organismo. A estas secuencias de ADN se las denomina sondas y están fijadas permanentemente a un soporte sólido o chip de ADN que generalmente es un portaobjetos de vidrio. Las sondas utilizadas en los microarrays de ADN están hechas de oligonucleótidos sintéticos o fragmentos de ADN genómico o ADN complementario (ADNc). Un único portaobjetos de microarrays de alta densidad puede contener hasta un millón de sondas, lo que permite examinar varios miles de genes diferentes utilizando un único portaobjetos de microarrays (Barnard et al., 2006; Carvalho et al., 2012; Heller, 2002).

Su importancia en la biomedicina ha impulsado esfuerzos para incluir su enseñanza en institutos y universidades, con el fin de preparar a los futuros profesionales en esta técnica avanzada (Campbell et al., 2006).

Como refiere Carvalho et al. (2012), la incorporación de experimentos en sesiones prácticas en el laboratorio proporciona una comprensión más clara de los conceptos. Sin embargo, la implementación de prácticas de laboratorio reales de la tecnología del microarray en el aula presenta dificultades significativas, pues requiere más tiempo, costes y habilidades de las que son apropiadas para estudiantes. Las principales razones para excluir las prácticas con microarrays en laboratorios de Formación Profesional son el coste elevado del material y del equipo de escaneado (Barnard et al., 2006).

Estas limitaciones restringen la posibilidad de que los estudiantes adquieran experiencia práctica con microarrays durante su formación, lo que puede afectar a su preparación para enfrentar aplicaciones reales en entornos profesionales.

Ante este desafío, resulta fundamental que los estudiantes desarrollen una base teórica sólida que les permita comprender los principios y aplicaciones de los

microarrays de ADN antes de su uso en un laboratorio. Tal como sostienen Campbell et al. (2006), en sus estudios sobre el desarrollo de un laboratorio simulado para los microarrays de ADN, la adquisición de conocimientos previos no solo facilita la comprensión de la técnica, sino que también optimiza el proceso de aprendizaje cuando los estudiantes finalmente tengan acceso a entornos experimentales.

Ante esta situación, comprender cómo aprende el cerebro resulta clave para diseñar metodologías de enseñanza efectivas, para permitir que se transmita mejor la información y hacer que el cerebro aprenda de manera más natural (Bullón Gallego, 2017).

Así pues, en un entorno pedagógico, los avances en neurociencia han permitido comprender cómo el cerebro procesa, almacena y recupera la información. De modo que, autores como Burgueño López (2022) indican que para consolidar un concepto en la memoria es fundamental la repetición y la actualización constante de lo aprendido. Sin embargo, también es relevante dotar de sentido lo que se está aprendiendo. Por lo que si se diseñan actividades variadas que permitan relacionar el contenido previo adquirido sobre la materia y trabajarlo de distintas maneras aumentamos las probabilidades de que se establezcan las conexiones sinápticas correctas, lo que permite almacenar esos aprendizajes en la memoria de forma profunda y efectiva.

También, como reflejan en sus estudios Anzelin et al. (2020), el interés hacia la ciencia que muestran los estudiantes está influenciado por la dimensión afectiva que se genera durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conocimientos.

Es por ello que autores como Bello et al. (2007) reflexionan sobre la importancia de combinar las metodologías tradicionales de enseñanza con nuevos modelos y estrategias didácticas para explicar los conceptos en los que se basa la genómica y que maximicen el interés y el aprendizaje teórico de la misma.

En este contexto, con las metodologías activas de enseñanza se busca complementar y actualizar las estrategias pedagógicas tradicionales, promoviendo el aprendizaje significativo como eje central del proceso educativo (Remijan, 2017). Además, en las metodologías activas cuyo objetivo es aprender de manera significativa y donde se busca un aprendizaje del concepto, una comprensión y una capacidad de aplicación, al fomentar la participación activa del alumnado y desarrollo de su propio aprendizaje, se favorece la aplicación y generalización del conocimiento

en distintos contextos, reforzando la retroalimentación y la construcción de experiencias de aprendizaje profundas y efectivas (Jiménez-Hernández et al., 2020).

Así pues, al emplear metodologías activas, reforzar la emoción en el aprendizaje y utilizar la repetición de manera estratégica, se maximiza la efectividad de la enseñanza y se prepara mejor a los estudiantes para enfrentar desafíos en el ámbito laboral y científico (Bello et al., 2007).

Por todo lo expuesto anteriormente, en este trabajo se plantea el Escape Room en formato virtual como metodología activa que dentro del Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) se considera adecuada para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje en el alumnado de Formación Profesional para el aprendizaje del microarray de ADN. Este enfoque favorece la atención de todos los estudiantes y los acompaña a través de un proyecto común que, mediante el uso de juegos con objetivos educativos, busca mejorar la asimilación de conocimientos. De este modo, las clases se convierten en experiencias interesantes y entretenidas, lo que facilita una comprensión más profunda y duradera de los contenidos. Este tipo de aprendizaje ha demostrado tener un impacto positivo en diversas dimensiones del desarrollo de los estudiantes, como las cognitivas, emocionales, conductuales, motivacionales y sociales (de Freitas, 2018).

1.2. Justificación de la selección del tema

El tema elegido se centra en el diseño de una propuesta de intervención innovadora basada en el Escape Room virtual, metodología activa dentro del ABJ, como estrategia didáctica para reforzar la enseñanza de los microarrays de ADN a los estudiantes de Formación Profesional de primer curso del ciclo de Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico en la unidad de Técnicas de Hibridación del módulo Biología Molecular y Citogenética.

Como se ha expuesto con anterioridad, el microarray de ADN es una herramienta biomédica esencial en los laboratorios clínicos y biomédicos, por lo que cobra importancia especial preparar a los futuros profesionales en esta técnica avanzada. Sin embargo, la tecnología del microarray presenta ciertas limitaciones a la hora de realizar prácticas reales en los laboratorios de los centros de enseñanza, siendo éstas principalmente el elevado coste de los reactivos y del equipo de escaneado. Dichas limitaciones restringen la posibilidad de que los estudiantes

puedan adquirir experiencia práctica real con microarrays durante su formación académica.

Es por ello que cobra especial importancia que los alumnos puedan alcanzar una base teórica sólida con el máximo conocimiento y comprensión de los conceptos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de los microarrays de ADN, asegurando que los estudiantes no solo memoricen los conceptos, sino que los comprendan y los integren en su conocimiento a largo plazo.

Adicionalmente, este trabajo pretende dar respuesta a las necesidades mencionadas en la agenda 2030 en relación a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en su dimensión social, centrándose, entre otros, en el ODS número 4 – educación de calidad– concretamente la meta 4.4 –aumento de las competencias para acceder al empleo– y en el ODS número 5 –igualdad de género– concretamente la meta 5.B –mejorar el uso de tecnología y TIC– (Naciones Unidas, 2015).

Por todo ello, implementar metodologías activas en la enseñanza de microarrays de ADN no solo puede ayudar a suplir la falta de prácticas reales en los laboratorios de los centros educativos, sino que optimiza la retención y consolidación de conocimientos y posterior transferencia de dichos conocimientos al ámbito profesional.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Metodologías de enseñanza-aprendizaje

A lo largo de la historia, desde la Edad Antigua hasta la actualidad, la evolución y los cambios a nivel social, económico y laboral han evidenciado la necesidad de desarrollar distintos modelos educativos adaptados a las demandas de cada época con el objetivo de formar profesionales capacitados para afrontar los desafíos del mundo actual (Gil & Gorospe, 2010).

En la Edad Antigua, figuras influyentes como Platón, Aristóteles y Quintiliano, ya reflexionaban sobre los métodos de enseñanza. En esta época, los grandes pedagogos defendían la idea de que los alumnos debían aprender a través de la práctica, mientras que el rol del docente debía centrarse en guiar y orientar el proceso de aprendizaje. No obstante, cada uno de estos pensadores proponía enfoques metodológicos distintos (Johnson, 2010; Senra et al., 2013).

Según la literatura, existen diversos métodos de enseñanza que los docentes aplican en el aula con diferente frecuencia. Entre las estrategias pedagógicas más comunes, destaca la clase magistral, aunque su aplicación no siempre es óptima, ya que en ocasiones no se vincula adecuadamente la teoría con la resolución práctica de problemas. También se emplean clases de laboratorio, diseñadas para que los estudiantes verifiquen principios teóricos mediante la experimentación, aunque su implementación exige determinadas competencias y recursos que no siempre están disponibles en los centros educativos. Otras metodologías incluyen las tutorías, concebidas como espacios para resolver dudas y profundizar en los contenidos, pero que suelen ser poco utilizadas; la evaluación del aprendizaje, donde la evaluación continua ha cobrado relevancia en los últimos años, aunque su aplicación no siempre es la más adecuada; la planificación, que permite a los estudiantes disponer de una guía estructurada del curso desde el inicio; y la elaboración de trabajos individuales o grupales, cuyo alcance es definido por el docente, siendo los alumnos responsables de su desarrollo y posterior presentación (Costillo et al., 2013).

Adicionalmente, la incorporación de las tecnologías en el ámbito educativo ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, transformando progresivamente los métodos de enseñanza. De modo que diversos estudios han señalado que los estudiantes logran un aprendizaje más efectivo cuando emplean recursos multimedia que combinan imágenes y texto, lo que no solo mejora la comprensión de los contenidos, sino que también incrementa su motivación en el aprendizaje de las ciencias (Bester & Brand, 2013).

A pesar de estos avances, en muchas aulas, especialmente en el ámbito de las ciencias, la enseñanza sigue basándose principalmente en la exposición oral del docente como estrategia predominante (Koseoglu & Efendioglu, 2015).

En este contexto, la era del conocimiento exige la incorporación de nuevos enfoques que permitan mantener la enseñanza y el aprendizaje a la vanguardia (Galván-Cardoso & Siado-Ramos, 2021). Ante esta realidad, las Instituciones de Educación Superior deben adaptarse a las nuevas exigencias de la sociedad contemporánea, en la cual el modelo educativo tradicional parece no ser suficiente para responder a dichas necesidades. Esto hace imprescindible una transición desde un enfoque centrado en la enseñanza hacia otro basado en el aprendizaje, promoviendo un papel más activo por parte del estudiante (Galván-Cardoso & Siado-Ramos, 2021).

Por ello, los centros educativos deben actualizar y optimizar continuamente sus metodologías de enseñanza-aprendizaje, con el propósito de formar futuros profesionales capaces de afrontar de manera eficaz las demandas y desafíos de la sociedad actual. En este sentido, las metodologías activas promueven estas cualidades, ya que sitúan al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje y favorecen su participación activa en la construcción del conocimiento (Silva & Maturana, 2017).

2.1.1 Origen y evolución de las metodologías activas

El desarrollo de las metodologías activas tiene sus raíces en el movimiento de la Escuela Nueva, surgido a finales del siglo XIX como una respuesta a las limitaciones de la educación tradicional. Este enfoque supuso un cambio en la relación entre docente y estudiante, así como en la estructura de los planes de estudio, en un contexto de profundos cambios políticos, sociales, demográficos y económicos. La necesidad de reformar el sistema educativo derivó en la creación de un modelo pedagógico orientado a mejorar la sociedad a través de la enseñanza. La primera Escuela Nueva se estableció en Inglaterra en 1889 y, posteriormente, su influencia se expandió a países como Francia, Alemania y Estados Unidos, con figuras clave como John Dewey, Maria Montessori y Jean-Jacques Rousseau. Aunque las propuestas variaban, el propósito común era superar las deficiencias del modelo tradicional, planteando nuevos objetivos, enfoques metodológicos y técnicas didácticas. Su esencia radicaba en situar al estudiante en el centro del aprendizaje, fomentando su autonomía, motivación y desarrollo intelectual (Luelmo del Castillo, 2018).

A partir de esta transformación educativa emergieron las metodologías activas, consolidando un cambio de paradigma en la enseñanza. Entre los pedagogos más influyentes en este ámbito destaca Jean Piaget, quien enfatizaba la importancia de la experimentación y la manipulación de objetos como herramientas esenciales para el aprendizaje. Su teoría subraya el carácter activo del proceso educativo, en el que el conocimiento se construye mediante la interacción entre experiencias previas y nuevas vivencias adquiridas a través de la práctica y la participación (Alsarayreh, 2021). El objetivo de este enfoque es promover una enseñanza donde el aprendizaje prevalezca sobre la mera transmisión de conocimientos, priorizando la autonomía del estudiante y su desarrollo competencial. En la actualidad, estas estrategias didácticas se han integrado en todos los niveles educativos (Luelmo del Castillo, 2018).

2.1.2 Definición y características de las metodologías activas

Diversos autores han definido las metodologías activas desde distintos enfoques. Al-Sayed (2006) conceptualiza el aprendizaje activo como una filosofía educativa que sitúa al estudiante en el centro del aprendizaje, promoviendo la investigación, la experimentación y la autogestión del conocimiento. Este enfoque busca potenciar el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el aprendizaje cooperativo y el trabajo en equipo. Por su parte, Johnson (2010) destaca la importancia de proporcionar experiencias de aprendizaje dinámicas y participativas, en contraposición a la enseñanza pasiva, mediante el uso de debates, resolución de problemas y procesos de análisis y síntesis. Senra et al. (2013) enfatizan que el aprendizaje significativo se logra cuando el estudiante se convierte en el protagonista de su propio proceso educativo, mientras que el docente asume el rol de facilitador, diseñando actividades que fomenten la reflexión crítica, la creatividad y la comunicación efectiva. La aplicación de estas estrategias no solo incrementa la comprensión de los contenidos, sino que también favorece la motivación y el compromiso del alumnado en su aprendizaje.

En síntesis, las metodologías activas engloban un conjunto de estrategias pedagógicas orientadas a implicar activamente a los estudiantes en su formación. Estas incluyen actividades como la lectura, la escritura, la resolución de problemas y los debates, en las que la participación del estudiante es esencial (Senra et al., 2013). Su implementación permite explorar y fortalecer habilidades y competencias en diversos ámbitos, desde el desarrollo del pensamiento crítico hasta la expresión y argumentación de ideas, promoviendo una educación más integral y significativa (Luelmo del Castillo, 2018).

En la literatura especializada, existe consenso en torno a la idea de que el estudiante debe asumir un papel protagónico en su aprendizaje, permitiéndole adquirir tanto competencias específicas como transversales en función de la materia trabajada. En este contexto, el docente actúa como guía y facilitador del proceso formativo (Alsarayreh, 2021; Diego-Mantecón et al., 2021).

2.1.3 Diversidad de metodologías activas y su impacto en la enseñanza

Existen múltiples metodologías activas que se han incorporado en el ámbito educativo, entre ellas el Aula Invertida o *flipped classroom*, el Aprendizaje Basado en

Problemas, el Aprendizaje Basado en Proyectos, el Aprendizaje Basado en el Pensamiento, el Aprendizaje-Servicio y el Aprendizaje Basado en Juegos entre otros. Todas ellas comparten características fundamentales, como el rol activo y responsable del estudiante en su proceso formativo y la promoción del trabajo en equipo para fomentar la interdependencia positiva. A través de estas estrategias, los alumnos desarrollan autonomía y adquieren herramientas para gestionar y evaluar su propio aprendizaje (Hoppitt & Laland, 2013).

Asimismo, la función del docente en este modelo educativo se redefine, pasando de ser un transmisor de conocimiento a convertirse en un facilitador del aprendizaje. Su labor consiste en guiar a los estudiantes en la construcción del conocimiento, fomentar el pensamiento crítico y proporcionar apoyo a través de tutorías y retroalimentación formativa. De este modo, se busca no solo la adquisición de conocimientos, sino también el desarrollo de competencias esenciales para el desempeño profesional y social de los estudiantes en el siglo XXI.

2.2. La innovación en la Formación Profesional y el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ)

Tal y como analiza González Calatayud (2022) en sus estudios, la innovación en la Formación Profesional (FP) está adquiriendo cada vez mayor relevancia, aunque aún persisten desafíos por superar. Uno de los principales obstáculos radica en el carácter individualista de muchos docentes de este nivel educativo, a consecuencia del limitado intercambio de experiencias y la escasa interacción entre profesores de FP. Esta falta de colaboración dificulta la implementación de estrategias innovadoras que favorezcan la mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje.

No obstante, la FP se fundamenta en un modelo de formación permanente que no solo busca dotar al estudiante de competencias para su inserción en el mercado laboral, sino que también le permite actualizar sus conocimientos y desarrollarse profesionalmente a lo largo de su trayectoria. Para lograr este objetivo, siguiendo con los análisis de González Calatayud (2022), es esencial que el profesorado adopte un enfoque metodológico que potencie al máximo las capacidades del alumnado, fomentando, además, su creatividad. De este modo, cuando los estudiantes aprenden en un entorno innovador, no solo asimilan conocimientos, sino que también

desarrollan una mentalidad orientada a la mejora continua en su desempeño profesional.

La generación de estos entornos innovadores supone que los docentes deben buscar metodologías que permitan despertar el interés y la motivación en los estudiantes y en consecuencia mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, favorecer una asimilación más significativa de los contenidos impartidos y conectar con una generación que presenta unas necesidades diferentes (Orbegoso, 2016).

En este sentido, el Aprendizaje Basado en Juegos (ABJ) emerge como una estrategia metodológica innovadora con un gran potencial en la FP. Esta metodología se basa en la utilización de juegos completos diseñados con una finalidad lúdica y aplicados al proceso de enseñanza-aprendizaje (Grande et al., 2021). Además de incrementar la motivación de los estudiantes, el ABJ contribuye a la formación de futuros profesionales con conocimientos más sólidos y una mayor capacidad para optimizar y mejorar los procesos laborales que deberán llevar a cabo en su desempeño profesional (Brunet & Rodríguez, 2014).

Es fundamental, sin embargo, diferenciar entre el ABJ y la gamificación, dado que a menudo se confunden. Mientras que el ABJ se centra en el uso de juegos diseñados con un propósito lúdico para su aplicación en la enseñanza (Grande et al., 2021), la gamificación consiste en la incorporación de mecánicas, dinámicas y elementos propios del juego en contextos no lúdicos con el objetivo de generar una experiencia de aprendizaje más atractiva y motivadora (Castillo & Jiménez, 2020) y con implementaciones específicas como puntos, medallas o recompensas, entre otros componentes. Por lo tanto, la gamificación utiliza sistemas de puntuación, tablas de clasificación, recompensas, medallas, desafíos, etc. que no son característicos del ABJ (Ortiz-Colón et al., 2018).

2.3. Escape Room y Escape Room virtual

Una de las herramientas más novedosas relacionadas con la metodología de ABJ es el Escape Room educativo. Este tipo de herramientas adaptadas y utilizadas para la enseñanza de determinados contenidos está en auge y su uso se ha disparado en los últimos años (Avargil et al., 2021).

En concreto, los Escape Rooms son juegos de acción en vivo donde las jugadoras y jugadores descubren pistas, resuelven acertijos y realizan tareas en una o más habitaciones con el fin de alcanzar una meta específica en una cantidad

limitada de tiempo que les permitirá salir de la habitación (Nicholson, 2015). Aplicados en un ámbito educativo, y basados en el aprendizaje basado en juegos, los Escape Rooms estimulan las emociones de los alumnos, las cuales se transmiten al proceso de aprendizaje. Como resultado, se refuerza el compromiso, la motivación y la eficacia en el contexto del entorno educativo, logrando así los objetivos de aprendizaje (Bray et al., 2023; Nadelson & Nadelson, 2020).

Por tanto, como afirma Sempere-Pla, (2020), no es sorprendente que exista una tendencia creciente a incluir iniciativas basadas en el juego del Escape Room en las programaciones docentes.

Para que un Escape Room sea efectivo y beneficioso para el aprendizaje del alumnado, es fundamental considerar que se trata de una actividad lúdica en la que intervienen diversos factores que deben adaptarse a las características del grupo (como la forma de agrupación, el tiempo disponible, el nivel de dificultad, los objetivos de aprendizaje, la temática, el espacio, el uso de tecnología y materiales, así como la evaluación). Además, Cordero (2018) destaca que el éxito y la efectividad de esta estrategia radican en el impacto cognitivo inicial y en el conflicto que genera en la mente de los estudiantes, ya que este aspecto es clave para lograr su inmersión en la actividad. Por ello, es importante diseñar un arranque inicial del juego y narrativa que sea innovadora y atractiva, con el objetivo de captar la atención del alumnado y fomentar su motivación desde el comienzo del juego.

Tal como aseguran Kiryakova et al. (2014), resulta necesario no perder de vista el hecho de que jugar no equivale automáticamente a aprender. Todo juego implementado en un contexto educativo ha de diseñarse desde su origen con el aprendizaje como objetivo principal y no únicamente con fines de entretenimiento, independientemente del hecho de que este último pueda ser un resultado positivo adicional.

Los elementos principales que componen una experiencia de Escape Room según señalan Segura-Robles y Parra-González (2019) son los siguientes:

- Duración: no hay un tiempo estándar porque puede haber variaciones según cada experiencia de Escape Room.
- Nivel de dificultad: es fundamental encontrar un equilibrio en la complejidad de los retos planteados, evitando que sean excesivamente sencillos o demasiado difíciles y asegurando su adecuación al nivel de los participantes.

- Objetivos de aprendizaje: en los Escape Rooms educativos es esencial definir previamente los objetivos, diseñar la actividad en función de ellos y llevar a cabo una evaluación posterior
- Narrativa y entorno: tanto la ambientación del espacio como la historia del juego deben estar lo más alineadas posible para potenciar la inmersión y motivación de los participantes.
- Tecnología y materiales: las nuevas tecnologías aplicadas en la educación pueden mejorar la experiencia, ya sea para la creación del juego, si se trata de un Escape Room en formato digital, ya sea facilitando la creación de retos por parte del *game master* o permitiendo a los estudiantes resolverlos de manera interactiva.
- Enigmas: constituyen el eje central de la experiencia y, por ello, deben diseñarse de forma atractiva y creativa para estimular el interés de los participantes.
- Evaluación: es necesario analizar distintos aspectos como el desempeño del alumnado, la dificultad de las pruebas, el tiempo requerido para su resolución y el grado de cooperación entre los jugadores.
- Prueba previa: antes de la implementación del Escape Room, es imprescindible realizar un ensayo sin participantes para verificar que todos los elementos funcionan correctamente y están organizados de manera adecuada.

Destacar también que las ventajas de incorporar Escape Rooms en entornos educativos son diversas:

- Flexibilidad en relación con el contenido, área o materia en que pueden utilizarse.
- Mejora en la retención de contenidos y habilidades trabajadas, además de un incremento en la motivación (Gómez Urquiza et al., 2019).
- Mayor grado de satisfacción por parte del alumnado participante (Kinio et al., 2019).
- Rol activo del estudiante dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Mejora en la interpretación de la información por parte de los participantes (Hermanns et al., 2017).
- Incremento de la curiosidad, así como del empleo de procesos cognitivos complejos o avanzados (Wiemker et al., 2015).

Con todo ello, los Escape Rooms constituyen, como apuntan López-Belmonte et al. (2020) y Grande et al. (2021), un recurso educativo valioso y cuyo potencial ha aumentado gracias a las herramientas y posibilidades que ofrece el entorno digital, de modo que la incorporación de tecnologías y plataformas en línea ha permitido mejorar la interacción, la colaboración y la accesibilidad dentro de estas experiencias, ampliando su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje y surgiendo así una variación del mismo: Escape Room virtual o Escape Room en formato digital.

Así, una característica desafiante adicional se presenta cuando el Escape Room se lleva a cabo en un formato virtual, a través del uso de salas digitales con herramientas accesibles en la web, rentables y de fácil uso (Ang et al., 2020), permitiendo a los estudiantes resolver en línea un caso relacionado con un contenido tratado en clase (Vidergor, 2021).

Las Escape Rooms, tanto en su versión presencial como en su versión virtual, han surgido como una herramienta educativa innovadora. No obstante, ha sido la versión virtual la que ha experimentado un notable desarrollo en los últimos años, impulsado en gran medida por la pandemia de Covid-19 (Salvador-Gómez et al., 2022; Manzano León, Aguilar-Parra et al., 2021). López y Sánchez (2019) señalan que la Universidad Rey Juan Carlos I fue una de las primeras en implementar esta herramienta virtual con su alumnado en 2018, obteniendo resultados que evidenciaron su efectividad como recurso para fomentar la motivación y evaluar el trabajo colaborativo (Salvador-Gómez et al., 2022; Zarco et al., 2019).

Autores como Dittman et al. (2021) afirman que un formato de Escape Room completamente virtual puede ofrecer una máxima flexibilidad con recursos mínimos, siendo clave este enfoque con integración de tecnologías digitales innovadoras para mejorar la experiencia de enseñanza-aprendizaje en la educación de profesiones sanitarias.

En base a los resultados expuestos, basados en la literatura, y al creciente uso de los entornos digitales, así como las opciones de estudios online y semipresencial que se ofrecen a los estudiantes, se ha apostado por la versión virtual del Escape Room para la implementación de la propuesta didáctica innovadora de este trabajo.

2.4. Experiencias de uso del Escape Room virtual para la enseñanza-aprendizaje del microarray de ADN

Tanto en su versión presencial como en su versión virtual, los Escape Room se emplean cada vez más como método educativo en la enseñanza de las profesiones sanitarias (Bray et al., 2023).

Sin embargo, es importante realizar una distinción entre el uso del Escape Room de manera presencial en el aula y el uso del Escape Room en un entorno digital (Jiménez et al., 2020), ya que, para este último, la utilización de diferentes herramientas 2.0 y 3.0 facilitan la creación de contenidos y su uso en diferentes contextos, ya sea dentro del aula física o en modalidad remota.

Las experiencias que se han realizado a nivel educativo se centran, fundamentalmente, en la educación superior (Veldkamp et al., 2020), encontrando investigaciones en disciplinas como medicina, enfermería, farmacia (Hebert, 2023) y biología, en especial para la enseñanza de la genética (Brady & Andersen, 2021). También se pueden encontrar experiencias de implementación de Escape Room diseñado para trabajar contenidos científicos en primaria y secundaria (Segura-Robles & Parra-González, 2019; Yllana-Prieto et al., 2023). Por el contrario, como señala González Calatayud (2022) en sus estudios, cuando nos centramos en la Formación Profesional no se suelen encontrar casos de utilización del Escape Room en ninguna de sus versiones. Puede ser que se lleven a cabo y los docentes no compartan sus experiencias utilizando esta metodología.

Ocurre lo mismo con la aplicación del Escape Room para la enseñanza-aprendizaje del microarray de ADN, pues no se han encontrado trabajos ni experiencias a este respecto en la literatura consultada.

A pesar de las escasas publicaciones sobre las estrategias empleadas por los docentes para la enseñanza-aprendizaje del microarray de ADN, autores como Campbell et al. (2006) y Bello et al. (2007) describen sus trabajos en relación a los microarrays de ADN.

Campbell et al. (2006) desarrollaron una simulación de laboratorio húmedo de microarrays de ADN diseñada para ser implementada en un módulo educativo destinado a estudiantes de secundaria. Utilizando indicadores de pH en lugar de ADN real, esta simulación elimina la necesidad de equipos especializados y reduce los costes, lo que facilita su implementación en aulas con recursos limitados. El objetivo

principal de la simulación es permitir que los estudiantes comprendan cómo se utilizan los microarrays para estudiar la expresión génica, evaluando la actividad de múltiples genes y demostrando su regulación diferencial en diversas condiciones. Los resultados de su implementación en diversas aulas mostraron una mejora significativa en el aprendizaje de los estudiantes, además de ser una herramienta accesible que fomenta el interés y la comprensión científica de la base de la tecnología de los microarrays de ADN.

Por su parte, Bello et al. (2007) en su investigación presentan el Modelo Analógico de VELCRO® (VAM) como una estrategia didáctica innovadora para facilitar la comprensión y enseñar los microarrays de ADN, atendiendo además con este modelo a estudiantes videntes, con discapacidades visuales o ceguera. Este modelo utiliza piezas de VELCRO® de diferentes formas y texturas para representar genes y sus secuencias complementarias, permitiendo que los estudiantes manipulen físicamente las "chips" de ADN y comprendan conceptos como la transcripción inversa y la hibridación de cDNA. Este enfoque proporciona una experiencia de aprendizaje inclusiva y práctica, accesible sin necesidad de equipos costosos y técnicas invasivas. Además, fomenta la participación activa de los estudiantes, promoviendo la comprensión de los complejos conceptos de la genómica de manera tangible y accesible para todos.

En base a todo lo expuesto, se puede concluir que las estrategias basadas en metodologías activas, como es el uso de los Escape Rooms, cobrando más importancia en la actualidad la modalidad virtual, involucran al estudiante en el proceso de aprendizaje, promueven el rendimiento académico, el pensamiento crítico y las emociones positivas en el aprendizaje de contenidos científicos. A pesar de ello, su aplicación se detecta escasa en los ciclos de Formación Profesional, donde el alumnado necesita estar preparado para su inserción al mundo laboral y para su trayectoria profesional. Además, enfocados en la enseñanza-aprendizaje del microarray de ADN, a pesar de que se han desarrollado algunas estrategias didácticas innovadoras a este respecto, la aplicación de las actividades de tipo Escape Room en sus diferentes modalidades son escasas e incluso no detectables en esta área científica.

Así pues, se ha diseñado una intervención didáctica innovadora basada en el Escape Room en su modalidad virtual que, englobada en el Aprendizaje Basado en el Juego como metodología activa, permita complementar las clases teóricas y

reforzar la enseñanza-aprendizaje de los microarrays de ADN a los estudiantes de Formación Profesional de primer curso del ciclo de Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico en la unidad de Técnicas de Hibridación del módulo Biología Molecular y Citogenética.

3. METODOLOGÍA

3.1. Hipótesis

La hipótesis que se busca verificar mediante esta propuesta de innovación educativa es la siguiente:

“La incorporación del Escape Room en formato virtual, como complemento de las clases teóricas, mejora en la retención de contenidos, así como en la motivación hacia el aprendizaje de los microarrays de ADN a los estudiantes de Formación Profesional del ciclo de Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico en la unidad de Técnicas de Hibridación del módulo Biología Molecular y Citogenética”.

3.2. Objetivos

3.2.1 Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es determinar la efectividad del Escape Room virtual para el aprendizaje del microarray de ADN en estudiantes de Formación Profesional del ciclo de Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico en la unidad de Técnicas de Hibridación del módulo Biología Molecular y Citogenética.

3.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este trabajo están alineados con el objetivo general y son los que se exponen a continuación:

- Determinar el efecto del Escape Room en el conocimiento adquirido sobre el microarray de ADN en estudiantes de Formación Profesional del ciclo de Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico en la unidad de Técnicas de Hibridación del módulo Biología Molecular y Citogenética.
- Analizar el grado de motivación que genera la incorporación del Escape Room para el aprendizaje de dicha técnica.

- Evaluar el grado de aceptación del Escape Room como estrategia didáctica en la enseñanza-aprendizaje del microarray de ADN.

3.3. Metodología de investigación

La propuesta didáctica innovadora (PDI) que se plantea en el presente trabajo utiliza la metodología de investigación-acción, con un diseño cuasiexperimental y longitudinal.

Respondiendo a la necesidad de garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a las mismas oportunidades de aprendizaje y evitando posibles desventajas en su formación integral, no se estableció un grupo control que no participe en la actividad del Escape Room virtual. Por lo que se decidió involucrar a todos los estudiantes del aula sin segmentarlos en grupos experimentales y de control.

La metodología adoptada presenta un enfoque de tipo cuantitativo, empleando exclusivamente herramientas y estrategias de recogida y análisis de datos de naturaleza cuantitativa. La metodología cuantitativa se seleccionó por las ventajas que ofrece en esta investigación, ya que permite analizar un número significativo de participantes, facilita la comparación de los resultados y proporciona datos objetivos y medibles. Se centró, por un lado, en la recogida de datos mediante cuestionarios pre-test y post-test para determinar el efecto del Escape Room virtual en el conocimiento adquirido sobre el microarray de ADN en el alumnado, y, por otro lado, en la recogida de datos mediante cuestionarios con escala Likert para evaluar en los estudiantes el grado de motivación y el grado de aceptación del Escape Room virtual como estrategia para el aprendizaje del microarray de ADN. Los mencionados cuestionarios se exponen con detalle en el apartado 3.3.2 Instrumentos de recogida de datos. A través del análisis de los cuestionarios pre-test y post-test, y del cuestionario con escala Likert, se espera obtener conclusiones fundamentadas que aporten precisión y rigor a los resultados y que respondan a los objetivos de este trabajo.

3.3.1 Descripción genérica del procedimiento

El procedimiento seguido en esta investigación se ha desarrollado en siete fases, que se describen de manera general a continuación y se detallan en el apartado 3.6. Plan de trabajo. En primer lugar, se llevó a cabo la selección del tema de estudio

y la justificación de su relevancia en el contexto educativo, fundamentando la necesidad de diseñar una estrategia didáctica innovadora basada en el juego para complementar la enseñanza-aprendizaje de los microarrays de ADN. Posteriormente, se solicitó autorización al centro educativo para la aplicación de la propuesta, presentando los objetivos e hipótesis de la investigación. Una vez concedido el permiso, se procedió al diseño de la intervención didáctica y del recurso educativo, desarrollando un Escape Room virtual con una narrativa en la que el alumnado debía resolver retos en un entorno de laboratorio para obtener informes genéticos y entregarlos a una paciente cuya toma de decisiones dependía del diagnóstico. También se llevó a cabo la elaboración de los cuestionarios deseados como instrumentos de recogida de datos. La aplicación de la Propuesta Didáctica Innovadora (PDI) se llevó a cabo en cuatro sesiones, estructuradas en una clase teórica, la administración de un cuestionario de conocimientos pre-intervención, la realización del Escape Room virtual y la recogida de datos post-intervención mediante la administración de los correspondientes cuestionarios. La PDI se realizó sobre un único grupo para involucrar a todos los estudiantes del aula, sin segmentarlos en grupos experimentales y de control, como se describe previamente, y los detalles de la muestra se exponen en el apartado 3.4. Muestra. Finalmente, se realizó el análisis de resultados mediante la comparación de los datos obtenidos en los cuestionarios pre y post-intervención, así como en el cuestionario de escalar Likert para la valoración de la motivación y aceptación del uso del Escape Room virtual con el objetivo de determinar su impacto en el aprendizaje del alumnado. Concluyendo, por tanto, con la fase de discusión y exposición de conclusiones.

3.3.2 Instrumentos de recogida de datos

Para la recogida de información se utilizaron dos cuestionarios:

- 1) Cuestionario de conocimientos (Anexo I), diseñado para evaluar el rendimiento y el conocimiento adquirido sobre el microarray del ADN antes y después de la intervención con el Escape Room virtual en el aula. Consta de 12 preguntas de opción múltiple, cada una con cuatro alternativas de respuesta.

Dado que no se encontró en la literatura un cuestionario validado específico para esta finalidad, concretamente enfocado en el microarray de ADN, se

elaboró un cuestionario de diseño propio basado en los contenidos clave del tema.

- 2) Cuestionario con escala de Likert de cinco puntos adaptado de otro cuestionario validado previamente por la Universidad de Alicante (Pérez et al. 2019), (Anexo II). Mediante este cuestionario adaptado, se pretende evaluar el grado de motivación que genera en los estudiantes la incorporación del Escape Room virtual para el aprendizaje del microarray de ADN, así como el grado de aceptación del mismo como estrategia didáctica en la enseñanza-aprendizaje del microarray de ADN. Es por ello que este cuestionario se realizó después de la intervención con el Escape Room virtual en el aula y se divide en las dos dimensiones que se pretenden evaluar: la dimensión 1 estudia el nivel de motivación mostrada por parte de los participantes y la dimensión 2 estudia el nivel de aceptación mostrada por parte de los participantes.

Los cuestionarios mencionados fueron facilitados al alumnado a través de la plataforma Google Classroom y mediante la herramienta Google Forms.

3.4. Muestra

La muestra está compuesta por los alumnos de primer curso del ciclo de Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico del módulo Biología Molecular y Citogenética en el Centro de Formación Profesional Fundación Marcelino Olaechea, ubicado en Alzira (Valencia).

Se trata de 16 participantes los cuales presentan una distribución por género de 11 mujeres y 5 hombres, con edades comprendidas entre los 18 y 21 años.

Se trata de un grupo de estudiantes con una buena cohesión y una actitud favorable hacia las actividades prácticas, aunque se observa una falta de motivación al abordar los contenidos teóricos más complejos.

En cuanto a la formación previa del alumnado participante, todos han cursado y obtenido la titulación en Educación Secundaria Obligatoria (ESO), 8 de ellos han realizado un Grado Medio anteriormente y los otros 8 han cursado Bachillerato.

La muestra no incluye alumnado con necesidades educativas especiales.

3.5. Elementos curriculares

La PDI que se plantea en el presente trabajo se enmarca en la unidad de Técnicas de Hibridación del módulo profesional Biología Molecular y Citogenética (Código: 1369) del ciclo de Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico. Los elementos curriculares que le son de aplicación se extraen del marco normativo vigente: Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional y DECRETO 33/2022, de 25 de marzo, del Consell, por el que se establece para la Comunitat Valenciana el currículum del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de técnico o técnica superiores en Laboratorio Clínico y Biomédico.

El objetivo de etapa vinculado a la intervención del presente trabajo es:

“5. La oferta de formación actualizada y suficiente, que incorpore de manera proactiva y ágil tanto las competencias profesionales emergentes, como la innovación, la investigación aplicada, el emprendimiento, la digitalización, la sostenibilidad y la emergencia climática, en tanto que factores estructurales de éxito en el nuevo modelo económico.”

En cuanto a las competencias, el propio Decreto 33/2022, de 25 de marzo, establece la competencia general del ciclo, que es la que se expone a continuación: “La competencia general de este título consiste en realizar estudios analíticos de muestras biológicas, siguiendo los protocolos normalizados de trabajo, aplicando las normas de calidad, seguridad y medioambientales establecidas, y valorando los resultados técnicos, para que sirvan como soporte a la prevención, al diagnóstico, al control de la evolución y al tratamiento de la enfermedad, así como a la investigación, siguiendo los protocolos establecidos en la unidad asistencial.”

Para la consecución del mencionado objetivo de etapa y competencia general del ciclo, se expone a continuación en la tabla 1 la relación de resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos básicos, que el propio Decreto 33/2022, de 25 de marzo, establece, y que aplican en el desarrollo la propuesta planteada.

Tabla 1.*Relación de resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos básicos*

Resultados de aprendizaje	Criterios de evaluación	Contenidos básicos
6. Aplica técnicas de hibridación con sonda a las muestras de ácidos nucleicos, cromosomas y cortes de tejidos, interpretando los protocolos establecidos.	a) Se ha definido el concepto de sonda y se han caracterizado los tipos de marcaje. b) Se ha descrito el proceso de hibridación, las fases y los factores que influyen en la misma. c) Se han caracterizado las técnicas de hibridación en soporte sólido, cromosomas y cortes de tejidos. d) Se ha seleccionado el tipo de sonda y de marcaje, en función del sistema de detección. e) Se ha realizado el procedimiento siguiendo el protocolo de trabajo seleccionado. g) Se han registrado los resultados en los soportes adecuados. h) Se ha trabajado de acuerdo con las normas de seguridad y prevención de riesgos.	Aplicación de técnicas de hibridación con sonda: – Tipos de sonda y tipos de marcaje. – Procedimiento de hibridación: fases. – Técnicas de transferencia e hibridación de ácidos nucleicos en soporte sólido. – Técnicas de hibridación en cromosomas y tejidos.

Fuente: elaboración propia basada en el Decreto 33/2022, de 25 de marzo, del Consell.

El resultado de aprendizaje especifica lo que se espera que el estudiante pueda hacer después de completar la unidad de aprendizaje de técnicas de hibridación. En este caso concreto incluye la capacidad para aplicar correctamente las técnicas de hibridación con sondas a diferentes tipos de muestras y la interpretación de los resultados. Los criterios de evaluación detallan las acciones concretas que el estudiante debe llevar a cabo para demostrar que ha alcanzado el resultado de aprendizaje. Los contenidos básicos mencionan los conceptos, procedimientos y

técnicas que deben ser comprendidos y aplicados durante el aprendizaje. Estos últimos están directamente relacionados con los criterios de evaluación.

3.6. Plan de trabajo

Para el desarrollo de este trabajo se llevaron a cabo las siguientes fases:

- **Fase 1. Selección del tema y justificación.**

En esta fase inicial, se seleccionó el tema de estudio y se justificó su relevancia en el contexto educativo, fundamentando la necesidad de diseñar una estrategia didáctica innovadora basada en el ABJ para complementar la enseñanza-aprendizaje tras las sesiones teóricas de los microarrays de ADN a los estudiantes.

- **Fase 2. Solicitud de permiso al centro educativo.**

Para poder llevar a cabo la aplicación de la Propuesta Didáctica Innovadora (PDI) del presente trabajo, en primer lugar, se solicitó permiso al centro educativo, exponiéndoles los objetivos de la investigación y su impacto en la comunidad educativa.

- **Fase 3. Diseño de la intervención.**

Una vez obtenida la autorización del centro educativo, en la tercera fase se llevó a cabo la planificación didáctica del proyecto y el diseño del recurso educativo. En el marco del ABJ, se optó por el diseño de un Escape Room virtual, como complemento de las clases teóricas, con el propósito de mejorar en la retención de conocimientos así como mejorar la motivación hacia el aprendizaje de los microarrays de ADN a los estudiantes.

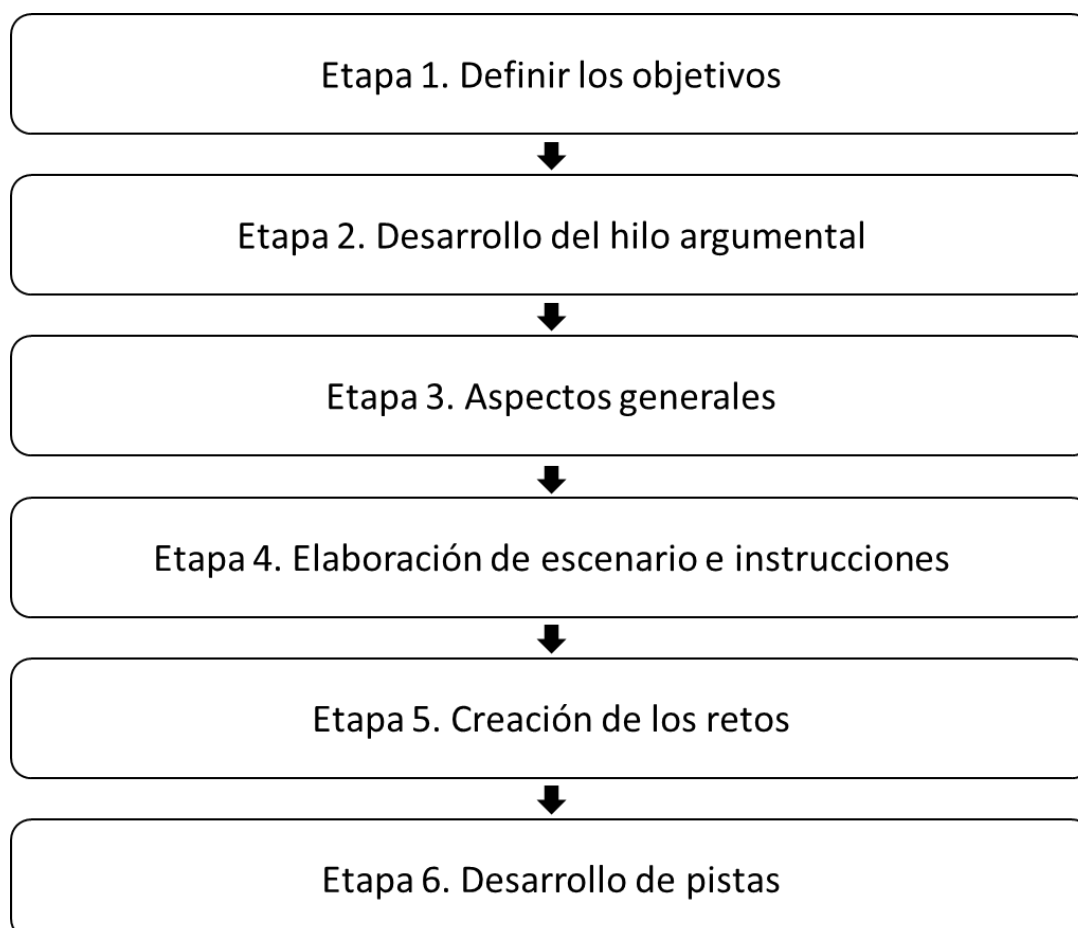
Para su desarrollo, se ideó una narrativa en la que el alumnado debía ir superando distintos retos dentro de los laboratorios ubicados en los sótanos de un hospital. El objetivo final era obtener los informes de resultados genéticos y escapar de los sótanos para entregarlos en la consulta de genética del hospital, donde una paciente esperaba su diagnóstico prenatal, crucial para la toma de decisiones. Todo ello, a medida que el alumnado iba alcanzando los objetivos didácticos.

El Escape Room virtual se diseñó utilizando una aplicación llamada Genially (Jiménez et al., 2020), promoviendo un aprendizaje activo y contextualizado de los estudiantes.

A continuación, se muestra en la Figura 1, el proceso de creación del Escape Room virtual con las distintas etapas que incluye.

Figura 1

Etapas de la elaboración del Escape Room virtual



Fuente: elaboración propia a partir de Salvador-Gómez et al. (2022, pp.17-19)

- **Fase 4. Elaboración de los cuestionarios.**

En esta fase es en la que se llevó a cabo la elaboración de los cuestionarios para la recogida de datos, que previamente se han detallado en el apartado 3.3.2 Instrumentos de recogida de datos.

- **Fase 5. Implementación de la Propuesta Didáctica Innovadora (PDI).**

En la quinta fase, se pasó a la aplicación en el aula de la PDI. En ella, se impartió la unidad titulada “Técnicas de Hibridación”. La intervención se organizó en sesiones, con una duración total de 2 semanas, y un total de 4 sesiones.

La planificación de las sesiones fue la siguiente:

- **Sesión 1:** Clase teórica sobre las técnicas de hibridación y el microarray de ADN.
- **Sesión 2:** Aplicación del cuestionario de conocimientos pre-intervención para evaluar los conocimientos iniciales del alumnado.
- **Sesión 3:** Presentación del Escape Room virtual y juego.
- **Sesión 4:** Aplicación de los cuestionarios post-intervención y recogida de datos post-intervención.

Durante esta última sesión, se administró nuevamente el cuestionario utilizado en la sesión 2 para la recogida de datos pre-intervención, pero esta vez para la recogida de datos post-intervención. Además, en esta sesión, se incluyó el cuestionario con escala Likert de cinco puntos, en relación al objetivo de analizar el grado de motivación que genera la incorporación del Escape Room virtual para el aprendizaje del microarray de ADN y al objetivo de evaluar el grado de aceptación del Escape Room virtual como estrategia didáctica en la enseñanza-aprendizaje del microarray de ADN.

- **Fase 6. Análisis de resultados.**

Por último, para evaluar la efectividad de la intervención y poder dar respuesta a los objetivos del presente trabajo, se realizó un análisis comparativo de los datos obtenidos en las pruebas de conocimientos pre-intervención y post-intervención, así como en el cuestionario de valoración de motivación y aceptación.

- **Fase 7. Discusión y conclusiones.**

La última fase concluye, tras el análisis de resultados, con la discusión de los mismos y extrayendo conclusiones que permitan determinar la efectividad del Escape Room virtual para el aprendizaje del microarray de ADN en estudiantes de Formación Profesional del ciclo de Técnico Superior de Laboratorio Clínico y Biomédico en la unidad de Técnicas de Hibridación del módulo Biología Molecular y Citogenética. Así como también fundamentar la viabilidad y aplicabilidad de este recurso en el ámbito educativo.

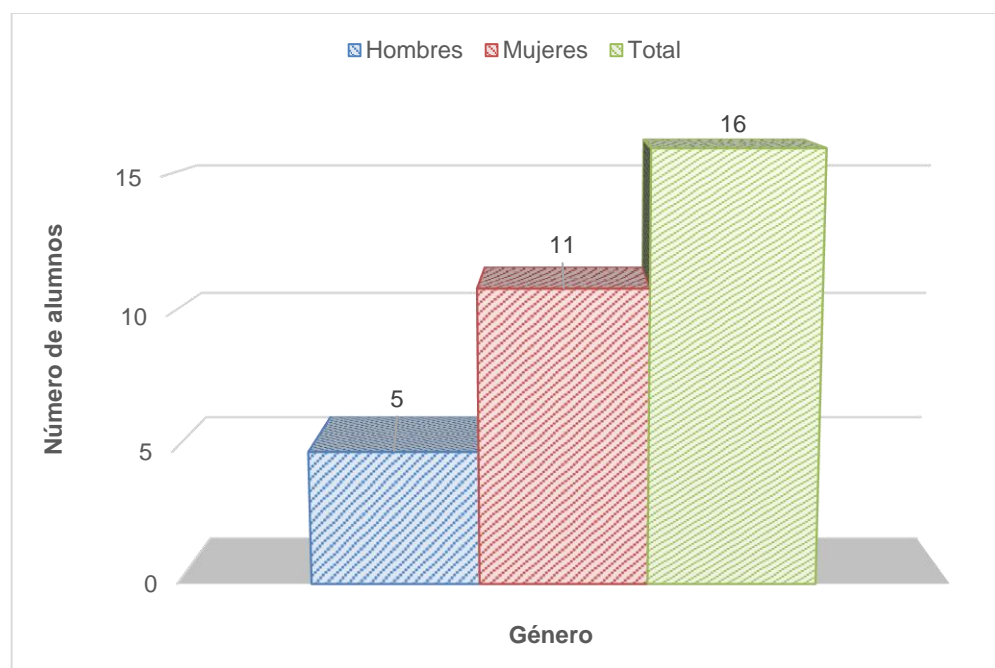
4. RESULTADOS

La propuesta didáctica innovadora se implementó conforme al plan de trabajo definido en el apartado de metodología, desarrollándose en su totalidad según lo previsto.

De la muestra compuesta por 16 participantes (31% hombres y 69% mujeres – Figura 2–, con edades comprendidas entre 18 y 21 años) todos participaron en todas las fases del estudio, completando así tanto los cuestionarios de conocimiento antes y después de la intervención con el Escape Room virtual en el aula, como los cuestionarios de aceptación y motivación después de dicha intervención.

Figura 2

Distribución por género de la muestra



En consonancia con los objetivos planteados, a continuación, se presentan los resultados de la intervención, acompañados de un análisis descriptivo de los datos recogidos mediante los instrumentos de evaluación previamente detallados. Los resultados se organizan en función de cada uno de los objetivos, siguiendo el orden establecido.

4.1. Evaluación del conocimiento adquirido sobre el microarray de ADN

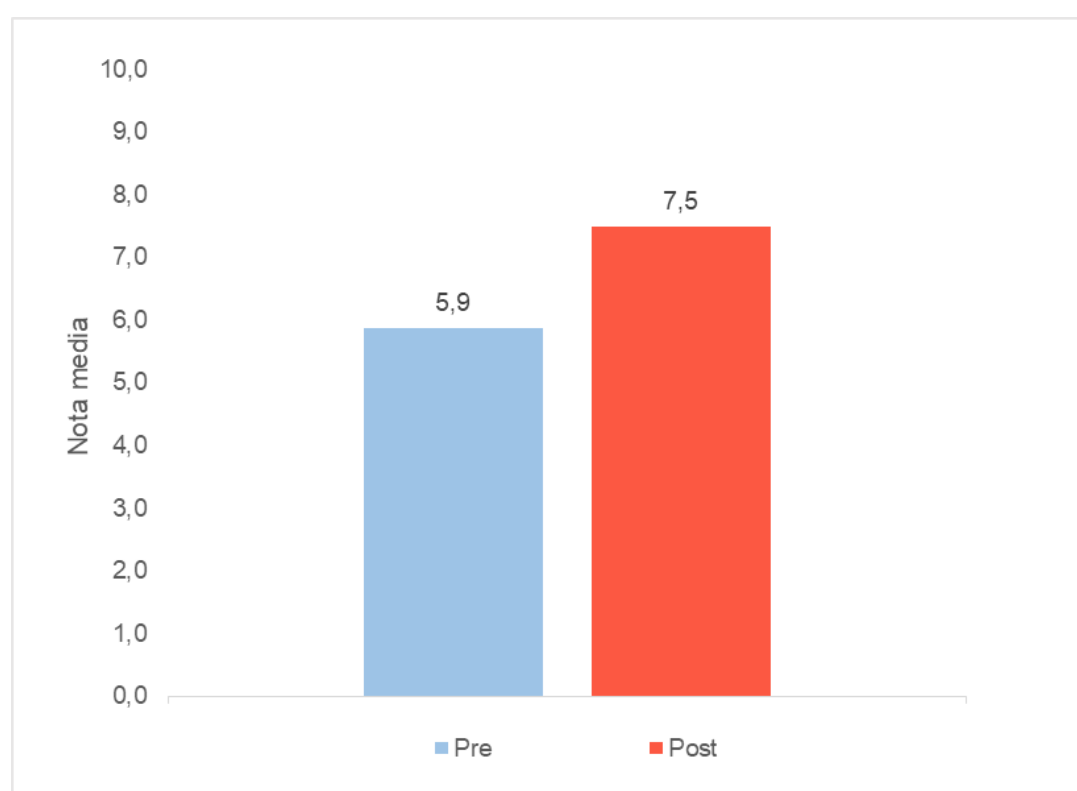
Para poder determinar el efecto del Escape Room virtual en el conocimiento adquirido sobre el microarray ADN, se realizó una comparativa entre el cuestionario de conocimientos antes de la intervención y el cuestionario de conocimientos después de la intervención con la implementación del Escape Room virtual.

Para presentar los resultados, se han obtenido y comparado diversos indicadores a partir de los datos recogidos en los cuestionarios pre y post intervención, siendo estos la nota media de los alumnos, la nota individual, el número y porcentaje de alumnos aprobados, así como el porcentaje de aciertos en cada pregunta.

En cuanto a la nota media de los alumnos comparando el antes y el después de la intervención, hay un incremento de 1,6 puntos tras la implementación del Escape Room virtual en el aula (Figura 3).

Figura 3

Nota media alumnos pre y post Escape Room virtual

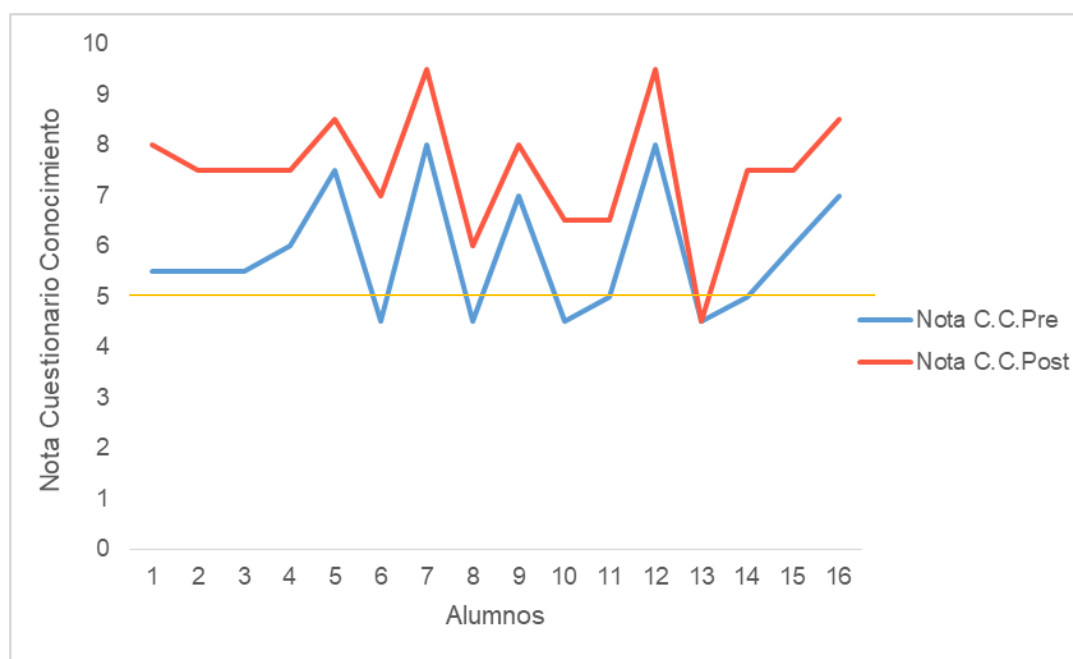


Poniendo atención a la nota que obtuvo cada uno de los alumnos en el cuestionario de conocimiento tanto antes como después de la intervención, se

observan de nuevo en la Figura 4 los beneficios del Escape Room virtual en el aula. A excepción de uno de los alumnos, que mantuvo la misma nota en ambos cuestionarios, el resto de alumnos presentó un incremento en la nota de su cuestionario después de la intervención con el Escape Room virtual.

Figura 4

Nota alumnos pre y post Escape Room virtual

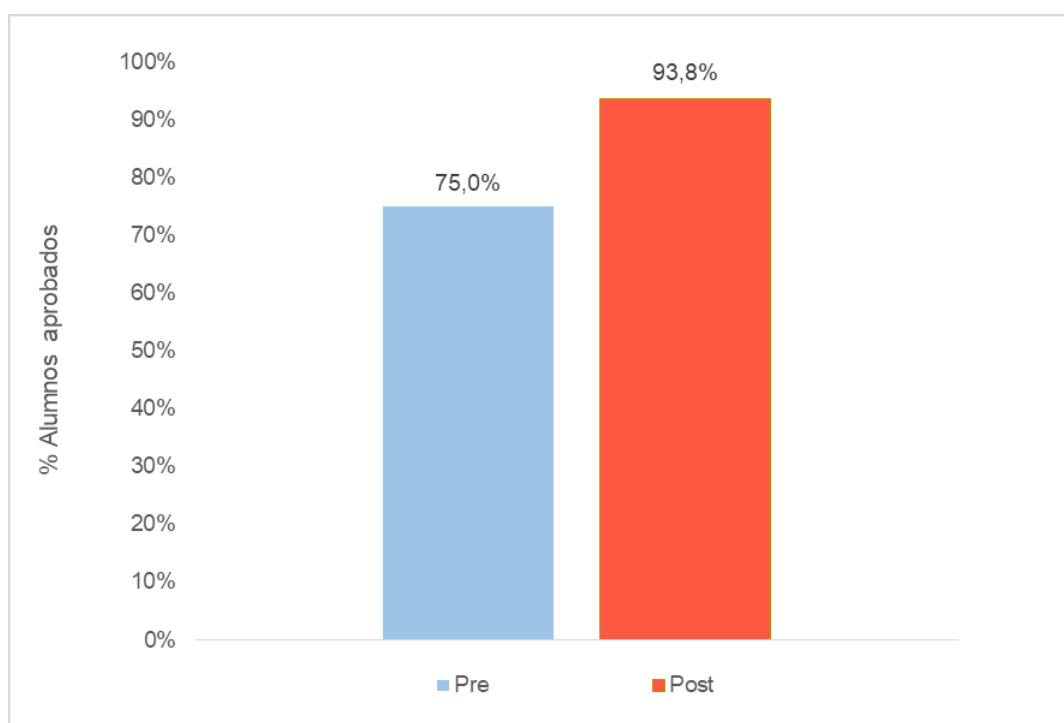


Nota: La línea fina de color naranja representa el límite entre el aprobado y el suspenso.

En cuanto al número de alumnos que aprobó el cuestionario también se observa una mejora tras la intervención. Antes de la implementación del Escape Room virtual aprobaron 12 alumnos de un total de 16, mientras que después de la actividad la cifra aumentó a 15 alumnos aprobados, sin alcanzar la totalidad de la muestra. Del mismo modo, expresado en porcentajes, en la Figura 5 se muestra el aumento en el porcentaje de alumnos que superó el cuestionario después de la intervención con el Escape Room virtual, pasando del 75,0% al 93,8%, representando el 18,8% de aumento de aprobados.

Figura 5

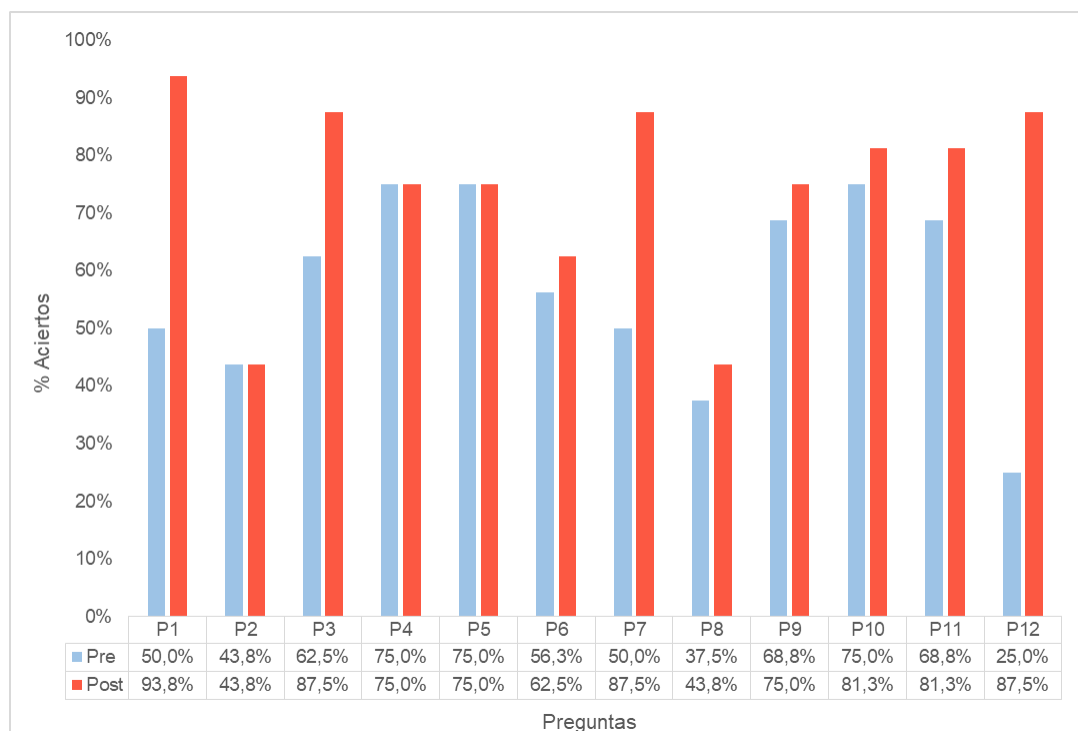
Porcentaje de alumnos aprobados pre y post Escape Room virtual



Siguiendo con el análisis del efecto del Escape Room virtual sobre el conocimiento adquirido del microarray de ADN, en la Figura 6 se muestran los porcentajes de acierto de los alumnos en cada una de las preguntas del cuestionario antes y después de la intervención. Se observa una mejora generalizada en los alumnos tras la utilización del Escape Room virtual en el aula. En particular, destaca la Pregunta 12, con un aumento de 62,5 puntos porcentuales (del 25,0% al 87,5%). También se observan incrementos notables en las Preguntas 1 y 7, que superan los 35 puntos porcentuales de mejora. Por otro lado, en las Preguntas 2, 4 y 5 no se aprecian diferencias, manteniéndose los niveles de acierto previos.

Figura 6

Porcentaje de aciertos en cada pregunta del cuestionario pre y post Escape Room virtual



4.2. Evaluación del grado motivación sobre la implementación del Escape Room virtual en el aula

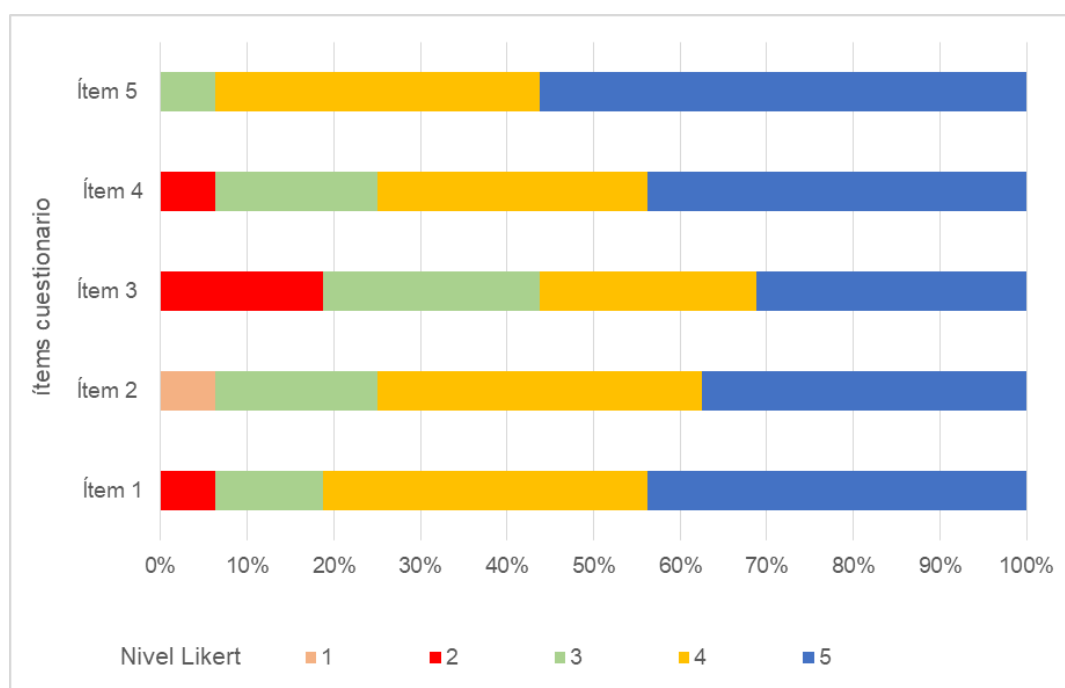
Para poder evaluar la percepción sobre el grado de motivación que genera en los estudiantes la incorporación del Escape Room virtual para el aprendizaje del microarray de ADN, se revisaron los resultados obtenidos en la dimensión 1 del cuestionario con escala Likert realizado por los alumnos después de la intervención.

En la Figura 7 se representa la distribución porcentual de las respuestas a los cinco ítems del cuestionario sobre motivación, utilizando una escala Likert de 1 (muy en desacuerdo) a 5 (muy de acuerdo). Puede observarse que en todos los ítems predomina una valoración positiva (niveles 4 y 5), lo cual indica una alta percepción del grado de motivación del alumnado después de la intervención. Es especialmente notable en el ítem 5 (“Me siento motivado con la realización de Escape Room virtuales como refuerzo educativo tras las sesiones teóricas”), que muestra el mayor porcentaje de respuestas en el nivel 5, superando el 50%. Del mismo modo, los ítems 1, 2 y 4 presentan también una alta concentración de respuestas en los niveles 4 y 5,

reflejando una motivación elevada. Por otro lado, el ítem 3 (“El Escape Room virtual despertó mi curiosidad sobre las aplicaciones de los microarrays en el diagnóstico genético”) destaca por tener valoraciones intermedias e incluso un 18% de respuestas en nivel 2.

Figura 7

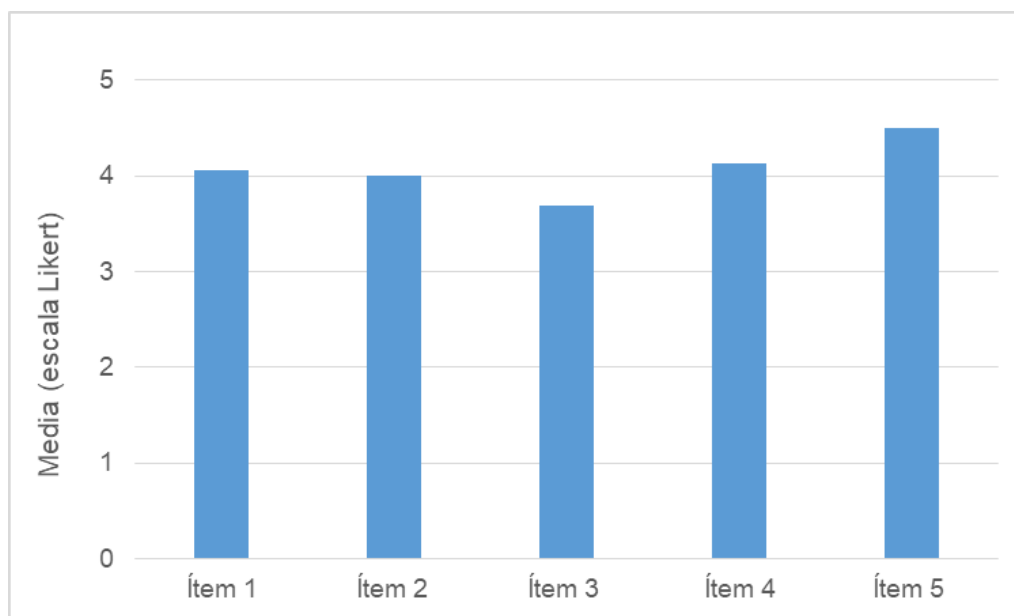
Distribución porcentual de respuestas por Ítem sobre el grado de motivación en la dimensión 1 del cuestionario (Escala Likert 1-5)



Adicionalmente, en la Figura 8 se presentan las medias de las puntuaciones obtenidas en cada ítem del cuestionario. Esta información complementa los datos mostrados en la figura anterior, observándose que todos los ítems obtuvieron una media igual o superior a 3,7 en la escala Likert, lo que indica una valoración media-alta de la percepción del grado de motivación de los alumnos después de la utilización del Escape Room virtual en el aula. Del mismo modo, se observa que el ítem 5 destaca con la puntuación más alta (media de 4,5) y que el ítem 3 presenta la puntuación más baja (media de 3,7) y también muestra una mayor variabilidad en las respuestas.

Figura 8

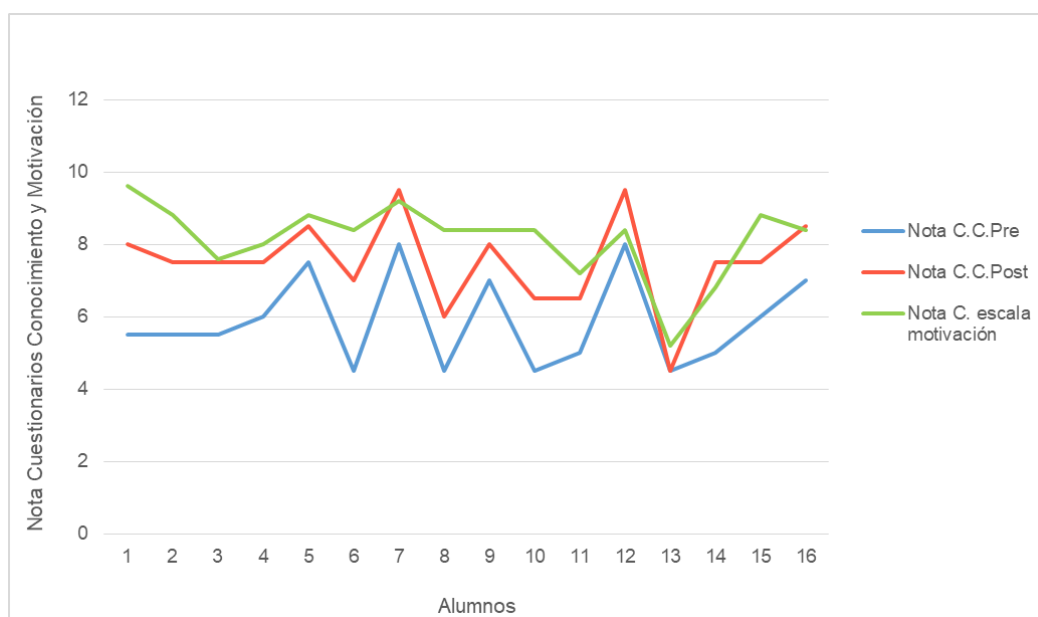
Media de motivación de los estudiantes por ítem



Siguiendo con la evaluación del grado de motivación en los estudiantes, se representó (Figura 9) la relación entre la evolución individual de cada alumno en los cuestionarios de conocimiento pre y post Escape Room virtual y la puntuación individual obtenida en el cuestionario de motivación.

Figura 9

Relación nota alumnos de cuestionario de motivación con cuestionario de conocimientos pre y post Escape Room virtual



Se aprecia una tendencia general en la que un mayor nivel de motivación se asociaría a una mejor adquisición de conocimientos y mejor rendimiento académico tras la actividad. Este patrón es visible en la mayoría del grupo, donde las calificaciones post intervención tienden a ser más altas cuando la motivación también lo es. Un caso destacable es el del alumno 13, cuya puntuación en motivación es de las más bajas y no muestra una mejora significativa en la adquisición de conocimiento y el rendimiento tras la intervención.

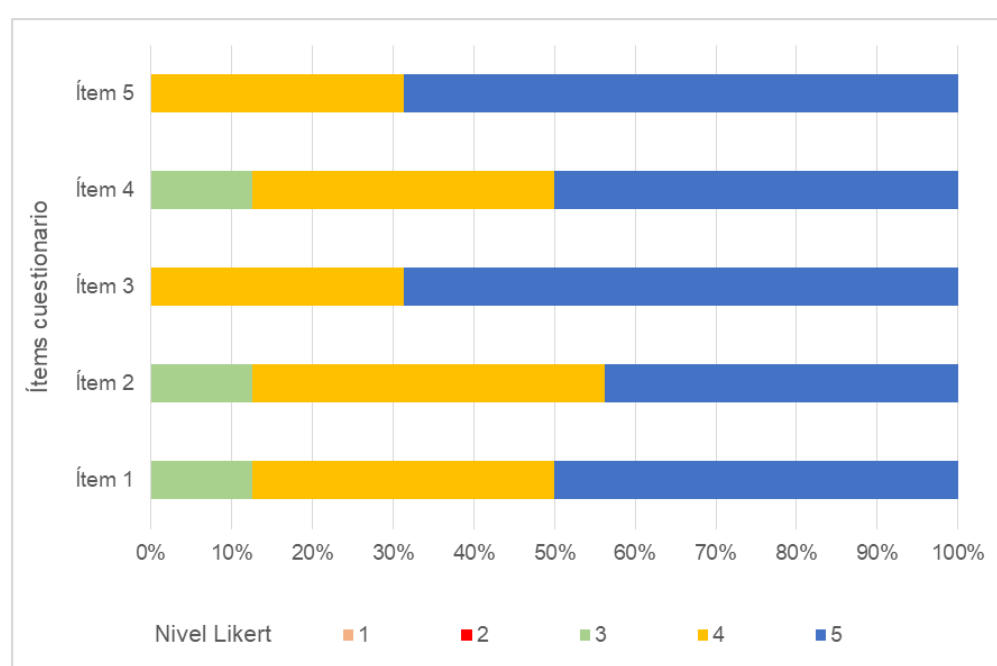
4.3. Evaluación del grado aceptación sobre la implementación del Escape Room virtual en el aula

Para poder evaluar la percepción sobre el grado de aceptación que genera en los estudiantes la incorporación del Escape Room virtual para el aprendizaje del microarray de ADN, en esta ocasión se revisaron los resultados obtenidos en la dimensión 2 del cuestionario con escala Likert realizado por los alumnos después de la intervención.

A continuación se representa la distribución porcentual de las respuestas a los cinco ítems del cuestionario sobre aceptación, utilizando una escala Likert de 1 (muy en desacuerdo) a 5 (muy de acuerdo).

Figura 10

Distribución porcentual de respuestas por Ítem sobre el grado de aceptación en la dimensión 2 del cuestionario (Escala Likert 1-5)

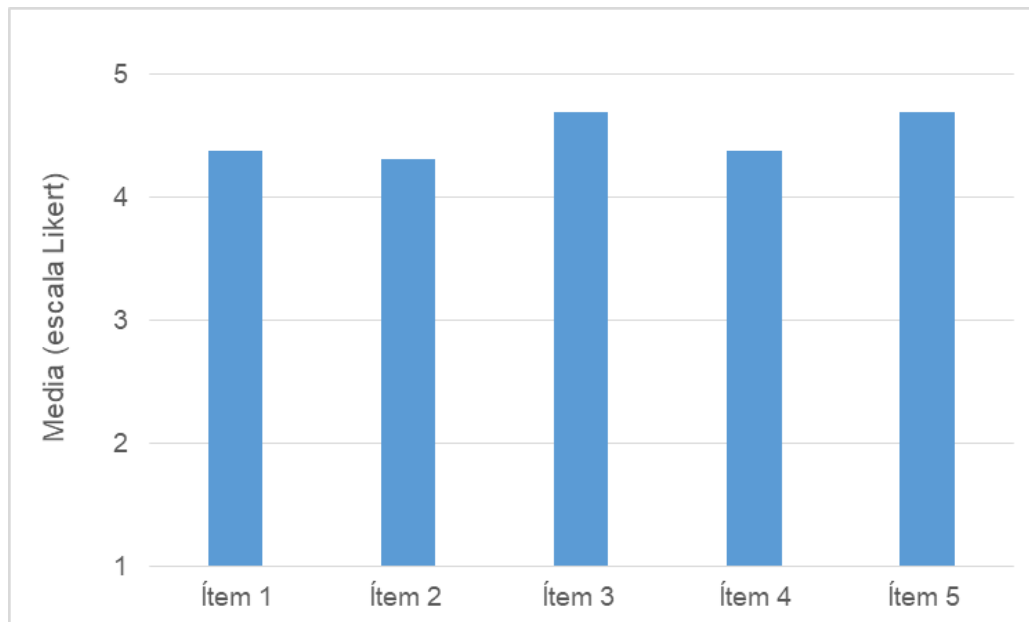


Se observa que la mayoría de los estudiantes respondieron con puntuaciones altas en todos los ítems. En concreto, en todos los ítems, el mayor porcentaje de respuestas se encuentra en el nivel 5, seguido del nivel 4. Asimismo, las respuestas negativas (valores 1 y 2) son inexistentes, lo que refleja una alta aceptación generalizada de la propuesta didáctica. Las puntuaciones intermedias (valor 3) se sitúan entre el 0,0% y el 12,5 % en algunos ítems, pero no comprometen la tendencia positiva dominante. Los ítems en los que se encuentra el mayor porcentaje de respuestas en el nivel 5, son el ítem 3 (“Recrear situaciones clínicas en el aula ayuda a encarar situaciones reales en el mundo laboral”) y el ítem 5 (“Considero que el nivel de satisfacción con la herramienta Escape Room virtual ha cumplido las expectativas iniciales”).

También se observa en la Figura 11 que todos los ítems obtuvieron una media superior a 4,3 en la escala Likert, lo que refleja una valoración alta de la percepción del grado de aceptación de los alumnos después del Escape Room virtual en el aula.

Figura 11

Media de aceptación de los estudiantes por ítem

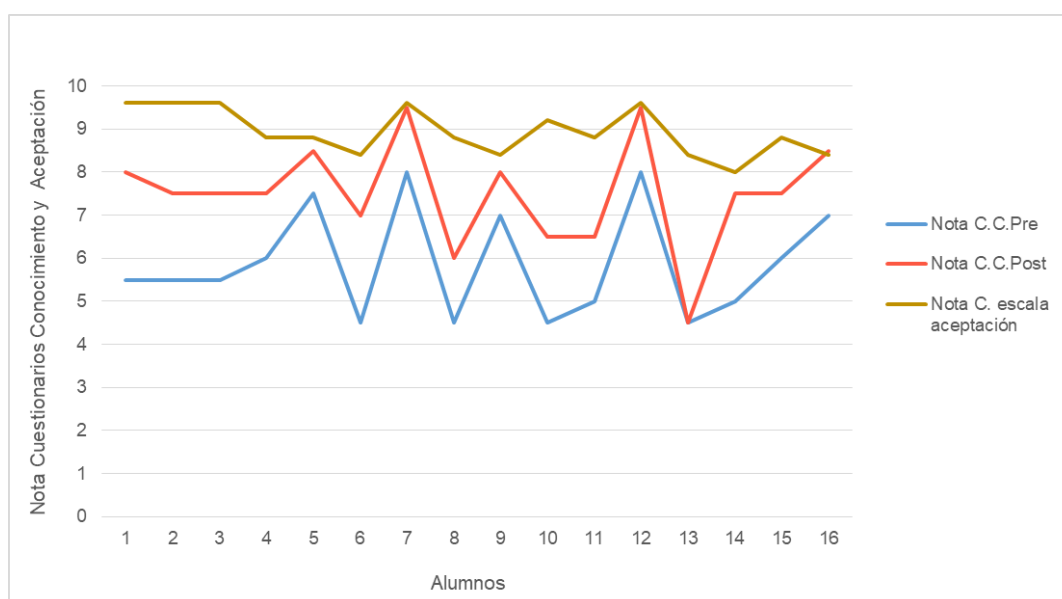


Del mismo modo que con el grado de motivación, para evaluar el grado de aceptación, se quiso hacer la relación entre la evolución individual de cada alumno en los cuestionarios de conocimiento pre y post Escape Room virtual y la puntuación individual obtenida en el cuestionario de aceptación. En la figura 12 se observa que

todos los alumnos presentaron puntuaciones altas en la escala de aceptación y satisfacción respecto a la implementación del Escape Room virtual en el aula. Aunque con ligeras variaciones individuales, la totalidad del grupo muestra una valoración positiva.

Figura 12

Relación nota alumnos de cuestionario de aceptación con cuestionario de conocimientos pre y post Escape Room virtual



5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio han determinado que la intervención en el aula con la utilización del Escape Room virtual mejora la retención de conocimientos teóricos y la comprensión de los conceptos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje del microarray de ADN, asegurando que los estudiantes no solo memoricen los conceptos, sino que los comprendan. Adicionalmente, se observaron resultados positivos en cuanto a la percepción del alumnado, quienes manifestaron un alto grado de motivación y una aceptación y valoración muy favorable del Escape Room virtual como herramienta didáctica, lo que sugiere que este tipo de actividad no solo es eficaz desde el punto de vista cognitivo, sino también emocional y actitudinal. Así pues, se pone en evidencia que, tal y como indican autores como Bello et al. (2007), combinar las metodologías tradicionales de enseñanza con nuevos

modelos y estrategias didácticas para explicar los conceptos en los que se basa la genómica maximizan el interés y el aprendizaje teórico de la misma.

Con el fin de interpretar de forma rigurosa los resultados obtenidos, este apartado se estructura en función de los objetivos específicos planteados. Esta discusión permite no solo valorar la eficacia de la propuesta, sino también comprender sus implicaciones educativas en contextos similares.

5.1. Conocimiento adquirido sobre el microarray de ADN

En referencia al objetivo específico 1, los datos muestran una mejora notable en el rendimiento de los estudiantes tras la implementación del Escape Room virtual en el aula.

A pesar de que tras la sesión teórica el cuestionario de conocimientos reveló una base de conocimientos aceptable por parte del grupo, los resultados después de la intervención con el Escape Room virtual mostraron una mejora generalizada de las notas obtenidas con un claro descenso en el número de suspensos, pasando de cuatro alumnos suspensos a tan solo uno.

Este progreso sugiere que el Escape Room virtual no solo consolidó contenidos ya introducidos en la clase teórica, sino que también facilitó la comprensión de aquellos conceptos que previamente resultaban más difíciles para los estudiantes y que requerían de una aplicación práctica.

Esto se refleja en el análisis del porcentaje de aciertos por pregunta, donde en particular la pregunta 12, que destaca por ser la que requiere una mejor comprensión por estar relacionada directamente con su aplicación práctica, presenta el mayor aumento de aciertos tras la implementación del Escape Room virtual. Por su parte, en otras preguntas de difícil comprensión y que requieren de una aplicación práctica (1 y 7) se observan incrementos notables. Así mismo, se identificaron preguntas más teóricas (2, 4 y 5) en las que no se aprecian diferencias, manteniéndose los niveles de aciertos previos, lo cual podría atribuirse tanto a una comprensión previa sólida como a una menor atención a esos contenidos durante el desarrollo del Escape Room virtual.

En conjunto, los resultados de la intervención muestran una asimilación especialmente efectiva de los contenidos relacionados con las preguntas de difícil comprensión y que requieren de aplicación práctica, suponiendo así un refuerzo adicional y apuntando a un impacto positivo de la utilización del Escape Room virtual

en el aprendizaje del alumnado. Este hallazgo coincide con lo expuesto por Hintze et al. (2023) en su revisión sistemática sobre el uso del Escape Room en educación farmacéutica, donde se concluye que esta metodología favorece el desarrollo del pensamiento crítico y la aplicación de conocimientos en contextos reales o simulados. Así, se refuerza la idea de que el uso de estrategias didácticas basadas en ABJ, como el Escape Room, puede resultar particularmente eficaz para facilitar el aprendizaje significativo en áreas de alta complejidad técnica.

Adicionalmente, las mejoras observadas son coherentes con los hallazgos de la revisión sistemática y metaanálisis realizada por He et al. (2024), quienes sostienen que los Escape Room tienen un efecto más positivo que la enseñanza tradicional sobre el conocimiento, la satisfacción con el aprendizaje, el trabajo en equipo y la competencia interprofesional.

Por todo ello, y coincidiendo con los hallazgos de la literatura científica más reciente, el Escape Room virtual puede ayudar a optimizar la retención y consolidación de conocimientos y con ello lograr una posterior transferencia de dichos conocimientos al ámbito profesional con mayor seguridad y confianza, haciéndolo así una herramienta educativa eficaz en el ámbito de la formación sanitaria y científica.

5.2. Grado motivación sobre la implementación del Escape Room virtual en el aula

Respecto al objetivo específico 2, los datos muestran que la implementación del Escape Room virtual en el aula también tuvo un impacto positivo en el grado de motivación de los estudiantes.

Las respuestas al cuestionario de percepción del grado de motivación reflejan una percepción positiva generalizada del alumnado respecto al grado de motivación generado por la actividad, especialmente como recurso de refuerzo educativo tras la teoría. Esta tendencia se refleja en las valoraciones más elevadas de los ítems del cuestionario. Estos resultados están en consonancia con los de Cotoras et al. (2024), quienes desarrollaron un Escape Room virtual para la enseñanza de bioprocesos industriales en bioquímica y concluyeron que mejoró significativamente la motivación y la satisfacción de los estudiantes, al ofrecer una experiencia más inmersiva y realista. La coincidencia en el uso de plataformas accesibles y el diseño centrado en el estudiante refuerza la eficacia del Escape Room como herramienta didáctica, dentro del ABJ, para fomentar la motivación en entornos educativos científicos.

No obstante, aunque también se observa interés por las aplicaciones clínicas de los microarrays, las respuestas en este aspecto, concretamente en las aplicaciones referidas al diagnóstico genético, muestran mayor variabilidad, lo que sugiere que el Escape Room virtual ha despertado la curiosidad del alumnado, aunque con menor unanimidad. Se detecta en este punto una oportunidad de mejora en futuras versiones de la actividad, especialmente en lo relativo a las aplicaciones en el diagnóstico genético de los microarrays de ADN.

Adicionalmente, los datos obtenidos de la relación de la nota de los alumnos en el cuestionario de motivación con la nota de los alumnos en el cuestionario de conocimientos reflejan una tendencia positiva, observando que aquellos alumnos que muestran mayor motivación tienden a obtener mejores resultados académicos tras la intervención en comparación con sus puntuaciones previas. Este paralelismo refuerza la relación entre motivación y rendimiento, y pone en valor el Escape Room virtual como herramienta didáctica capaz de estimular ambos aspectos de forma simultánea. Estos resultados son similares a los de otras publicaciones (Gerber & Fischetti, 2022) que describen el uso de Escape Room digitales y concluyen que los estudiantes se encuentran motivados con la realización de la actividad y que con ello mejoran los contenidos tratados reflejándose así en sus resultados académicos.

Todo ello sugiere que el ABJ, concretamente con el uso del Escape Room virtual, puede ser una vía eficaz para revertir la baja motivación que suele asociarse al aprendizaje de los contenidos teórico-prácticos complejos en ciclos formativos sanitarios.

5.3. Grado aceptación sobre la implementación del Escape Room virtual en el aula

En lo que al objetivo específico 3 se refiere, los resultados obtenidos reflejan una aceptación positiva por parte del alumnado hacia el Escape Room virtual. La alta concentración de respuestas en el nivel 5 de aceptación en los ítems relacionados con las expectativas de la herramienta y con su apoyo para encarar situaciones reales en el mundo laboral, sugiere que el Escape Room virtual ha sido valorado como una herramienta útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje y percibido como ayuda de cara un contexto profesional. La percepción positiva sobre la recreación de situaciones clínicas y el cumplimiento de expectativas refuerza la aceptación del Escape Room virtual como una estrategia didáctica eficaz y significativa para el

alumnado. La positiva percepción general manifestada en los cuestionarios evidencia que la intervención con el Escape Room virtual en el aula fue bien recibida por los estudiantes, tanto en términos de utilidad como de satisfacción. Esta buena acogida está en consonancia con estudios previos que han explorado la implementación del Escape Room, tanto en formato físico como formato digital, en entornos educativos sanitarios, destacando su potencial para mejorar la implicación y satisfacción del estudiante (Cotoras et al., 2024; Fernandes et al., 2025; Gerber & Fischetti, 2022; He et al., 2024; Hintze et al., 2023).

En el estudio de Gerber y Fischetti (2022), centrado en estudiantes de farmacia, se observó que la modalidad de Escape Room a través de plataformas digitales fue bien recibida por los participantes, quienes valoraron positivamente tanto la dinámica del juego como su utilidad para repasar conceptos. Del mismo modo, Hintze et al. (2023), en su revisión sistemática sobre Escape Rooms en educación farmacéutica, subrayan que uno de los efectos más consistentes de estas actividades es la alta aceptación y la percepción de que contribuyen a un entorno de aprendizaje activo, colaborativo y motivador.

Por su parte, Cotoras et al. (2024), en el desarrollo de un Escape Room virtual para la enseñanza de bioprocesos industriales en bioquímica, comprobaron que la satisfacción de los estudiantes fue elevada, especialmente cuando el diseño del juego permitió una experiencia inmersiva, personalizada y accesible. Estos autores remarcan que la posibilidad de responder de forma flexible, por su modalidad virtual, mejoró considerablemente la experiencia de juego, lo que influyó directamente en la percepción positiva general, coincidiendo con los resultados del presente trabajo.

Además, Fernandes et al. (2025), en su revisión sistemática y metaanálisis sobre Escape Rooms en enfermería, recogen que la mayoría de estudios incluidos reportan una alta satisfacción con la herramienta, asociada tanto a la motivación como a la percepción de utilidad en el aprendizaje. Se observa en estos estudios que la aceptación de los Escape Room, en todas sus modalidades, suele ser mayor cuando los estudiantes lo perciben como relevante por estar articulado con los contenidos del currículo y contextualizado en situaciones profesionales reales, lo que va alineado con los resultados de este estudio.

Asimismo, He et al. (2024) demostraron en su revisión sistemática y metaanálisis que los estudiantes de ciencias de la salud perciben los Escape Room como una experiencia educativa positiva, motivadora y efectiva, especialmente por su

componente lúdico y colaborativo, lo cual influye favorablemente en su aceptación. Su revisión concluye que los Escape Rooms son bien recibidos por los estudiantes, quienes los valoran como una herramienta útil para consolidar contenidos. Este hallazgo coincide con la percepción recogida en nuestro estudio, donde la mayoría del alumnado manifestó una alta satisfacción con el Escape Room virtual, considerándolo adecuado como una herramienta didáctica complementaria.

En conjunto, todos los resultados obtenidos indican que la integración de metodologías activas basadas en el ABJ, como el Escape Room virtual, en la enseñanza del microarray de ADN no solo mejora el rendimiento académico, sino que también aumenta la motivación con una aceptación positiva de los estudiantes. Estos hallazgos refuerzan estudios de otros autores que indican que los Escape Room virtuales se utilizan cada vez más en la formación sanitaria como experiencia de aprendizaje basada en juegos y que son una herramienta prometedora para proporcionar formación virtual dentro de la educación interprofesional (Quek et al., 2024). Del mismo modo que se refleja en el presente trabajo, estos autores concluyen que los Escape Room virtuales ofrecen entornos beneficiosos de aprendizaje que permiten a los estudiantes retener los conocimientos y la aplicación experimental de dichos conocimientos adquiridos. Todo ello con un elevado grado de satisfacción y compromiso con la actividad.

Para un estudio más estructurado, y con la finalidad de valorar los aspectos clave relacionados con la implementación de la presente propuesta didáctica innovadora, se ha elaborado el siguiente análisis DAFO, que recoge las principales fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades.

Tabla 3.

Análisis DAFO de la Propuesta Didáctica Innovadora

DAFO	
DEBILIDADES	AMENAZAS
-Requiere elevada inversión de tiempo para el diseño de la actividad y su correcta contextualización.	-Falta de formación del profesorado en el uso y preparación de este tipo de herramientas y recursos digitales.
-Limitaciones por posibles problemas técnicos en conexión a internet y recursos TIC.	-Resistencias iniciales por parte de equipos docentes más tradicionales.

-Reducido número de participantes, falta de un grupo control y brevedad de la intervención que condicionan la robustez de los resultados.

FORTALEZAS

-Recurso innovador que a través del juego de escape fomenta la motivación.

-Modalidad virtual que no requiere de espacios físicos adaptados ni espacios ocupados temporalmente.

-Alta implicación del alumnado durante la actividad.

-Propuesta didáctica innovadora vinculada correctamente con los contenidos curriculares de la unidad de trabajo del módulo.

OPORTUNIDADES

-Posibilidad de adaptar el recurso a otros contenidos o módulos del ciclo.

-Interés creciente en la innovación educativa dentro de la Formación Profesional de Procesos Sanitarios.

-Potencial para integrarse en estrategias de aprendizaje inclusivo siguiendo los principios del diseño universal de aprendizaje (DUA).

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo se encuentran en consonancia con los objetivos planteados inicialmente y se exponen a continuación:

El objetivo general de este trabajo fue determinar la efectividad del Escape Room virtual como estrategia didáctica para el aprendizaje del microarray de ADN en el módulo de Biología Molecular y Citogenética, en el ciclo formativo de grado superior de Técnico en Laboratorio Clínico y Biomédico. A la luz de los resultados obtenidos, puede afirmarse que la propuesta educativa ha resultado efectiva en la mejora del aprendizaje del alumnado, aportando un enfoque lúdico, participativo y contextualizado que ha favorecido la comprensión y aplicación de los contenidos más teóricos relacionados con las técnicas de hibridación y el microarray de ADN.

En relación al primer objetivo específico, orientado a determinar el efecto del Escape Room virtual en el conocimiento adquirido sobre el microarray de ADN, esta intervención mejora en los estudiantes la adquisición de conocimientos sobre dicha técnica. Esta mejora pone de manifiesto la efectividad del Escape Room virtual diseñado como herramienta de refuerzo y consolidación del aprendizaje del microarray de ADN, donde los contenidos son altamente técnicos y complejos y de difícil acceso práctico en el entorno educativo.

Respecto al segundo objetivo específico, centrado en analizar el impacto del Escape Room virtual en la motivación de los alumnos, la intervención demuestra que la motivación de los estudiantes se ve aumentada con el uso del Escape Room virtual, especialmente cuando se utiliza como refuerzo tras la exposición teórica. Esta motivación se traduce en una mayor implicación e interés por los contenidos, lo que incide positivamente en el rendimiento académico. Sería necesario realizar más estudios que permitieran confirmar una relación directa entre el grado de motivación y el rendimiento académico. Si bien las aplicaciones clínicas de los microarrays, especialmente en lo relacionado con el diagnóstico genético, despertaron un interés variable, el Escape Room virtual ha demostrado ser eficaz para potenciar tanto el compromiso y motivación de los estudiantes como su comprensión de los contenidos.

En cuanto a las conclusiones relacionadas con el tercer objetivo, enfocado en evaluar la aceptación del Escape Room virtual como estrategia didáctica, se concluye que la intervención con el Escape Room virtual fue altamente aceptada por los estudiantes, al percibirse como una estrategia didáctica eficaz y útil. La experiencia permitió constatar que, cuando el aprendizaje se vincula a la recreación de situaciones clínicas en el aula, los estudiantes se sienten más preparados para afrontar el entorno profesional. En este sentido, la actividad no solo cumplió con sus expectativas, sino que también consolidó la percepción de utilidad de este tipo de metodologías activas en su formación sanitaria.

En definitiva, se concluye que la incorporación del Escape Room virtual como herramienta didáctica en el aula no solo contribuye al logro de los objetivos de aprendizaje específicos del módulo, a la mejora en la actitud del alumnado hacia los contenidos y a la motivación hacia el estudio, sino que también impulsa el desarrollo de habilidades que preparan a los alumnos para entornos profesionales, alineándose con la meta 4.4 del ODS número 4 en relación a la educación de calidad. Además, al impulsar el desarrollo de competencias digitales y promover una metodología inclusiva, esta intervención contribuye a la meta 5.B del ODS número 5, que busca mejorar el uso de las TIC para avanzar en la igualdad de género. De este modo, el trabajo favorece un desarrollo educativo más justo, inclusivo y sostenible, alineado con los principios de la Agenda 2030.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alsarayreh., S. R. (2021). Teaching Developing critical thinking skills towards biology course using two active learning strategies. *Cypriot Journal of Educational Science*. 16(1), 221-237. <https://doi.org/10.18844/cjes.v16i1.5521>
- Al-Sayed, R. (2006). *Monitoring the emergence of a knowledge community: a corpus-based approach*. University of Surrey (United Kingdom).
- Ang, J. W. J., Ng, Y. N. A., & Liew, R. S. (2020). Physical and Digital Educational Escape Eoom for Teaching Chemical Bonding. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2849–2856. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00612>
- Anzelin, I., Marín-Gutiérrez, A., & Chocontá, J. (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>
- Avargil, S., Shwartz, G. & Zemel, Y. (2021). Educational Escape Room: Break Dalton's Code and Escape! *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2313-2322.
- Barnard, B., Sussman, M., BonDurant, S. S., Nienhuis, J., & Krysan, P. (2006). Microarrays (DNA chips) for the classroom laboratory. *Biochemistry and molecular biology education*, 34(5), 355–359. <https://doi.org/10.1002/bmb.2006.494034052645>
- Bello, J., Butler, C., Radavich, R., York, A., Oseto, C., Orvis, K., & Pittendrigh, B. R. (2007). Genomics Analogy Model for Educators (GAME): VELCRO® analogy model to enable the learning of DNA arrays for visually impaired and blind students. *Science Education Review*, 6(4), 123.1–123.12.
- Bester, G., & Brand, L. (2013). The effect of technology on learner attention and achievement in the classroom. *South African Journal of Education*, 33(2), Article 405. <https://doi.org/10.15700/saje.v33n2a405>
- Brady, S. C., & Andersen, E. C. (2021). An escape-room inspired game for genetics review. *Journal of Biological Education*, 55(4), 406–417. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1703784>
- Bray, L., Antoniou, P., Nikolaidou, M., Fides-Valero, Á., Roberts, T., Ahonen, O., Häyrynen, S., Campos-Díaz, E., & Bamidis, P. D. (2023). Evaluation of the effectiveness of educational escape rooms within health professions education: A systematic review protocol. *International Journal of Educational Research*, 117, 102123. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2022.102123>
- Brunet, I., & Rodríguez-Soler, J. (2014). El gobierno corporativo de las universidades: Estudio de las cien primeras universidades del ranking de Shanghái. *Revista de Educación*, 365, 177-201. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2014-365-269>

- Bullón Gallego, I. (2017). La neurociencia en el ámbito educativo. *Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad*, 3(1), 118-135. <http://riai.jimdo.com/>
- Burgueño Lopez, J. (2022). Neuroeducación: ¿Cómo aprende mejor el cerebro? *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, (389), 6-11. <https://doi.org/10.14422/pym.i389.y2022.001>
- Campbell, A. M., Zanta, C. A., Heyer, L. J., Kittinger, B., Gabric, K. M., & Adler, L. (2006). DNA microarray wet lab simulation brings genomics into the high school curriculum. *CBE—Life Sciences Education*, 5(4), 332–339. <https://doi.org/10.1187/cbe.06-07-0183>
- Carvalho, F. I., Johns, C., & Gillespie, M. E. (2012). Gene expression analysis. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 40(3), 181–190. <https://doi.org/10.1002/bmb.20588>
- Castillo, N., & Jiménez, J. (2020). Implementación de material educativo gamificado para la enseñanza-aprendizaje de la matemática en alumnos con Síndrome de Down. *Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, 8, 1-13. <https://doi.org/10.6018/riite.397741>
- Cordero, C. (2018). Escape room educativo. *Ágora Abierta*. <https://www.agorabierta.com/2018/03/escape-room-educativo/>
- Costillo, E., Borrachero, B., Cubero, J. & Nuñez, D. (2013). Conductas docentes de profesores de secundaria en formación en las salidas al medio natural frente a sus concepciones. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 866-870.
- Cotoras, D., Valenzuela-Ibaceta, F., Salas, D., & Cárdenas, F. (2024). Development and assessment of a virtual escape-room game for teaching industrial bioprocesses. *Biochemistry and molecular biology education: a bimonthly publication of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology*, 52(4), 453–461. <https://doi.org/10.1002/bmb.21837>
- De Freitas, S. (2018). Are games effective learning tools? A review of educational games. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(2), 74–84.
- Diego-Mantecón, J. M., Blanco, T. F., Ortiz-Laso, Z., & Lavicza, Z. (2021). STEAM projects with KIKS format for developing key competences. *Comunicar*, 29(66), 33-43. <https://doi.org/10.3916/C66-2021-03>
- Fernandes, C. S., Moreira, M. T., Ferreira, M. S., & Novo Lima, A. M. (2025). Escape rooms in nursing: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 56(5), 175–182. <https://doi.org/10.3928/00220124-20250416-05>

- Galván-Cardoso, L., & Siado-Ramos, P. (2021). Educación tradicional: Un modelo de enseñanza centrado en el estudiante. *Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 7(12), 962-975. <https://doi.org/10.35381/cm.v7i12.457>
- Gerber, A., & Fischetti, B. (2022). The impact of escape room gamification using a teleconferencing platform on pharmacy student learning. *Medical Science Educator*, 32(5), 1159–1164. <https://doi.org/10.1007/s40670-022-01641-7>
- Gil, J. M. S. & Gorospe, J. M. C. (2010). Cambio y continuidad en sistemas educativos en transformación. *Revista de Educación*, 352, 17-21.
- Gómez Urquiza, J. L. (2019). Gamificación y aprendizaje basado en juegos en la docencia en Enfermería. *Metas de Enfermería*, 22, 5-19. <https://doi.org/10.35667/metasenf.2019.22.1003081391>
- González Calatayud, V. (2022). La innovación en Formación Profesional: El uso de las Escape Room. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(1), 111-120. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i1.12120>
- Grande, M., García, S., Baelo, R., & Abella, V. (2021). Edu-Escape Rooms. *Encyclopedia*, 1, 12-19. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia1010004>
- He, Y., Chen, X., Ma, H., Zhao, R., Zhou, H., & Yang, Y. (2024). Effectiveness of Escape Room in Medical Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Games for health journal*, 13(6), 419–427. <https://doi.org/10.1089/g4h.2023.0070>
- Hebert, D. (2023). Implementation of educational escape rooms in a nurse practitioner doctoral curriculum. *Journal of Professional Nursing*, 45(2), 8-13. <https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2023.01.001>
- Heller, M. J. (2002). DNA microarray technology: Devices, systems, and applications. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 4, 129–153. <https://doi.org/10.1146/annurev.bioeng.4.020702.153438>
- Hermanns, M., Deal, B., Campbell, A. M., Hillhouse, S., Opella, J. B., Faigle, C., & Campbell, R. H., IV. (2017). Using an “escape room” toolbox approach to enhance pharmacology education. *Journal of Nursing Education and Practice*, 8(4), 89. <https://doi.org/10.5430/jnep.v8n4p89>
- Hintze, T. D., Samuel, N., & Braaten, B. (2023). A Systematic Review of Escape Room Gaming in Pharmacy Education. *American journal of pharmaceutical education*, 87(5), 100048. <https://doi.org/10.1016/j.ajpe.2022.09.007>
- Hoppitt, W., & Laland, K. N. (2013). *Social learning: An introduction to mechanisms, methods, and models*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.1515/9781400846504>

- Jiménez, C., Arís, N., Magreñán-Ruiz, Á. A., & Orcos, L. (2020). Digital escape room, using Genial.ly and a breakout to learn algebra at secondary education level in Spain. *Education Sciences*, 10(10), 271. <https://doi.org/10.3390/educsci10100271>
- Jiménez-Hernández, D., González-Ortiz, J., & Tornel-Abellán, M. (2020). Metodologías activas en la universidad y su relación con los enfoques de enseñanza. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 24(1), 76-94. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/8173/PDF>
- Johnson, E. J. (2010). College online developmental reading instruction: Creating a path to independent and active learning. *NADE Digest*, 5(2), 47-55.
- Kinio, A. E., Dufresne, L., Brandys, T., & Jetty, P. (2019). Break out of the classroom: The use of escape rooms as an alternative teaching strategy in surgical education. *Journal of Surgical Education*, 76(1), 134–139. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2018.06.030>
- Kiryakova, G., Angelova, N., & Yordanova, L. (2014). Gamification in education. *Proceedings of 9th International Balkan Education and Science Conference*. <https://bityl.co/3iVy>
- Koseoglu, P. & Efendioglu, A. (2015). Can a Multimedia Tool Help Students' Learning Performance in Complex Biology. *South African Journal of Education*, 35(4), 1.
- López, M., C. y Sánchez, L. A. (2019, agosto 29). *Escape room: Un nuevo método para la enseñanza y el aprendizaje en la URJC - Universidad Rey Juan Carlos*. <https://www.urjc.es/todas-las-noticias-de-actualidad/4506-escape-room-un-nuevo-metodo-para-la-ensenanza-y-el-aprendizaje-en-la-urjc>
- López-Belmonte, J., Segura-Robles, A., Fuentes-Cabrera, A., & Parra-González, M. (2020). Evaluating activation and absence of negative effect: Gamification and escape rooms for learning. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 1-12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072224>
- Luelmo del Castillo, M. J. (2018). Origen y desarrollo de las metodologías activas dentro del sistema educativo español. *Encuentro*, 27(1), 4-21. <https://doi.org/10.37536/ej.2018.27.1890>
- Manzano-León, A., Aguilar-Parra, J. M., Rodríguez-Ferrer, J. M., Trigueros, R., Collado-Soler, R., Méndez-Aguado, C., García Hernández, M. J. y Molina-Alonso, L. (2021). Online escape room during covid-19: A qualitative study of social education degree students' experiences. *Education Sciences*, 11(8), 426. <https://doi.org/10.3390/educsci11080426>
- Marzancola, M. G., Sedighi, A., & Li, P. C. (2016). DNA Microarray-Based Diagnostics. *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*, 1368, 161–178. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3136-1_12

- Muñoz, C. (2013). Métodos mixtos: una aproximación a sus ventajas y limitaciones en la investigación de sistemas y servicios de salud. *Revista Chilena de Salud Pública*, 17(3), 218-223. <https://doi.org/10.5354/0719-5281.2013.28632>
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/agenda-2030/>
- Nadelson, S., & Nadelson, L. (2020). Bringing a mystery to the evidence-based practice: Using escape rooms to enhance learning. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 17(4), 307–309. <https://doi.org/10.1111/wvn.12461>
- Nicholson, S. (2015). Peeking Behind the Locked Door: A Survey of Escape room Facilities. White Paper, 1–35. <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
- Orbegoso, G. A. (2016). La motivación intrínseca según Ryan & Deci y algunas recomendaciones para maestros. *Lumen Educare*, 2(1), 75-93. <https://doi.org/10.19141/2447-5432/lumen.v2.n1.p.75-93>
- Ortiz-Colón, A. M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: Una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44, e173773. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844173773>
- Quek, L. H., Tan, A. J. Q., Sim, M. J. J., Ignacio, J., Harder, N., Lamb, A., Chua, W. L., Lau, S. T., & Liaw, S. Y. (2024). Educational escape rooms for healthcare students: A systematic review. *Nurse education today*, 132, 106004. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.106004>
- Remijan, K. W. (2017). Project-based learning and design-focused projects to motivate secondary mathematics students. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1520>
- Salvador-Gómez, A., Escrig-Tena, A. B., Beltrán-Martín, I., & García-Juan, B. (2022). El escape room virtual: Herramienta docente universitaria para el desarrollo de competencias transversales y para la retención del conocimiento. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 21, 7-48. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.664>
- Segura-Robles, A., & Parra-González, M. (2019). How to implement active methodologies in Physical Education: Escape Room. *ESHPA*, 3(2), 295-306.
- Sempere Pla, S. (2020). Proyecto de gamificación basado en el escape room aplicado a un aula bilingüe de educación primaria con enfoque AICLE. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 5-40. <https://doi.org/10.51302/tce.2020.437>
- Veldkamp, A., van de Grint, L., Knippels, M-C. P. J., & van Joolingen, W. R. (2020). Escape education: A systematic review on escape rooms in education. *Educational Research Review*, 31, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100364>

- Vidergor, H. E. (2021). Effects of digital escape room on gameful experience, collaboration, and motivation of elementary school students. *Computers & Education*, 166, 104156. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104156>
- Wiemker, M., Elumir, E., & Clare, A. (2015). *Escape room games: Can you transform an unpleasant situation into a pleasant one?* The Codex. <https://thecodex.ca/wp-content/uploads/2016/08/00511Wiemker-et-al-Paper-Escape-RoomGames.pdf>
- Yllana-Prieto, F., González-Gómez, D., & Jeong, J. S. (2023). La enseñanza de contenidos científicos mediante una metodología basada en escape room. *Enseñanza de las Ciencias*, 41(3), 69-88. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.5873>
- Zarco, C., N., Machancoses, M. & Fernández, P., R. (2019). La eficacia de la escape room como estrategia de motivación, cohesión y aprendizaje de matemáticas en sexto de educación primaria. *Edetania: estudios y propuestas socio-educativas*, 56, 23-42. https://doi.org/10.46583/edetania_2019.56.507

ANEXOS

Anexo I. Cuestionario de conocimientos sobre el microarray de ADN

NOMBRE Y APELLIDOS:

FECHA:

- 1. ¿Qué es la hibridación de ácidos nucleicos y en qué se basa este proceso?**
 - a) En la unión aleatoria de nucleótidos
 - b) En la complementariedad de bases nitrogenadas
 - c) En la interacción de proteínas con el ADN
 - d) En la replicación de ARN
- 2. ¿Cuál es el objetivo principal de las técnicas de hibridación en biología molecular?**
 - a) Sintetizar nuevas proteínas
 - b) Identificar secuencias específicas de ADN o ARN
 - c) Separar fragmentos de proteínas
 - d) Determinar el pH de soluciones biológicas
- 3. ¿Qué significa el término “desnaturalización” en el contexto de la hibridación de ADN?**
 - a) La destrucción de la cadena de ADN
 - b) La separación de las dos cadenas complementarias de ADN
 - c) La fusión de ARN con proteínas
 - d) La duplicación del ADN
- 4. Microarrays es una técnica de hibridación:**
 - a) En medio sólido
 - b) En medio líquido
 - c) In situ
 - d) Ninguna de las anteriores

5. ¿Qué es un microarray de ADN?

- a) Fragmentos de ADN transferidos directamente a una membrana de nitrocelulosa o nailon, sin separar por electroforesis
- b) Fragmentos de ARN transferidos directamente a una membrana de nitrocelulosa o nailon, sin separar por electroforesis
- c) Conjuntos de fragmentos de ADN (sondas) distintos fijados a una superficie sólida (vidrio, plástico o silicio)
- d) Conjuntos de fragmentos de ARN (sondas) distintos fijados a una superficie sólida (vidrio, plástico o silicio)

6. ¿Cuáles son las principales características de las sondas?

- a) Son monocatenarias
- b) Generalmente son pequeños oligonucleótidos
- c) Están ancladas al biochip
- d) Todas son correctas

7. ¿Cómo se realiza la lectura del microarray?

- a) Mediante fotografía tomada por cámara de autorradiografía
- b) Mediante un láser de excitación
- c) Mediante métodos inmunohistoquímicos indirectos
- d) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta

8. ¿Cómo son las sondas ancladas en el biochip?

- a) Monocatenarias y están marcadas
- b) Bicatenarias y están marcadas
- c) Bicatenarias y no están marcadas
- d) Monocatenarias y no están marcadas

9. ¿Cuál es la función principal de un microarray de ADN?

- a) Sintetizar nuevas moléculas de ADN
- b) Analizar múltiples secuencias de ADN simultáneamente
- c) Separar proteínas por tamaño
- d) Medir el pH en muestras biológicas

10. ¿Cuál de las siguientes aplicaciones es típica de los microarrays de ADN?

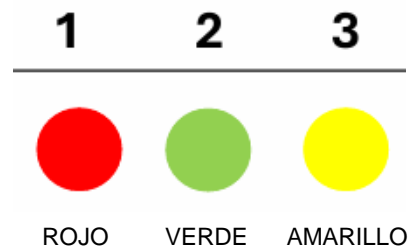
- a) Diagnóstico de enfermedades genéticas
- b) Análisis de expresión de genes
- c) Secuenciación de proteínas
- d) a y b son correctas

11. ¿Qué tipo de microarray se utiliza principalmente para detectar ganancias o pérdidas de ADN en un genoma?

- a) Microarray de expresión génica
- b) Array CGH (Comparative Genomic Hybridization)
- c) Microarray de proteínas
- d) Microarray de lípidos

12. Teniendo en cuenta que el ADNc de referencia (control sano) se ha marcado con Cy3 (emite en verde) y el ADNc procedente del paciente a estudio se ha marcado con Cy5 (emite en rojo) ¿Cuál de estos 3 genes está duplicado (en ganancia) en el paciente a estudio?

- a) El gen 1
- b) El gen 2
- c) El gen 3
- d) Ninguno de los genes



Anexo II. Cuestionario para valorar la percepción del grado de motivación y de aceptación de los alumnos sobre la implementación del Escape Room virtual

NOMBRE Y APELLIDOS:

FECHA:

VALORACIÓN SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DEL ESCAPE ROOM VIRTUAL					
DIMENSIÓN 1: MOTIVACIÓN					
Siendo 1=totalmente en desacuerdo, 2=en desacuerdo, 3=neutro, 4=de acuerdo y 5= totalmente de acuerdo	1	2	3	4	5
1. La actividad del Escape Room virtual me pareció estimulante y me motivó a aprender sobre los microarrays.					
2. Me sentí comprometido con el Escape Room virtual en todo momento.					
3. El Escape Room virtual despertó mi curiosidad sobre las aplicaciones de los microarrays en el diagnóstico genético.					
4. La realización del Escape Room virtual ha influido positivamente en la asimilación de los conceptos enseñados en las sesiones teóricas.					
5. Me siento motivado con la realización de Escape Room virtuales como refuerzo educativo tras las sesiones teóricas.					
DIMENSIÓN 2: ACEPTACIÓN					
Siendo 1=totalmente en desacuerdo, 2=en desacuerdo, 3=neutro, 4=de acuerdo y 5= totalmente de acuerdo	1	2	3	4	5
1. El uso del Escape Room virtual en el aula es positivo para el aprendizaje.					
2. Considero que el Escape Room virtual fue útil para comprender mejor los microarrays de ADN.					
3. Recrear situaciones clínicas en el aula ayuda a encarar situaciones reales en el mundo laboral.					
4. Me gustaría que se implementaran más Escape Rooms virtuales en otras unidades didácticas.					
5. Considero que el nivel de satisfacción con la herramienta Escape Room virtual ha cumplido las expectativas iniciales.					

Fuente: Material adaptado de Pérez et al. 2019, p.662.