

# **Creación de una interfaz de realidad virtual para enseñar la titulación de morfina**

**Valeria Martínez<sup>1</sup> y Laura Limonta<sup>2</sup>**

*1Laboratorio INSERM UMR987, Facultad de Medicina,  
Universidad de París Saclay, París, Francia*

*2Universidad de Paris Saclay, París, Francia*

## **Resumen :**

**Introducción:** Es esencial que los estudiantes de ciencias de la salud aprendan cómo hacer una titulación de morfina. Este artículo presenta un estudio que evalúa el conocimiento de los estudiantes de medicina sobre la titulación de la morfina y la necesidad de un módulo virtual para enseñar esta habilidad. El objetivo es evaluar los principales déficits del conocimiento concernientes la titulación de la morfina y la necesidad de un módulo virtual sobre el tema.

**Métodos:** El módulo virtual fue creado junto con Uptale y siguiendo su metodología, la cual involucra crear un guion y realizar la integración en la plataforma en línea. Los videos necesarios fueron tomados en un día con la ayuda de un videógrafo. La integración del módulo tomó 15 días. La versión final fue presentada al equipo para su validación, y modificaciones fueron realizadas usando la plataforma.

**Resultados:** El módulo interactivo de realidad virtual está listo y puede ser usado utilizando un casco de realidad virtual o una pantalla. Los estudiantes pueden estar inmersos en la experiencia virtual usando el casco disponible en la universidad, y el objetivo a futuro es su utilización en casa. La tasa de satisfacción de los estudiantes fue elevada.

**Conclusiones:** Se creó y probó un módulo de realidad virtual. El módulo interactivo permite al usuario realizar decisiones basadas en el bienestar del paciente. El uso de la realidad virtual en la educación médica es una herramienta innovadora y efectiva que puede mejorar la experiencia de aprendizaje.

## **Palabras claves:**

Realidad virtual, educación médica, inmersión

# **Creation of a virtual reality interface to teach morphine titration.**

## **Abstract**

**Background:** It is essential for healthcare students to learn how to titrate morphine. This paper presents a study that evaluates medical students' knowledge regarding morphine titration and the need for a virtual reality module to teach this skill. The objective was to assess the main knowledge deficits concerning morphine titration and the need for a virtual reality titration module.

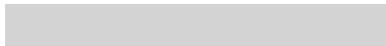
**Methods:** The module was created using the Uptale methodology, which involves creating a storyboard and integrating images with the platform. The necessary footage was captured in one day with the help of a videographer, and integration took 15 days. The final version was presented to the team for validation, and modifications were made using the platform.

**Results:** The resulting interactive virtual reality module is ready to be used with a headset or screen. Students can be immersed in the virtual experience using a headset at school, and the future goal is to allow them to use the module at home. Students' satisfaction around the use of virtual reality was proven very high.

**Conclusions:** A virtual module was created and tested. The module is interactive and allows the user to make decisions based on patient well-being. The use of virtual reality in healthcare education is an innovative and effective tool that can enhance the learning experience.

## **Keywords**

Virtual reality, healthcare education, immersion



# **1.Introducción**

## **1.1 Aprendizaje activo**

En el mundo de la educación, el aprendizaje activo se ha convertido en el enfoque preferido para fomentar la retención de conocimientos. Se define como el conjunto de estrategias de enseñanza que implican a los alumnos, dándoles un papel activo en la construcción de su propio conocimiento. Se pueden utilizar varios métodos, desde la lectura hasta el juego de rol para la toma de decisiones y la gamificación, pero todos ellos deben fomentar el pensamiento de alto nivel en los estudiantes, evitando al mismo tiempo la sobrecarga cognitiva.

En el método de enseñanza multimodal interactiva, el alumno toma decisiones que influyen en un resultado concreto. Según la teoría cognitivo-afectiva del aprendizaje con medios de comunicación, el aprendizaje multimodal interactivo puede aumentar los conocimientos mediante la estimulación de diversos canales cognitivos, animando al alumno a organizar y utilizar la información en contextos de toma de decisiones (Moreno & Mayer, 2007). Además, las formas multimodales de aprendizaje son las preferidas por los miembros de la generación Z (nacidos entre mediados de los noventa y 2012). Esta generación, también conocida como "nativos digitales", ha crecido con la tecnología, se adapta fácilmente a los avances tecnológicos, tiene una capacidad de atención corta y se aburre rápidamente con métodos de enseñanza monótonos y repetitivos (Chicca & Shellenbarger, 2018).

## **1.2 Realidad virtual**

La educación médica es un campo en evolución. Constantemente se desarrollan nuevas herramientas para mejorar los métodos de aprendizaje, sobre todo en un campo en el que no sólo es importante retener la información, sino también poder acceder a ella y utilizarla en la práctica, a menudo en situaciones estresantes y exigentes.

La realidad virtual es un método de aprendizaje emergente que se define como una interfaz tridimensional inmersiva accesible a través de un casco de realidad virtual. Aunque tiene aplicaciones en diversos campos, su uso en medicina ha crecido significativamente a lo largo de los años, siendo el inglés y el francés dos de los idiomas más populares (Smutny, 2022). Existen diferentes formas de realidad virtual, que pueden agruparse en dos grandes categorías: la realidad virtual de 360 grados y la simulación interactiva en 3D.

El uso de la realidad virtual de 360 grados ha demostrado resultados prometedores en el aprendizaje, junto con otros beneficios como el aumento de la motivación, una actitud positiva y cambios en el comportamiento. Además, los vídeos de 360 grados pueden proporcionar una experiencia inmersiva muy realista. Esta interfaz virtual puede servir como herramienta eficaz para captar la atención de los alumnos hacia el contenido, lo que se traduce en una mejora de la satisfacción y de la comprensión del contenido.

La principal ventaja de esta interfaz es que se puede acceder a ella a distancia, tanto en 3D como en 2D, además, su realización es relativamente más sencilla. Sin embargo, presenta una serie de posibles inconvenientes, como una menor capacidad interactiva que otros tipos de interfaz de realidad virtual y la posibilidad de que se produzcan dolores de cabeza, náuseas y vómitos debido a la inmersión (Shadiev et al., 2022, p. 360).

### **1.3 Programa del dolor**

En la medicina, el dolor se suele enseñar asociado a otras asignaturas como anestesia, medicina general y fisiología. Como dato positivo, Francia ofrece módulos obligatorios sobre dolor a los estudiantes de medicina en casi todas sus facultades (84%), lo que difiere de otros países europeos y de Estados Unidos, donde los módulos sobre dolor han disminuido. Más concretamente, en Estados Unidos no hay módulos obligatorios sobre dolor, ni por sí solos ni como parte de otra asignatura (Shipton et al., 2018), lo que resulta sorprendente dada la epidemia de opioides. Los principales métodos de enseñanza utilizados son las conferencias y los cursos con debates basados en casos prácticos, y se hace poco hincapié en otros métodos de aprendizaje electrónico. Aunque esta materia parece requerir más experiencia y la realidad virtual puede ser una herramienta útil para la formación médica, los planes de estudios basados en la simulación siguen siendo escasos (Jiang et al., 2022).

### **1.4 Problemática**

En el caso concreto de los pacientes no comunicativos, la capacidad de reconocer y expresar su propio dolor se ve afectada. Por estos motivos, se han creado escalas de evaluación del dolor específicas para evaluar las expresiones faciales y los movimientos corporales. El sub-tratamiento de este tipo de pacientes es frecuente, sobre todo en el caso de los pacientes con demencia, posiblemente debido a complicaciones en el reconocimiento y la evaluación del dolor, a la preocupación por el uso de polifarmacia y a las reacciones adversas a los fármacos (W. P. Achterberg et al., 2021).

Es importante crear nuevas iniciativas educativas para motivar y aumentar los conocimientos de los estudiantes sobre el tratamiento del dolor y la titulación de morfina.

La realidad virtual sirve como herramienta de enseñanza que permite practicar y experimentar de primera mano casos poco frecuentes en un entorno seguro con posibilidad de repetición.

Nuestra hipótesis es que la realidad virtual puede ser una herramienta útil para enseñar la titulación de morfina a estudiantes universitarios.

## **2. Objetivos**

Crear un entorno virtual para la enseñanza de la titulación de morfina a pacientes comunicantes y no comunicantes. Para alcanzar nuestro objetivo principal, hemos definido los siguientes objetivos secundarios:

1. Evaluar la necesidad de un módulo de enseñanza sobre la titulación de morfina para los estudiantes de medicina de los cursos DFASM1, DFASM2 y DFASM3.
2. Crear una interfaz de realidad virtual para la enseñanza teórica y práctica de la titulación de morfina.
3. Evaluar la satisfacción con la realidad virtual como herramienta de enseñanza teórica y práctica para la titulación de morfina.

### 3. Materiales y métodos

#### 3.1 Software de diseño

La interfaz virtual de 360 grados se creó en colaboración con Uptale (Figura 1), un software de creación de realidad virtual de 360 grados en línea. La licencia adquirida a Uptale incluyó dos talleres de storyboard, un rodaje y la creación final de la experiencia. Las grabaciones de vídeo se realizaron con una cámara InstaOne 360 en la UFR Simon Veil de la Universidad de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines. Todos los actores eran personal médico. Se crearon escenarios centrados en el ser humano y en el paciente para alcanzar objetivos de aprendizaje específicos (Tabla 1). Uptale permite crear una interfaz interactiva sin código ni conocimientos informáticos previos.

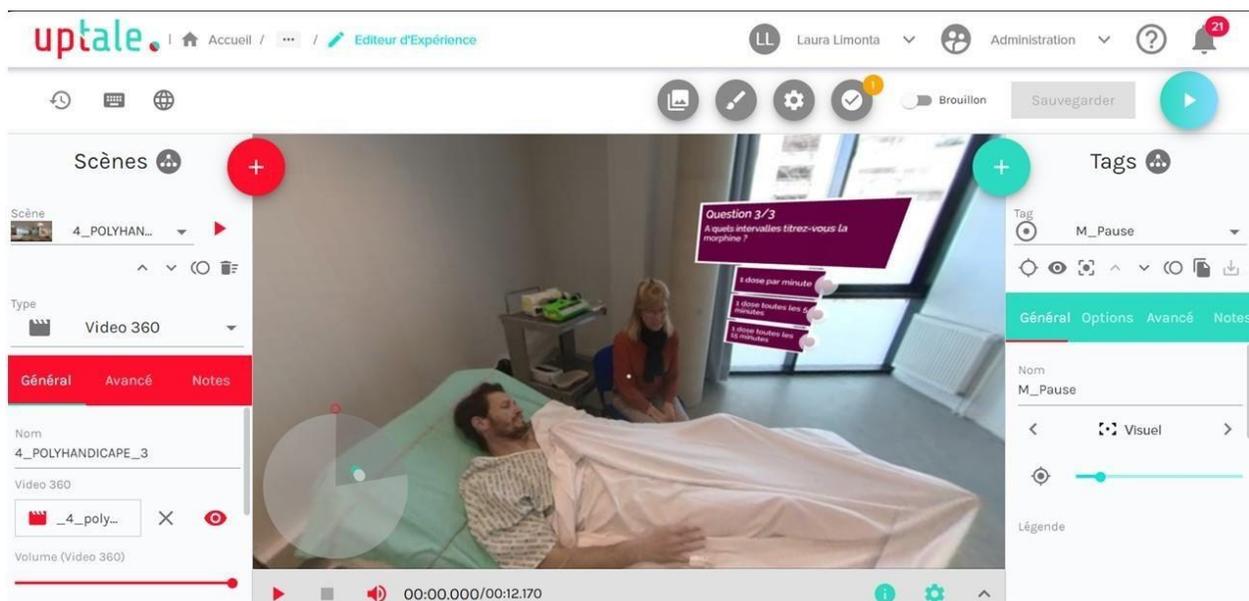


Figura 1. Software de Uptale con una representación de sus tres menús para escenas, visualización y etiquetas. En el menú de visualización, podemos ver al paciente número 4, que representa a un paciente con deterioro cognitivo grave.

*Tabla 1. Objetivos pedagógicos del módulo virtual*

Objetivos de aprendizaje	
Objetivo principal	Mejorar el conocimiento de la titulación de morfina en estudiantes de medicina
Objetivos específicos de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Utilizar la escala de dolor adecuada para cada tipo de paciente</li> <li>● Determinar el nivel adecuado de sedación (todos los pacientes serán despierto)</li> <li>● Determinar el derecho</li> </ul> Preparación para la titulación de morfina <ul style="list-style-type: none"> <li>● Evaluación de los efectos</li> </ul> y elegir el curso de acción adecuado

### 3.4 Evaluación de los resultados

Se utilizaron distintos métodos de medición. Cada método tenía un objetivo distinto (Tabla 2). El cuestionario de conocimientos generales y el cuestionario de feedback fueron realizados por nuestro equipo. El cuestionario de satisfacción fue elaborado y validado por Uptale. Todos los cuestionarios se administraron utilizando Google Forms, a excepción del cuestionario de satisfacción, que se encuentra en el módulo virtual. Se adoptaron dos enfoques temporales diferentes: sólo pretest y sólo postest.

*Tabla 2. Métodos de evaluación del rendimiento.*

Método de medición	Objetivo	Cronología
Cuestionario de conocimientos generales	Evaluar la necesidad de una interfaz sobre la titulación de la morfina	Pre-test
Cuestionario de satisfacción	Evaluar la satisfacción del usuario	Postest (en el mundo virtual)
Cuestionario de opinión	Preguntas abiertas sobre la experiencia de los usuarios	Postest

### 3.5 Diseño del estudio

Inicialmente, el cuestionario de conocimientos generales se envió a través de la administración UFR Simon Veil a los estudiantes de medicina de DFASM1, DFASM2 y DFASM3.

A continuación, probamos la plataforma virtual en un grupo de 9 estudiantes de segundo ciclo de medicina de la UFR Simon Veil de la Universidad de Versailles St Quentin. La interfaz de realidad virtual se visualizó utilizando el casco Oculus Quest 2 en la aplicación Uptale.

## 4. Resultados

### 4.1 Resultados 1. Evaluación de la necesidad de un módulo de enseñanza sobre la titulación de morfina.

Se administró el cuestionario de conocimientos generales para evaluar los conocimientos previos sobre la titulación de morfina entre los estudiantes de medicina de DFASM1, DFASM2 y DFASM3 de la UVSQ UFR Simone Veil- Santé. El objetivo era evaluar los principales déficits de conocimientos relativos a la titulación de morfina, y la posible necesidad de un módulo de titulación de morfina. Se contactó con un total de 167 ( $p < 0,05$ ) estudiantes entre abril de 2022 y junio de 2022 (Figuras 3, 4).

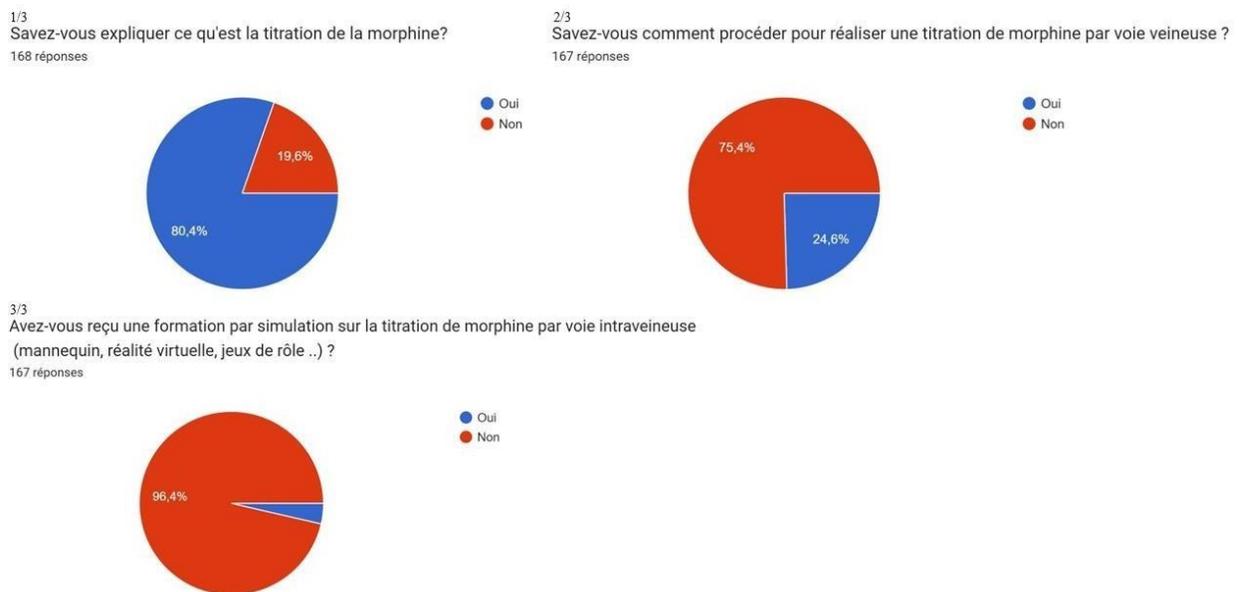
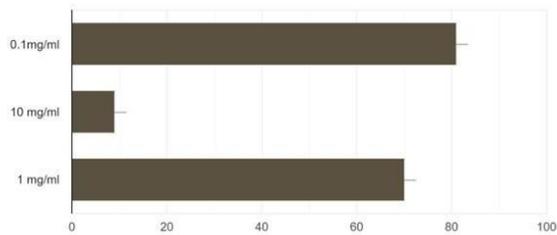


Figura 3. Autoevaluación de los alumnos de sus conocimientos previos sobre 1) el concepto, 2) conocimientos prácticos, 3) experiencia en la enseñanza de la titulación de morfina mediante simulación.

D'après vos connaissances, quelle est la dilution de morphine pour réaliser une titration de morphine ?  
159 réponses



Connaissez vous posologie du bolus de morphine ?  
156 réponses

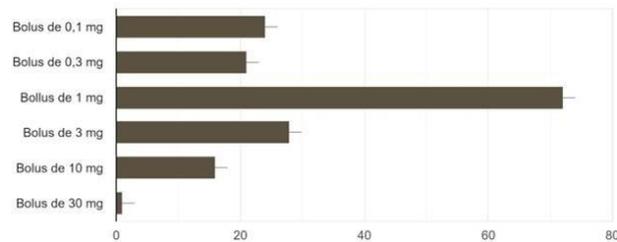


Figura 4: Respuestas de los alumnos a 1) Dilución de morfina 2) Dosificación de un bolo de morfina

#### 4.2 Resultados 2. Creación del módulo virtual. Storyboard.

El taller de storyboard se creó utilizando la metodología Uptale (Figura 5). Durante los talleres, contamos con la presencia de un equipo de diferentes especialidades médicas, como medicina general, matrona y neuropsicología, con el objetivo de promover la interfaz virtual a estos campos en años posteriores. La experiencia se centra en el aprendizaje de conocimientos teóricos y prácticos sobre la titulación de morfina a través de diferentes escenarios. El usuario se coloca en la piel del profesional sanitario y se enfrentará a cuatro tipos diferentes de pacientes.

Durante estos experimentos, el usuario debe 1) elegir la escala de dolor adecuada para evaluar el dolor de su paciente, 2) elegir correctamente la cantidad adecuada de morfina y el enfoque práctico adecuado y 3) identificar la complicación a la que se enfrenta su paciente y el curso de acción adecuado (todos los pacientes tienen una complicación diferente que puede estar relacionada con el nivel de consciencia, el sistema respiratorio o el nivel de dolor). El usuario tomará decisiones para el bienestar de su paciente. Durante este módulo, el usuario interactúa mediante preguntas tipo test que aparecerán en el momento de la toma de decisiones y, en función de su elección, se desarrollará la escena. El diseño de la interfaz se complementa con características de gamificación, como ganar una estrella cada vez que se elige la respuesta correcta.

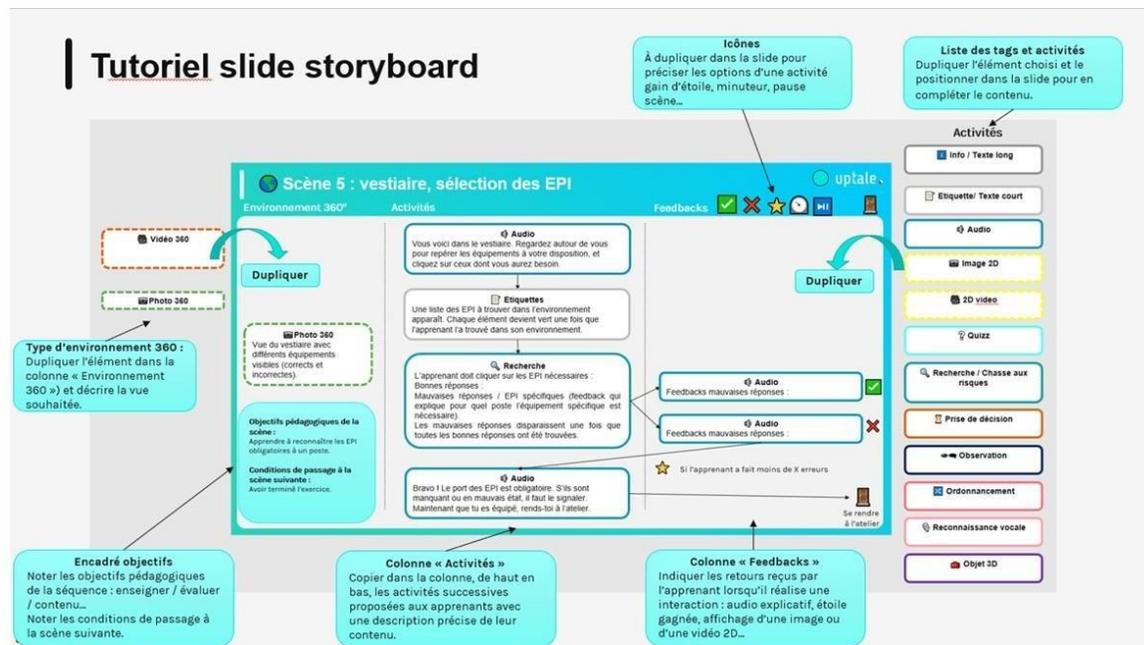


Figura 5: Metodología Uptale para crear un guión gráfico

## Escalas de dolor

Para destacar la importancia de elegir el método de medición adecuado, utilizamos 4 escalas de dolor diferentes: EVA (escala analógica visual del dolor), EN (escala numérica del dolor), EVS (escala verbal simple del dolor) y Algoplus. Cada escala puede utilizarse para distintos tipos de pacientes, teniendo en cuenta sus antecedentes, edad y capacidades cognitivas. Además, la información facilitada por el cuidador también desempeña un papel importante en la interfaz.

## Presentación del módulo

Todas las imágenes necesarias para crear el módulo se rodaron en un solo día, con la ayuda de un vide grafo proporcionado por Uptale. El equipo de Uptale dedicó 15 días a integrar las imágenes en la plataforma. Una vez realizada la versión final, se presentó a nuestro equipo para su validación. Gracias al acceso a la plataforma, también pudimos introducir nosotros mismos modificaciones en la experiencia.

Tras este trabajo, un módulo interactivo de realidad virtual de 360  está listo para ser utilizado con un casco o una pantalla 2D. Los alumnos pueden sumergirse en la experiencia virtual utilizando unos auriculares en la escuela. El objetivo futuro es que puedan utilizar el módulo en casa.

El módulo dura entre 15 y 20 minutos (Figura 6).

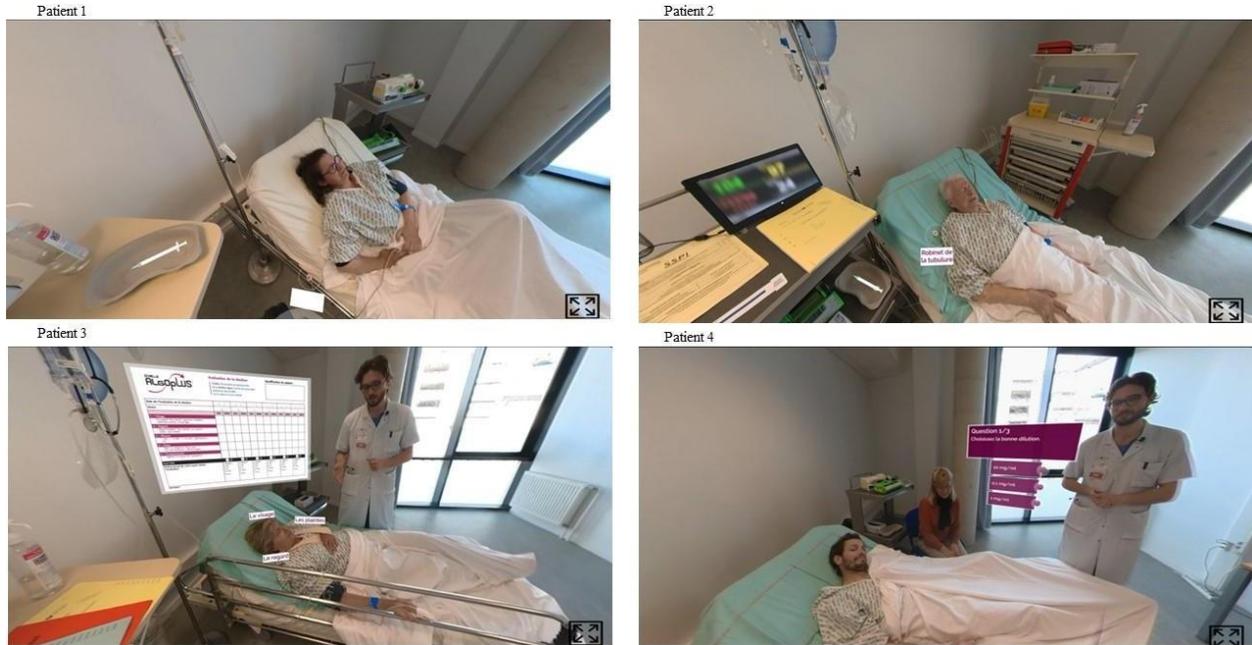


Figura 6. Representación de los 4 pacientes presentes en la interfaz: 1) paciente adulto comunicante, 2) paciente anciano comunicante, 3) paciente anciano no comunicante, 4) paciente adulto multidiscapacitado.

## 4.2 Resultados 3

Los estudiantes expuestos al módulo virtual dieron su opinión sobre 1) los aspectos positivos de la interfaz, 2) lo que podría cambiarse y 3) si lo recomendarían y por qué (Figura 7). Las opiniones se formularon como preguntas abiertas utilizando Goggle Form. La mayoría de los estudiantes consideraron que la interfaz virtual era una herramienta positiva para aprender a administrar la morfina. Palabras como "inmersiva", "buena", "eficiente" y "realismo" se utilizaron con frecuencia para describir la interfaz.

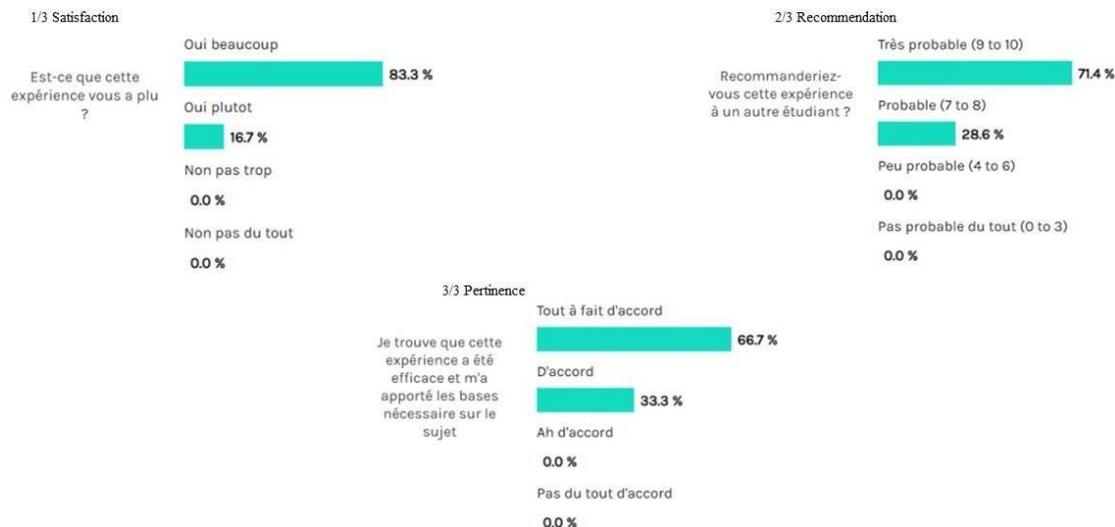


Figura 7. Satisfacción de los estudiantes tras utilizar la interfaz. 1) El 83,3% de los estudiantes consideró que

*la experiencia es muy beneficiosa. 2) Más del 90% de los alumnos probablemente recomendarían esta experiencia. 3) Más del 90% de los estudiantes están de acuerdo en que la interfaz fue eficaz para proporcionar conocimientos sobre la titulación de morfina.*

En cuanto a posibles mejoras, el principal consejo fue "hacer las etiquetas más prominentes", "fomentar el aprendizaje mediante errores" y "añadir acciones como tirar la jeringuilla a la papelera". Todos los alumnos recomendarían la interfaz virtual como método de enseñanza. Encontraron "que son capaces de hacer prácticas que no son habituales en el curso", "más estimulante que un curso teórico", "te permite hacer el procedimiento de forma independiente sin el estrés del grupo", "la intuición, los pequeños errores y las situaciones concretas nos hacen recordar cosas", "es mejor equivocarse en la realidad virtual que en la realidad" y "recomiendo un curso teórico después de la interfaz".

Se ha mejorado la experiencia virtual de acuerdo con las opiniones de los estudiantes.

## **5. Discusión**

Hace más de 20 años se detectaron lagunas en el plan de estudios de tratamiento del dolor (Sloan et al., 1998), que siguen siendo un problema en la actualidad. Los estudiantes de último curso se sienten mal preparados para prescribir medicación debido a un plan de estudios carente de experiencia práctica (Brinkman et al., 2018; Rothwell et al., 2012). Los estudiantes de último curso son más propensos a aumentar la dosis de morfina por encima del límite recomendado, ya que no reconocen claramente los signos de tolerancia (Weinstein et al., 2000). También en enfermería es necesario mejorar el programa de formación sobre el dolor (Meadows et al., 2021), ya que la falta de conocimientos y la actitud general ante el tratamiento del dolor resultan ser un factor importante (Mitello et al., 2021).

Esto concuerda con nuestros resultados, el 96,4% de los estudiantes nunca ha recibido ninguna enseñanza en forma de simulación sobre el tema de la titulación de morfina y el mismo porcentaje se siente mal preparado para llevar a cabo una titulación de morfina. La falta de conocimientos no fue percibida por el 73,3% de los estudiantes, que creían saber (teóricamente) cómo llevar a cabo el procedimiento.

Sin embargo, el 50,9% eligió la dilución incorrecta y el 46,2% eligió la cantidad incorrecta a administrar.

La bibliografía sobre el conocimiento del dolor entre los estudiantes de medicina es escasa, especialmente cuando se trata de pacientes con deterioro cognitivo o incapaces de comunicarse. Cuando se enfrentan a un paciente con demencia avanzada, los estudiantes saben que el dolor se expresa a través del lenguaje corporal (72,8%) y las expresiones faciales (68,0%). Sin embargo, cuando se les preguntó qué medida utilizarían para indicar la intensidad del dolor del paciente, el 3,4% sugirió DOLOPLUS como herramienta útil para evaluar el dolor. De hecho, el 59,9% de los alumnos mencionaron las escalas de dolor utilizadas para comunicar a los adultos y a la población general (Neumann-Podczaska et al., 2019).

Algunos clínicos destacan la importancia de asistir a un curso de formación práctica sobre las herramientas de observación del dolor, ya que se ha constatado que más del 50% de los clínicos no las utilizan para sus pacientes con demencia al final de la vida, comentando que "no es así como han sido formados en la práctica" y "complica la cantidad de herramientas para el

diferentes tipos de pacientes" (De Witt Jansen et al., 2018). Además, entre las enfermeras, el uso de escalas observacionales del dolor es bajo, a pesar de que se han demostrado sus beneficios para el tratamiento del dolor en residencias de ancianos (W. Achterberg et al., 2020). La formación específica en herramientas observacionales de medición del dolor en pacientes con demencia también parece ser importante durante el aprendizaje. Los estudiantes expuestos a un módulo de aprendizaje electrónico en el que tenían que diagnosticar y tratar a un paciente obtuvieron puntuaciones significativamente más altas en las herramientas de cuantificación del dolor para pacientes con deterioro cognitivo (Moehl et al., 2020).

Nuevas herramientas deberían implantarse desde los años de pregrado e incluirse formalmente en el plan de estudios (Khidir & Weiner, 2016). El mejor enfoque parece ser la formación en ética y prescripción mediante enfoques pedagógicos multimodales. La experiencia práctica es esencial para aprender a aplicar los conocimientos teóricos. Los clínicos han informado de que aprenden la forma adecuada de prescribir cuando abordan el tema en su práctica. Los métodos basados en casos y en simulaciones parecen ser útiles (« How Should Medical Education Better Prepare Physicians for Opioid Prescribing? », 2019), y se han aplicado a la educación sobre el dolor (Kurz et al., 2021). El aprendizaje electrónico sobre opioides y tratamiento del dolor parece ser útil para la adquisición de conocimientos (Adalbert & Ilyas, 2022). Las simulaciones con maniqués son habituales y han dado buenos resultados (Tanoubi et al., 2020), y se ha demostrado que aumentan la retención de conocimientos, principalmente debido a la inmersión y la fidelidad a situaciones de la vida real (George & Quatrara, 2018; Raleigh et al., 2018). En nuestro estudio, la retroalimentación sobre el uso de la interfaz fue muy buena. Este tipo de retroalimentación es similar a la reportada en la literatura (De Ponti et al., 2020). En general, el aprendizaje en realidad virtual parece ser motivador para los estudiantes de medicina (Sattar et al., 2019, 2020).

Aunque nuestro estudio no examinó la adquisición de conocimientos, al revisar la bibliografía, la RV muestra mejoras en la adquisición de habilidades prácticas en estudiantes de enfermería (Rourke, 2020), periodoncia (Sattar et al., 2019), aprendizaje de anatomía cardíaca (Alfalah et al., 2019) y cirugía ortopédica (Blumstein et al., 2020). Sigue habiendo discrepancias en la bibliografía sobre la superioridad de la RV como método de enseñanza. Algunos estudios informan de una mejor retención de los conocimientos debido a una mayor inmersión (Alharbi et al., 2020; Ebert & Tutschek, 2019; Gloy et al., 2022), mientras que otros estudios no encontraron diferencias significativas entre la RV y otros métodos de aprendizaje (Arents et al., 2021; Courteille et al., 2018; Hooper et al., 2019). Las principales razones fueron la falta de un enfoque interactivo en la inmersión virtual y unas medidas inadecuadas (los estudiantes muestran un aumento de las habilidades técnicas en comparación con los conocimientos médicos). En general, como herramienta de enseñanza emergente, es necesario introducir mejoras en cuanto al número de participantes en los estudios, la validación interna de los métodos de medición y el trabajo interdisciplinar en centros que proporcionen las herramientas necesarias para su aplicación (Baniasadi et al., 2020). No obstante, la mayoría de los estudios han constatado que la RV es una herramienta útil que aumenta la retención de conocimientos a corto y largo plazo, así como las habilidades prácticas en un entorno de simulación inmersivo.

Además, la motivación de los estudiantes por la asignatura aumenta significativamente en los grupos de RV (Hamilton et al., 2021).

En general, la realidad virtual parece ser una herramienta muy útil para la educación basada en la simulación integrada que permite a los alumnos ensayar y cometer errores en un entorno seguro, con seguridad psicológica y una interfaz lúdica que fomenta la participación del usuario. Aunque sólo puede utilizarse en determinadas asignaturas (por ejemplo, aún no es posible emplearla para la exploración abdominal), las aplicaciones en otras áreas parecen ir en aumento (Pottle, 2019), lo que incrementa la familiaridad de los estudiantes con la tecnología (Vayssiere et al., 2022).

## **6. Conclusiones**

Cuantificar el dolor puede ser difícil, sobre todo cuando el paciente tiene problemas cognitivos o no es comunicativo. Los estudiantes universitarios de medicina en Francia, así como en todo el mundo, carecen de conocimientos específicos sobre el dolor, en particular sobre la valoración de la morfina y la evaluación de la intensidad. La simulación parece ser una herramienta importante para la enseñanza, pero es poco frecuente en el programa de administración de morfina. Especialmente en el caso de pacientes con discapacidades cognitivas, se ha demostrado empíricamente que el ensayo y error es más eficaz en el aprendizaje. Aunque nuestro estudio no examinó la adquisición de conocimientos, la realidad virtual sigue siendo una herramienta útil y motivadora para los estudiantes.