

**REALIDAD AUMENTADA PARA EL  
APRENDIZAJE E IDENTIFICACIÓN  
DE *STREPTOCOCCUS MUTANS*,  
CARIES DENTAL Y NUEVOS  
TERAPÉUTICOS NATURALES DE  
EXTRACTOS DE PLANTAS**

*Marcela Alejandra Gloria Garza*

## I. INTRODUCCIÓN

### JUSTIFICACIÓN DE LA ESTRATEGIA

La microbiología forma parte del área curricular de formación básica del Cirujano dentista. Este curso proporciona instrucción teórica y práctica sobre la microbiota de la cavidad oral, aislamiento, clasificación e identificación de microorganismos, generalidades de caries dental y nuevos terapéuticos naturales de extractos de plantas. El método de enseñanza convencional implica el aprendizaje teórico y el aprendizaje práctico en el laboratorio de microbiología basado en los principios teóricos que aprendió. Los estudiantes utilizan las imágenes de los libros de texto para el aprendizaje de temas como: clasificación, morfología, agrupación y observación macro y microscópica de los microorganismos, caries dental y nuevos terapéuticos naturales de extractos de plantas.

El programa contribuye a que los estudiantes adquieran el conocimiento básico de la microbiología con el método de enseñanza convencional, sin embargo uno de los principales retos a los que se enfrentan en el laboratorio es la identificación y observación correcta de los microorganismos mediante microscopía e identificación de las características generales de plantas con actividad antimicrobiana sobre microorganismos cariogénicos. Por lo anterior es necesario el desarrollo de un recurso innovador que facilite el aprendizaje de los estudiantes y su utilización extra aula previo a la práctica en el laboratorio, que aumente el aprendizaje autodirigido, facilite la identificación correcta de los microorganismos y nuevos terapéuticos naturales de extractos de plantas.

La tecnología de realidad aumentada (RA) ha surgido como una herramienta prometedora para mejorar la experiencia del aprendizaje y educación, por superposición de información digital al entorno real, lo que puede proporcionar a los estudiantes una experiencia más interactiva e inmersiva y trabajar a su propio ritmo, por lo anterior es considerada la próxima tendencia tecnológica en educación innovando la experiencia en el futuro próximo (Lim et al. 2023).

### UNIDAD DE APRENDIZAJE

Microbiología

### CAMPO DISCIPLINAR

Ciencias experimentales-biología

## II. PROPÓSITOS Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

### PROPÓSITO

Aplicación de Realidad Aumentada para el aprendizaje e identificación de *Streptococcus mutans*, caries dental y nuevos terapéuticos naturales de extractos de plantas.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Integración de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) y las TAC (Tecnologías del Aprendizaje y la Comunicación) en el proceso de enseñanza-aprendizaje
- Experiencia innovadora, interactiva e inmersiva con modelos 3D
- Desarrollo profesional permanente en cualquier lugar, tiempo y ubicación
- Facilitar la adquisición de competencias y actualización de conocimientos
- Aprendizaje centrado en el estudiante efectivo, inteligente y autodirigido
- Aumento de la productividad, atención y motivación

## III. COMPETENCIAS

### GENÉRICAS

- Manejar las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas para el acceso a la información y su transformación en conocimiento, así como para el aprendizaje y trabajo colaborativo con técnicas de vanguardia que permitan su participación constructiva en la sociedad.
- Utiliza los métodos y técnicas de investigación tradicionales y de vanguardia para el desarrollo de su trabajo académico, el ejercicio de su profesión y la generación del conocimiento.
- Desarrollar habilidades en la búsqueda efectiva y veraz de la información científica, para desarrollar pensamiento crítico y trabajo colaborativo para el aprendizaje.

### ATRIBUTOS

- Desarrollar el pensamiento crítico con el uso de la tecnología aplicado a la ciencia.
- Facilita la formación, permitiendo un aprendizaje mucho más versátil y llamativo.
- Experiencia educativa inmersiva, que brinda una cantidad importante de información accesible, visual y localizada.

### DISCIPLINARES

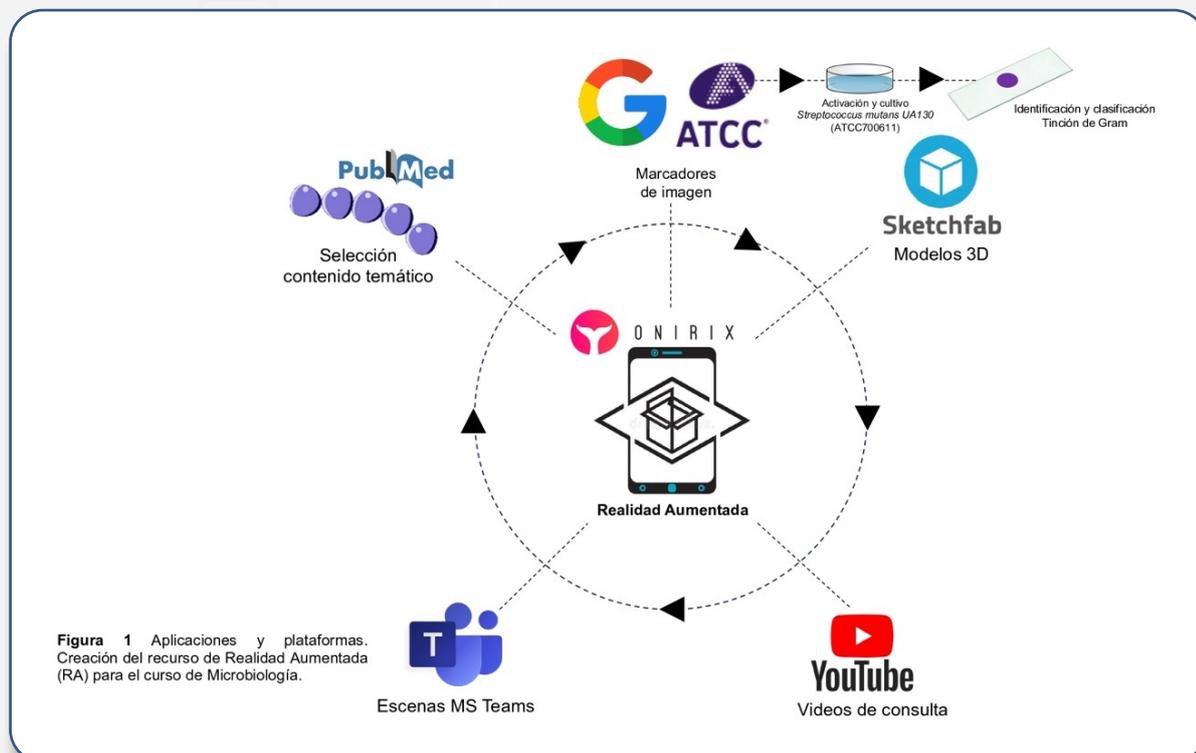
- Tener conocimiento de los microorganismos del medio ambiente y en específico de cavidad bucal, como base para entender sus implicaciones en la salud bucal, la enfermedad y tratamiento.
- Tener conocimiento de la composición, funciones y metabolismo general de los microorganismos.
- Conocer el método científico y tener capacidad crítica para valorar los conocimientos establecidos y la información novedosa.

## IV. CONTENIDOS

### CONCEPTUALES

- Realidad Aumentada
- Características y ventajas de la Realidad Aumentada
- Tipos de Realidad Aumentada
- Aplicaciones de la Realidad Aumentada

### PROCEDIMENTALES



### ACTITUDINALES

- Creativo
- Disciplinado
- Participación
- Comprometido
- Líder
- Empático
- Organizado
- Disponibilidad para aprender

## V. ESTRATEGIA DIDÁCTICA O PROYECTO

### DESCRIPCIÓN

Aplicación de Realidad Aumentada (RA) para el aprendizaje e identificación de *Streptococcus mutans* (*S. mutans*), caries dental y nuevos terapéuticos naturales de extractos de plantas, en estudiantes de segundo semestre de la unidad de aprendizaje de Microbiología durante el periodo enero-junio 2023 del Programa Educativo de la Licenciatura de Cirujano Dentista de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Se realizó la selección del contenido temático: microbiota oral, caries dental, activación y cultivo de *S. mutans*, identificación y observación macro y microscópica de *S. mutans* y nuevos terapéuticos naturales de extractos de plantas.

Para la creación de la experiencia de RA se utilizó la plataforma escalable Onirix, la selección de marcadores se realizó utilizando el buscador de google para imágenes, así como diseño de microfotografías de elaboración propia al realizar cultivo bacteriano y tinción de Gram. La plataforma Sketchfab se utilizó para los modelos 3D, mientras que para la información del contenido temático y videos de consulta se utilizó la base de datos Pubmed y el sitio web YouTube respectivamente. Las escenas RA se subieron a la aplicación Microsoft Teams en los canales de los grupos de microbiología. Para la participación y evaluación de la experiencia inmersiva se realizó una invitación a los estudiantes para que de forma voluntaria y bajo consentimiento informado participaran.

La evaluación se realizó mediante una encuesta en la aplicación FORMS para evaluar la aceptación, satisfacción y retroalimentación de la experiencia. Cada pregunta se calificó mediante la escala de Likert de 1 a 5, el análisis de los datos mediante frecuencias representado en porcentaje, así como el análisis de los comentarios descriptivos de aceptación y sugerencias de mejora de la RA. El vaciado de datos fue realizado con el paquete estadístico Excel.

### CONOCIMIENTOS PREVIOS

- Microbiota oral
- Caries dental
- *S. mutans* (identificación y observación macro y microscópica)
- Nuevos terapéuticos naturales de extractos de plantas

### AMBIENTE DE APRENDIZAJE

- Combinación del mundo real y el mundo virtual
- Autodirigido
- Experiencia realista
- Innovador
- Interactivo en tiempo real
- Inmersivo
- Versátil

## VI. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

### REALIDAD AUMENTADA (RA)

La realidad aumentada (RA) se ha convertido en una de las tendencias tecnológicas más populares en la era actual. La RA se define como una versión extendida del mundo físico superpuesto con contenido digital que une los entornos reales y virtuales creando experiencias inmersivas (Geng et al., 2020). Es una tecnología que superpone imágenes, información y datos generados por un dispositivo sobre el mundo real, permitiendo a los usuarios interactuar con elementos virtuales en un entorno real. Es un tipo de tecnología que permite añadir capas de información digital y visual en el mundo real, utilizando la cámara y la pantalla de diferentes dispositivos, como un teléfono móvil o una tableta (Gómez, 2023; González, 2023).

### CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DE LA REALIDAD AUMENTADA (RA)

La realidad aumentada es una tecnología con un enorme potencial y la convierte en una de las principales herramientas de innovación por sus principales características:

Característica	Realidad Aumentada
Definición	Superpone información digital y visual en el mundo real.
Dispositivos utilizados	Dispositivos móviles, pantalla, cámaras, lo que la hace más accesible. También pueden utilizarse gafas de RA.
Interacción	Interacción con el mundo real y objetos virtuales.
Coste	Tecnología menos costosa. Se pueden obtener soluciones totalmente asequibles para cualquier compañía y usuario.
Aplicaciones	Publicidad, marketing, juegos, educación, navegación, medicina, construcción, arquitectura, retail, industria, turismo, deportes, eventos, cultura, ecommerce, etc.
Visualización y viralización	Permite compartir la misma experiencia con otros usuarios en el mismo espacio físico.
Confortabilidad	Se puede usar durante períodos más largos sin causar fatiga visual o mareos.
Limitaciones	Requiere de un ambiente bien iluminado para funcionar correctamente.
Nivel de inmersión	Ofrece un nivel de inmersión parcial, lo que significa que la experiencia se siente como si los objetos virtuales estuvieran superpuestos al mundo real.
Aprendizaje	Puede ser más intuitivo para los usuarios, ya que se basa en objetos del mundo real y se superpone información relevante.
Accesibilidad	Es mucho más accesible debido a que hoy en día la mayoría de las personas disponen de un teléfono móvil con el cual consumir una experiencia de RA.

Las ventajas de la RA:

- Mejora la experiencia del usuario
  - Aumenta la eficiencia
  - Reduce los costes en la producción
  - Facilita el aprendizaje
  - Crea nuevas oportunidades en los negocios
- (Gómez, 2023)

### TIPOS DE REALIDAD AUMENTADA

Actualmente existen diferentes tipos de realidad aumentada dependiendo del objetivo final que se busque. Las características que permiten clasificar estos modos de utilizar la realidad aumentada es por el modo de iniciar (disparador) y por el seguimiento o tracking de la experiencia, es por lo anterior que existe un amplio grupo de tipos de realidad aumentada (González, 2023).

La categorización general de los tipos de RA se describen a continuación:

#### Imágenes

Cualquier imagen es válida para colocar contenido de realidad aumentada sobre ella. Anteriormente se utilizaban comúnmente elementos predefinidos, conocidos como “Marcadores”, con apariencias similares a las de un código QR. Actualmente y gracias al desarrollo de las nuevas técnicas de clasificación de imágenes, la realidad aumentada es mucho más natural, pudiendo utilizar cualquier elemento del entorno, como el logo de una empresa, una tarjeta de visita, la carta de un restaurante, o el mapa turístico de una ciudad, entre algunos otros (Xie et al., 2022; González, 2023).

#### Espacios

La RA está en continua evolución, actualmente existen dispositivos que permiten reconocer cualquier estancia, habitación o espacio donde se esté situado y, además, reconocer y memorizar la posición de las capacidades físicas del entorno: paredes, techos, suelo, muebles, etc. Es posible utilizar toda esa información y generar mapas en tres dimensiones donde colocar información en realidad aumentada puede ser de mucha utilidad como por ejemplo: marcar rutas o visitas guiadas en el interior de un museo, identificar los diferentes componentes de un motor, realizar preguntas de un examen visualizándolas sobre una turbina a escala, etc. Si se conocen las coordenadas geográficas de un lugar concreto, es posible visualizar contenidos de realidad aumentada sobre ese lugar, también llamado punto de interés o PDI (Fombona et al., 2022; González, 2023).

#### Lugares

Gracias a los sensores de GPS y brújula digital de los dispositivos móviles y utilizando la cámara de los mismos, se pueden superponer diferentes elementos visuales y jugar con la perspectiva, las distancias, las alturas, etc. Realidad aumentada para turismo, cultura, obras en grandes extensiones o simplemente para encontrar pisos de alquiler, son sólo algunos de los sectores donde aplicaría esta tecnología (Ghasemi, 2022; González, 2023).

## APLICACIONES DE LA REALIDAD

La aplicación de RA en diferentes sectores como marketing, turismo, videojuegos, logística empresarial, diseño, medicina e industria ha representado un desarrollo tecnológico global importante y en la educación un impacto positivo en los resultados académicos de su implementación. La RA surge con otros avances tecnológicos y nuevas estrategias educativas, como la gamificación. La RA y estas metodologías parecen cambiar las enseñanzas tradicionales que introducen juegos educativos y colaborativos en la educación, generando motivación en los estudiantes. Actualmente los estudios destacan cómo esta herramienta con el aprendizaje asistido por computadora, tableta o dispositivos móviles mejoró los resultados de los estudiantes con bajo rendimiento, además de desencadenar una actitud positiva (Sharmin et al. 2022). La tecnología de RA ha surgido como herramienta prometedora para mejorar las experiencias de aprendizaje, y proporcionar a los estudiantes una experiencia más interactiva e inmersiva (Geng et al. 2020, Xie et al. 2022).

## METODOLOGÍA

### Desarrollo Realidad Aumentada

- Selección de contenido temático

Se realizó la selección del contenido temático en base a las competencias específicas que contribuyan al aprendizaje en la instrucción práctica en el laboratorio de microbiología, los temas seleccionados fueron: microbiota oral, caries dental, activación y cultivo de *S. mutans*, identificación y observación macro y microscópica de *S. mutans* y características generales de plantas como nuevos terapéuticos naturales sobre microorganismos cariogénicos. La información se obtuvo mediante la revisión de la literatura científica reciente de la base de datos Pubmed.

- Creación de escenas de realidad aumentada

Se utilizó la plataforma escalable Onirix, para la creación de escenas de realidad aumentada. Para el uso de la plataforma se realizó el registro y la activación de la cuenta. Se realizó la creación del proyecto con el nombre de RA-Microbiología.

- Selección y diseño de marcadores

La selección de marcadores se realizó en base al contenido temático de cada escena. Los marcadores de las escenas de microbiota oral, caries dental y características generales de plantas con actividad antimicrobiana sobre microorganismos cariogénicos, se obtuvieron del buscador de google para imágenes. Los marcadores para las escenas de activación, cultivo, y observación macroscópica de *S. mutans* e identificación y observación microscópica se obtuvieron del diseño de microfotografías de elaboración propia al realizar cultivo bacteriano y tinción Gram.

### CULTIVO BACTERIANO

La cepa utilizada en este estudio fue *Streptococcus mutans* UA130 (ATCC700611) principal agente etiológico de caries dental. Las condiciones de cultivo y crecimiento se basaron en las especificaciones técnicas de la American Type Culture Collection (ATCC). La bacteria se subcultivó a 37° C por 48 h en placas de agar infusión cerebro-corazón (BHI, Becton Dickinson Bioxon®, México). Posteriormente *S. mutans* se cultivó en placas de agar selectivo mitis-salivarius (M-S agar, Difco Laboratories, Detroit Mich.) y fueron incubadas durante 24 h a 37° C (Thermo Scientific Lab-Line Incubator, USA) en condiciones anaeróbicas. *S. mutans* se inoculó en tubos de ensayo que contenían 10ml de caldo infusión cerebro-corazón (BHI) durante 6 h a 37°.

### TINCIÓN DE GRAM

Se tomó un inóculo de *S. mutans* y se fijó al portaobjetos sobre la flama del mechero (Bunsen), se realizó tinción de gram agregando 1 gota de colorante cristal violeta (Sigma-Aldrich) por 1 minuto y después se lavó con agua, posteriormente se añadió 1 gota de yodo o lugol durante 1 minuto y se enjuagó con agua, enseguida se agregó 1 gota de alcohol- acetona durante 3-5 segundos y se lavó con agua, finalmente se agregó 1 gota del colorante de contraste safranina durante 1 minuto y se lavó con agua. Las bacterias se analizaron en un microscopio óptico (Solomark, 20X-1280X, Germany).

### **CAPTURA DE MICROFOTOGRAFÍAS**

Se realizó la toma de microfotografías utilizando una cámara Dual 12 + 12 megapíxeles, f/1.8 y f/2.8, IOS, grabación 4k@60fps, flash 4 LED.

### **Selección de modelos 3D**

La selección de modelos 3D se realizó a través de la plataforma 3D Sketchfab. Para el uso de la plataforma se realizó el registro y la creación de una cuenta. La selección de modelos se realizó en base al contenido temático de cada escena.

### **Videos**

La selección de videos de consulta se realizó a través del sitio web YouTube. Para el uso del sitio web se realizó el registro y la creación de una cuenta. La selección de videos se realizó en base al contenido temático de cada escena.

### **ESCENAS DE REALIDAD AUMENTADA EN LA PLATAFORMA MICROSOFT TEAMS**

Las escenas de Realidad aumentada se subieron a la plataforma Microsoft Teams en los canales de los grupos de microbiología para la participación en la experiencia inmersiva.

### **PARTICIPACIÓN DE ESTUDIANTES**

Se invitó a participar a los estudiantes de la asignatura de microbiología de forma voluntaria en el proyecto de “Realidad Aumentada para el aprendizaje e identificación de *Streptococcus mutans*, caries dental y nuevos terapéuticos naturales de extractos de plantas” bajo consentimiento informado. Para la evaluación de la experiencia RA se invitó a los estudiantes a participar de forma voluntaria en una encuesta mediante la aplicación FORMS para evaluar la aceptación, satisfacción y retroalimentación de la experiencia.

### **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

En la encuesta cada pregunta se ponderó en base a la escala de Likert de 1 a 5, el análisis de los datos mediante frecuencias representado en porcentaje, así como el análisis de los comentarios descriptivos de aceptación y sugerencias de mejora de la RA. El vaciado de datos fue realizado con el paquete estadístico Excel.

### **RECOMENDACIONES**

La Realidad Aumentada (RA) es una tecnología que permite añadir información visual sobre el mundo real, generando experiencias que aportan conocimiento relevante sobre el entorno y recibiendo información en tiempo real (Fombona, 2022). Actualmente la RA es considerada una de las principales tecnologías de innovación con aplicación en multitud de sectores como publicidad, marketing, juegos, navegación, medi-

cina, construcción, arquitectura, retail, industria, turismo, deportes, eventos, cultura, ecommerce y en la educación (Gómez, 2023). La RA es considerada la próxima tendencia tecnológica en educación haciendo las clases más inmersivas e interactivas facilitando el aprendizaje de los estudiantes (González,2023).

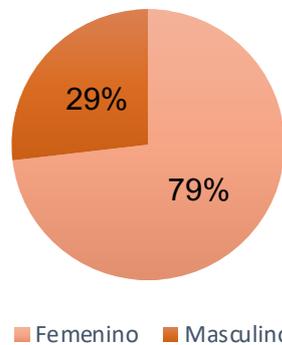
En el presente proyecto se implementó la RA como recurso innovador para el aprendizaje e identificación de *Streptococcus mutans* (*S.mutans*), caries dental y nuevos terapéuticos naturales de extractos de plantas, se utilizaron las plataformas Onirix para la creación de las escenas de RA y Sketchfab para los modelos 3D. En los resultados obtenidos del presente estudio, el 53% de los estudiantes afirmó que la aplicación de RA es muy efectiva como herramienta de aprendizaje, similar al trabajo de Lim et al. 2023 en el cual los estudiantes la consideran como una herramienta efectiva del aprendizaje. El 57% de los estudiantes afirmó que es fácil y agradable de utilizar, coincide con el estudio realizado por Sharmin et al. 2022 en donde el 45% de los estudiantes afirmaron que es fácil de usar. Además se encontró que el 48% afirmó que les permite practicar a su propio ritmo y al 51% de los estudiantes los motivó a conocer más sobre el tema de estudio, por lo anterior recomendarían a sus compañeros utilizar el recurso en otras asignaturas.

La implementación de RA en el sector educativo representa un reto importante, debido al acceso a las plataformas, a la capacitación y utilización correcta para la creación de escenas de RA y modelos 3D, sin embargo, puede ser considerada un recurso innovador en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En conclusión, este estudio demostró el potencial de la RA como un recurso innovador para la identificación de *S. mutans*, caries dental y nuevos terapéuticos naturales de extractos de plantas previo a la práctica en el laboratorio de microbiología, ya que proporcionó una experiencia de aprendizaje innovadora, interactiva e inmersiva para los estudiantes. Sin embargo, se requiere investigar la habilidad individual de los estudiantes para la toma de inóculo, tinción y observación por microscopía de los microorganismos.

## VII. RESULTADOS

En la presente investigación participaron 108 estudiantes que pertenecen a la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Nuevo León, de la asignatura de microbiología ubicada en el segundo semestre del plan curricular. El 29% fueron del género masculino y el 79% femenino (Gráfico 1).

Gráfico 1. Clasificación de estudiantes por género.



Los resultados obtenidos de la evaluación cuantitativa se identificó que el 53% de los estudiantes estuvo totalmente de acuerdo que la aplicación de RA fue muy efectiva como herramienta de aprendizaje (Gráfico 2), el 50% afirmó que la aplicación fue beneficiosa para su aprendizaje (Gráfico 3).

Gráfico 2. ¿La aplicación de Realidad Aumentada (RA) fue muy efectiva como herramienta de aprendizaje?

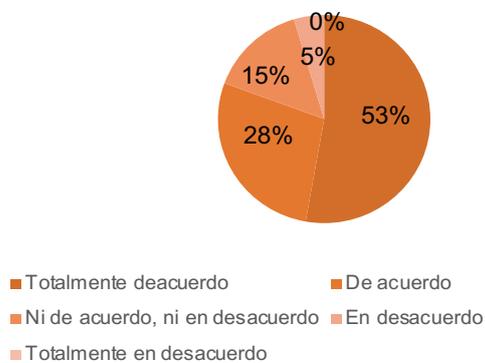


Gráfico 3. ¿Utilizar esta aplicación fue beneficioso para mi aprendizaje?



El 51% de los estudiantes estuvo totalmente de acuerdo que la aplicación los motivó a conocer más sobre el área de estudio (Gráfico 4). El 57% de los estudiante afirmaron que que el aprendizaje mediante la aplicación fue más fácil, agradable (Gráfico 5) y de fácil uso 47% (Gráfico 6).

Gráfico 4. ¿Esta aplicación me ha motivado a conocer más sobre el área de estudio?

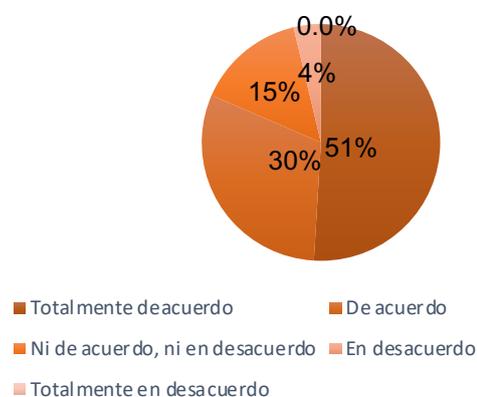


Gráfico 5. ¿Esta aplicación ha hecho que el aprendizaje sea más fácil y agradable?

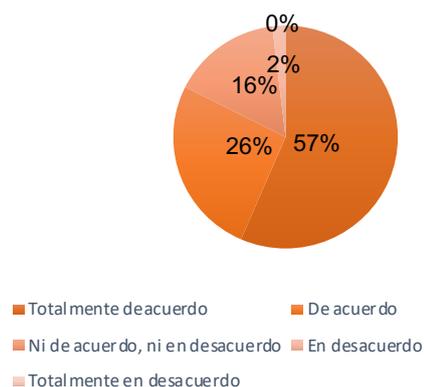
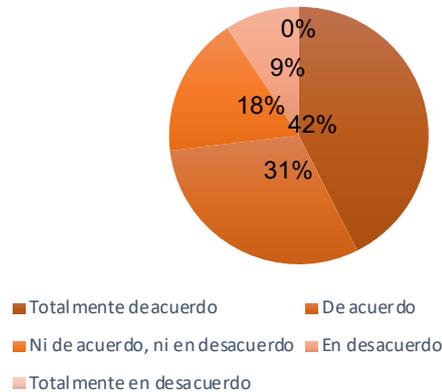


Gráfico 6. ¿La aplicación fue fácil de usar? No se requieren habilidades técnicas especiales.



El 52% de los estudiantes afirmaron que recomendarían la aplicación a sus compañeros de clase (Gráfico 7), mientras que el 57% estuvo totalmente de acuerdo que el contenido de la aplicación fue adecuado para su aprendizaje (Gráfico 8), el 48% afirmó que utilizaría el recurso educativo en otras asignaturas (Gráfico 9) y que la aplicación le permitió estudiar y practicar a su propio ritmo de trabajo (Gráfico 10).

Gráfico 7. ¿Recomendaría usar esta aplicación a mis compañeros de clase?

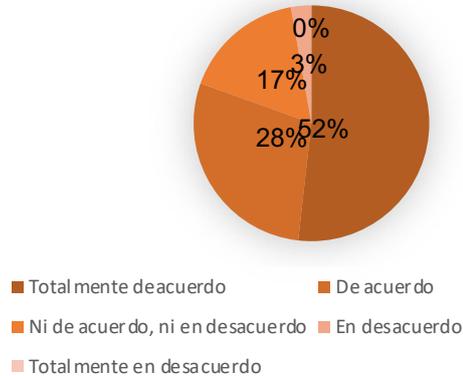


Gráfico 8. ¿El contenido de la aplicación fue adecuado para mi aprendizaje?

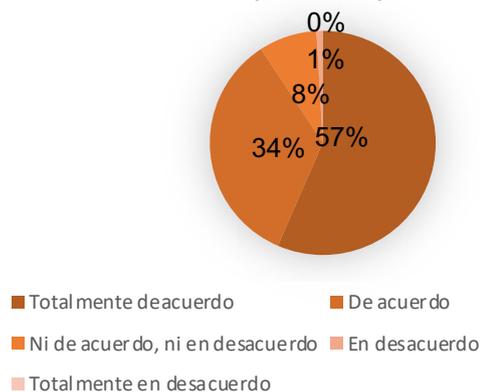
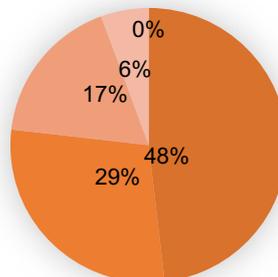
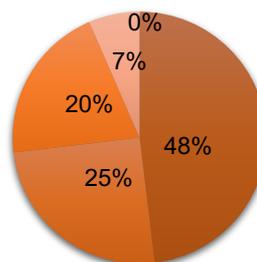


Gráfico 9. ¿Quiero usar más la aplicación y en otras asignaturas?



■ Totalmente de acuerdo ■ De acuerdo  
■ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo ■ En desacuerdo  
■ Totalmente en desacuerdo

Gráfico 10. ¿Al usar esta aplicación, puedo estudiar y practicar a mi propio ritmo?



■ Totalmente de acuerdo ■ De acuerdo  
■ Ni de acuerdo, ni en desacuerdo ■ En desacuerdo  
■ Totalmente en desacuerdo

Opiniones de los estudiantes sobre la aplicación de Realidad Aumentada como recurso innovador del aprendizaje:

“Me pareció en realidad una buena estrategia de aprendizaje para estudio personal”

“Me pareció en realidad una buena estrategia de aprendizaje para estudio personal”

“Me pareció que tiene potencial la aplicación y que puede usarse de una muy buena forma”

“Esta actividad me pareció muy interesante ya que es muy didáctica, una forma más divertida de aprender sobre microbiología, fue fácil de realizarse y la información fue concisa”

“Excelente me interesó mucho y aprendí más”

“Es divertido las cosas 3D que aparecen”

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS

**Fombona-Pascual, A., Fombona, J., & Vicente, R. (2022).** Augmented Reality, a Review of a Way to Represent and Manipulate 3D Chemical Structures. *Journal of chemical information and modeling*, 62(8), 1863–1872. Recuperado de [ACS Publications](#).

**Geng, J., Song, X., Pan, Y., Tang, J., Liu, Y., Zhao, D., & Ma, Y. (2020).** A systematic design method of adaptive augmented reality work instruction for complex industrial operations. *Computers in Industry*, 119, 103229.

**Ghasemi, Y., Jeong, H., Choi, S. H., Park, K. B., & Lee, J. Y. (2022).** Deep learning-based object detection in augmented reality: A systematic review. *Computers in Industry*, 139, 103661.

**Gómez, I. R. (2023c, abril 11).** AR vs VR: Diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual. Onirix. Recuperado de [Onirix](#).

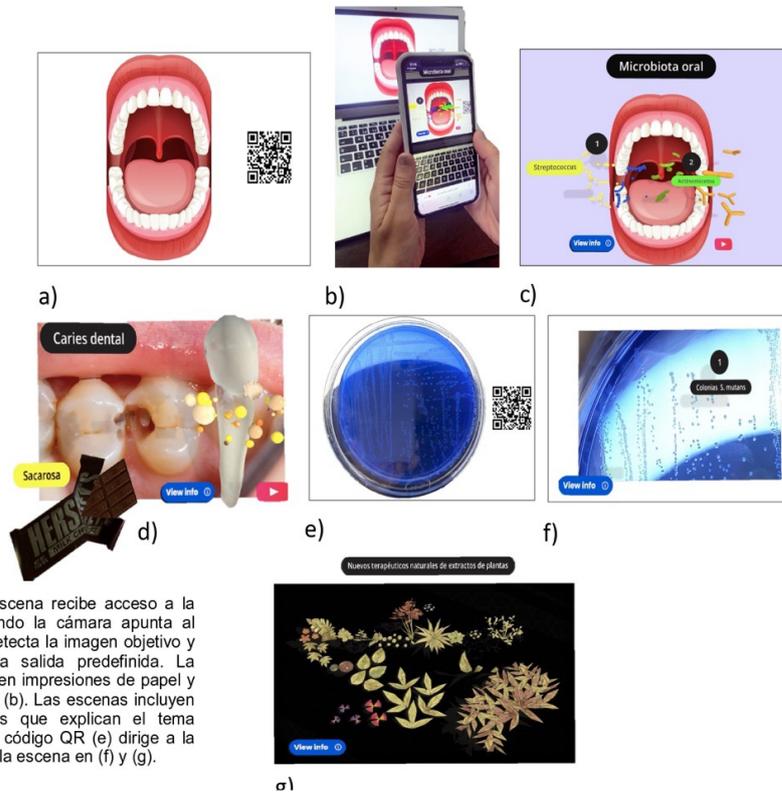
**González, C. G. (2023).** ¿Qué es la Realidad Aumentada? - Onirix. Recuperado de [Onirix](#).

**Lim, E. J., Kim, Y. S., Im, J. E., & Lee, J. G. (2023).** Mobile educational tool based on augmented reality technology for tooth carving: results of a prospective cohort study. *BMC medical education*, 23(1), 462. Recuperado de [BMC](#).

**Sharmin, N., Chow, A. K., Votta, D., & Maeda, N. (2022).** Implementing Augmented Reality to Facilitate the Learning of Oral Histology. *Healthcare informatics research*, 28(2), 170–175. Recuperado de [HIR](#).

**Xie, J., Chai, J. J. K., O'Sullivan, C., & Xu, J. L. (2022).** Trends of Augmented Reality for Agri-Food Applications. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(21), 8333. Recuperado de [MDPI](#).

## IX. ANEXOS



**Figura 2** Escenas RA. La escena recibe acceso a la cámara del dispositivo, cuando la cámara apunta al marcador (a), la aplicación detecta la imagen objetivo y reemplaza el objetivo con la salida predefinida. La aplicación detecta imágenes en impresiones de papel y en pantallas de computadora (b). Las escenas incluyen contenido temático y videos que explican el tema seleccionado en (c) y (d). El código QR (e) dirige a la aplicación Onirix para activar la escena en (f) y (g).