

Desarrollo de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) dirigido a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje para la asignatura de nanotecnología del programa de Ingeniería Química

Lesly Jeraldine Ortiz Rojas

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Químico

Modalidad: Práctica en docencia

Director

Javier Enrique Gómez Ramírez (Magister en Ingeniería de materiales)

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicoquímicas

Escuela de Ingeniería Química

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado, a mi mamá, Mayerlli Carolina Rojas Castellanos, por su amor incondicional, su fortaleza y su apoyo constante a lo largo de este camino. Gracias por creer en mí incluso en los momentos de duda, por ser refugio en las dificultades y por enseñarme, el valor de la perseverancia, la responsabilidad y el esfuerzo diario. Este logro es también reflejo de su entrega, de sus sacrificios silenciosos y de la confianza que siempre depositó en mí.

A mi tía, Rubiela Rojas Castellanos, por su apoyo incondicional y su presencia permanente durante todo este proceso. Gracias por acompañarme, orientarme y brindarme su ayuda en cada etapa del camino, demostrando que el apoyo familiar es una fuerza invaluable para alcanzar los sueños.

A mis nonos, María Corona Castellanos de Rojas y Mario Rojas, por su amor, sus enseñanzas y los valores que sembraron en mí. Gracias por ser ejemplo de esfuerzo, humildad y constancia, y por acompañarme siempre con su cariño y sus oraciones, recordándome que con fe y confianza estamos siempre en la mano de Dios. Este logro también honra su legado y el orgullo que siempre han sentido por mí.

Este trabajo de grado representa no solo un logro académico, sino también el resultado del amor, la paciencia y el acompañamiento de quienes estuvieron a mi lado en cada paso. Hoy me convierto en Ingeniera Química gracias a ustedes. Gracias por creer, por acompañar, por sostener. Este título es tan suyo como mío.

Agradecimientos

Finalmente, expreso mis más profundos agradecimientos a mi director de trabajo de grado, Javier Enrique Gómez Ramírez, por su orientación, acompañamiento y valiosos aportes a lo largo del desarrollo de este proyecto. Su conocimiento, disposición y compromiso académico fueron fundamentales para la consolidación y culminación satisfactoria de este trabajo de grado.

A la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander, por la formación profesional y personal brindada durante el desarrollo de mi carrera, así como por los conocimientos y valores que contribuyeron a mi crecimiento académico.

A todas las personas que, de manera directa o indirecta, hicieron parte de este proceso, brindando apoyo, motivación y confianza en cada etapa. Gracias por acompañarme en la construcción de este logro, que no solo representa una meta académica alcanzada, sino también el resultado de un esfuerzo constante.

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| Introducción | 11 |
| 1.Objetivos | 13 |
| 1.1 Objetivo general..... | 13 |
| 1.2 Objetivos específicos..... | 13 |
| 2. Marco conceptual | 14 |
| 2.1 Objeto virtual de aprendizaje (OVA) | 14 |
| 2.2 Nanotecnología | 14 |
| 2.3 Nanociencia..... | 14 |
| 2.4 Nanoestructuras | 15 |
| 2.5 Métodos de Fabricación de Nanoestructuras | 15 |
| 2.5.1 Bottom-up..... | 15 |
| 2.5.2 Top-Down..... | 15 |
| 2.6 Estilos de aprendizaje | 16 |
| 2.6.1 Estilo de aprendizaje visual..... | 16 |
| 2.6.2 Estilo de aprendizaje auditivo | 16 |
| 2.6.3 Estilo de aprendizaje Kinestésico..... | 17 |
| 3. Estado del arte | 18 |
| 4. Metodología..... | 20 |
| 4.1 Fase I: Investigación. | 20 |
| 4.2 Fase II: Desarrollo..... | 22 |
| 4.3 Fase III: Evaluación | 23 |
| 5. Resultados..... | 24 |
| 5.1 Estilos de aprendizaje | 26 |

5.2 Planeación didáctica..... 27

5.3 Objeto Virtual de Aprendizaje 29

5.3.1 Contenido 29

5.3.2 Actividades 30

5.3.3 Elementos de contextualización 31

5.4 Interfaz general de la OVA..... 31

5.5 Actividades..... 35

5.6 Evaluación de la OVA..... 37

5.6.1 Contenido y aprendizaje (Preguntas 1, 2, 3, 4 y 5) 38

5.6.2 Experiencia de uso e interactividad (Preguntas 6, 7, 8, 9 y 10) 38

5.6.3 Valor global (Preguntas 11, 12, 13, 15 y 16)..... 39

5.6.4 Percepción de los estudiantes (Preguntas 14, 17 y 18)..... 39

6. Conclusiones..... 40

7. Recomendaciones 42

Referencias bibliográficas..... 43

Apéndice..... 46

Lista de Tablas

Pág

Tabla 1. *Secuencias didácticas*..... 29

Lista de Figuras

| | Pág |
|--|-----|
| Figura 1. <i>Diagrama metodológico para la construcción del OVA</i> | 20 |
| Figura 2. <i>Estadísticas de los estilos de aprendizaje</i> | 26 |
| Figura 3. <i>Perspectiva de Iso estudiantes</i> | 27 |
| Figura 4. <i>Pantalla inicial de la OVA</i> | 32 |
| Figura 5. <i>Contexto de la trama de la OVA</i> | 33 |
| Figura 6. <i>Recurso digital de la revisión bibliográfica</i> | 34 |
| Figura 7. <i>Pantalla de inicio de las misiones - cuestionarios</i> | 36 |

Lista de Apéndices

Pág

Apéndice A. Encuesta de valoración de la herramienta implementada 46

Resumen

Título: Desarrollo de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) dirigido a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje para la asignatura de nanotecnología del programa de Ingeniería Química*

Autor: Lesly Jeraldine Ortiz Rojas**

Palabras clave: Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), Nanotecnología, Gamificación, Tecnologías de la Información y comunicación (TIC).

Descripción: El presente trabajo de grado tiene como objetivo diseñar y desarrollar un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) que contribuya a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de Nanotecnología del programa de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander, específicamente en el tema de métodos de fabricación de nanoestructuras mediante el enfoque Bottom-up. La complejidad conceptual de la nanotecnología y la dificultad para visualizar y aplicar sus fundamentos en contextos prácticos representan un reto significativo para los estudiantes, lo que hace necesario el uso de estrategias didácticas innovadoras apoyadas en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

La metodología empleada se desarrolló en tres fases: investigación, desarrollo y evaluación. En la fase de investigación se realizó una revisión bibliográfica y el análisis de plataformas digitales para la creación del recurso. En la fase de desarrollo se estructuraron los contenidos teóricos, actividades interactivas y elementos de gamificación, utilizando la plataforma Genially para la codificación del OVA. Finalmente, en la fase de evaluación se aplicó una encuesta basada en la escala de Likert a estudiantes que cursaban la asignatura de Nanotecnología, con el fin de analizar la percepción y el impacto del recurso en el aprendizaje.

Los resultados evidencian una alta aceptación del OVA por parte de los estudiantes, quienes destacaron la claridad de los contenidos, la facilidad de uso, la interactividad y la contribución del recurso a la comprensión de los métodos de fabricación de nanoestructuras. Se concluye que el OVA constituye una herramienta didáctica innovadora y efectiva que fortalece el aprendizaje autónomo, la motivación y la apropiación de conceptos complejos en la formación en Ingeniería Química.

*Trabajo de grado

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director Javier Enrique Gómez Ramírez.

Nova: Magister en Ingeniería de materiales.

Abstract

Title: Development of a virtual learning object (VLO) aimed at improving teaching and learning processes for the nanotechnology course in the Chemical Engineering program*

Authors: Lesly Jeraldine Ortiz Rojas**

Keywords: Virtual Learning Object (VLO), Nanotechnology, Gamification, Information and Communication Technologies (ICT).

Description: The objective of this thesis is to design and develop a Virtual Learning Object (VLO) that contributes to improving teaching and learning processes in the Nanotechnology course of the Chemical Engineering program at the Industrial University of Santander, specifically in the area of nanostructure manufacturing methods using a bottom-up approach. The conceptual complexity of nanotechnology and the difficulty in visualizing and applying its fundamentals in practical contexts represent a significant challenge for students, making it necessary to use innovative teaching strategies supported by Information and Communication Technologies (ICT).

The methodology used was developed in three phases: research, development, and evaluation. In the research phase, a literature review and analysis of digital platforms were conducted to create the resource. In the development phase, the theoretical content, interactive activities, and gamification elements were structured using the Genially platform for OVA coding. Finally, in the evaluation phase, a Likert scale-based survey was administered to students enrolled in the Nanotechnology course to analyze their perception and the impact of the resource on learning.

The results show high acceptance of the OVA by students, who highlighted the clarity of the content, ease of use, interactivity, and contribution of the resource to understanding nanostructure manufacturing methods. It is concluded that the OVA is an innovative and effective teaching tool that strengthens independent learning, motivation, and the appropriation of complex concepts in chemical engineering education.

*Thesis

**Faculty of Physical-Chemical Engineering. School of Chemical Engineering. Director Javier Enrique Gómez Ramírez.

Nova: Master's Degree in Materials Engineering.

Introducción

En el contexto colombiano, la necesidad de fortalecer el uso de herramientas digitales en la educación superior adquiere una relevancia particular. Según el Índice de Brecha Digital 2023 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Colombia presenta un índice consolidado de 41,9, lo que evidencia brechas persistentes en el acceso, uso y apropiación de tecnologías digitales en el 58,1 % de los departamentos del país (MinTIC, 2023). Esta situación limita la adopción de herramientas tecnológicas emergentes en los procesos formativos y afecta especialmente la enseñanza de disciplinas avanzadas y altamente técnicas.

La integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos educativos ha cobrado gran importancia en los últimos años. En este contexto, los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) se han consolidado como recursos eficaces para apoyar el desarrollo de conocimientos y competencias en distintas áreas del saber. En el campo de la Ingeniería Química el concepto de nanotecnología incluida en el área de estudio de materiales representa un desafío debido a su complejidad y naturaleza técnica (Ahire et al., 2022).

La nanociencia y la nanotecnología se presentan como un área nueva de investigación en el estudio de los materiales donde convergen diversas ramas del conocimiento que permiten estudiar fenómenos inéditos que ocurren a nivel atómico y molecular. Su importancia radica en que en mundo nanométrico los materiales pueden adquirir o realzar propiedades diferentes a las que tienen a escala macroscópica (Mendoza & Rodriguez, 2007). A nivel académico, la enseñanza de esta metodología puede representar un desafío para los estudiantes de Ingeniería Química, ya que suele ser difícil comprender, visualizar y llevar los conceptos teóricos a contextos prácticos. En este contexto, la OVA surge como una opción innovadora para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los métodos de fabricación de nanoestructuras, al ofrecer recursos interactivos y

multimedia que favorecen una mejor comprensión y facilitan la aplicación práctica de los conceptos (Mendoza & Rodríguez, 2007).

A partir de lo anterior surge el interrogante, ¿Cuáles herramientas didácticas basadas en las TIC pueden facilitar el aprendizaje en la asignatura de Nanotecnología? El presente trabajo de grado se centra en el diseño y desarrollo de un OVA orientado a fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en el tema de métodos de fabricación de nanoestructuras: Bottom up. A través del uso de la plataforma Genially y la inclusión de elementos de gamificación, se pretende crear un entorno de aprendizaje dinámico y atractivo que incentive la participación activa de los estudiantes en su formación.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Desarrollar un objeto virtual de aprendizaje, que facilite la comprensión de conceptos claves sobre métodos de fabricación de Nanoestructuras para la asignatura Nanotecnología del programa de Ingeniería Química.

1.2 Objetivos específicos

- Seleccionar el tipo de gamificación para la temática relacionada con los métodos de fabricación de nanoestructuras, para su codificación en un OVA.
- Desarrollar el objeto virtual de aprendizaje que integre conceptos teóricos y prácticos sobre los métodos de fabricación de Nanoestructuras, a través de la codificación de la secuencia didáctica propuesta.
- Evaluar la experiencia con el OVA en los procesos de enseñanza-aprendizaje, mediante su aplicación en un grupo de estudiantes que cursan la asignatura de nanotecnología, definiendo mejoras y desarrollos futuros en la herramienta.

2. Marco conceptual

2.1 Objeto virtual de aprendizaje (OVA)

El concepto de Objeto de Aprendizaje (OVA) fue introducido por primera vez en 1992 por Wayne, quien estableció una innovadora analogía entre los bloques LEGO y módulos educativos estandarizados, proponiendo su reutilización en entornos pedagógicos. Esta idea emergió de la observación de su hijo jugando con estos juguetes, lo que inspiró a Wayne a concebir los bloques como una metáfora para la construcción de materiales didácticos flexibles y adaptables. Con el tiempo, a nivel internacional, el término evolucionó hacia una definición más estructurada: un Objeto de Aprendizaje se entiende como cualquier entidad, digital o no digital, que puede ser utilizada, reutilizada o referenciada para apoyar el aprendizaje mediante el soporte de tecnologías (Cabrera & Triquell, 2007).

2.2 Nanotecnología

Es el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nano escala. Cuando se manipula la materia a escala tan minúscula de átomos y moléculas, demuestra fenómenos y propiedades totalmente nuevas, por lo tanto, los científicos utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos con propiedades únicas y altamente controladas a escala nanométrica. (Chaparro & Quintero, 2008).

2.3 Nanociencia

Es un área emergente de la ciencia que se ocupa del estudio de los materiales de muy pequeñas dimensiones. No puede denominarse química, física o biología dado que los científicos de este campo estudian un campo dimensional muy pequeño para una mejor comprensión del

mundo que nos rodea. Se considera el padre de la nanociencia a Richard Feynman, premio Nóbel de Física, quien en 1959 propuso fabrica productos con base a un reordenamiento de átomos y moléculas (Chaparro & Quintero, 2008).

2.4 Nanoestructuras

Las nanoestructuras son materiales o sistemas cuyas dimensiones (largo, ancho, alto) se encuentran en la escala nanométrica (1 a 100 nanómetros), lo que les confiere propiedades físicas, químicas y biológicas únicas. (Chaparro & Quintero, 2008).

2.5 Métodos de Fabricación de Nanoestructuras

2.5.1 *Bottom-up*

Los procedimientos que se utilizan son, en general, químico-físicos para ensamblar los átomos o moléculas en un conglomerado. Sus fuerzas electromagnéticas originan el autoensamblado. Eso hace que sea imprescindible controlar este proceso de síntesis y evitar el aglutinamiento espontáneo. Por esta razón, es más fácil llegar al tamaño de nanopartículas deseado, una mayor uniformidad y forma, y una menor cantidad de impurezas. Además, prácticamente no produce materiales de desecho ni no usados. (*Nanotecnología: los métodos para la obtención de nanopartículas*, s. f.)

2.5.2 *Top-Down*

Se parte de una macropartícula que es sometida a un proceso de molienda mecánico-química, cuyo grado de conminución depende directamente de la intensidad del proceso aplicado. Como resultado, se obtienen nanopartículas de mayor tamaño, con un menor nivel de control sobre sus características y una mayor generación de impurezas(*Nanotecnología: los métodos para la obtención de nanopartículas*, s. f.)

2.6 Estilos de aprendizaje

Los estilos de aprendizaje se definen como un conjunto de habilidades cognitivas, emocionales y fisiológicas que actúan como indicadores relativamente estables de cómo los alumnos perciben su ambiente de aprendizaje, interactúan y responden a este entorno (Terradez, 1988).

Para el estilo de aprendizaje VARK, que es la técnica adoptada en este trabajo de grado, Fleming y Mills (1992) desarrollaron un instrumento para establecer las preferencias sensoriales de los alumnos en el procesamiento de la información. A este instrumento lo denominaron VARK (visual, aural, read/write, kinesthetic) y sus componentes son las características sensitivas del estudiante frente a lo visual, auditivo, lectura/ escritura y quinestésica. Así, a cada estilo del VARK se le asignan diferentes estrategias de enseñanza/aprendizaje.

2.6.1 Estilo de aprendizaje visual

Cuando se piensa en imágenes es posible traer a la mente mucha información a la vez, por eso la persona que utiliza el procedimiento de representación absorbe con más facilidad el conocimiento, por medio de una serie de datos procesados (Gonzales et al., 2012).

2.6.2 Estilo de aprendizaje auditivo

Describe una preferencia por la información que es “escuchada o hablada”. Se usa de manera secuencial y ordenada. El método auditivo no admite relacionar conceptos o elaborar conceptos abstractos con la misma facilidad que el visual, y no es tan rápido. Los alumnos auditivos aprenden mejor cuando reciben las explicaciones oralmente y cuando pueden hablar y explicar lo aprendido a otra persona (Gonzales et al., 2012).

2.6.3 Estilo de aprendizaje Kinestésico

Esta modalidad se refiere a la “preferencia perceptual relacionada con el uso de la experiencia y la práctica simulada o real (Gonzales et al., 2012).

3. Estado del arte

Una OVA es una herramienta que facilita el desarrollo del proceso de aprendizaje y fortalece la labor docente (Cabrera & Triquell, 2007). Uno de sus aspectos principales es la creación de un entorno de aprendizaje altamente participativo, en el cual el estudiante construye su conocimiento a partir de la interacción con el recurso.

Para que este tipo de recurso digital cumpla eficazmente su función de apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje, debe diseñarse bajo enfoques constructivistas y participativos que promuevan la generación y apropiación del conocimiento (Cabrera & Triquell, 2007). En este sentido, la OVA se distinguen por otorgar al estudiante un rol protagónico, permitiéndole gestionar su propio aprendizaje en términos de ritmo, cantidad de actividades, contenidos y tiempo de dedicación, así como decidir cuándo pausar o retomar el proceso formativo.

En el ámbito académico, (Zea, 2023) en su artículo publicado en la Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, subraya el creciente papel de la tecnología en la enseñanza de la ingeniería. Estas herramientas virtuales se han consolidado como medios clave para contextualizar conceptos avanzados y complejos, transformando el aprendizaje en una experiencia más dinámica y atractiva, especialmente en disciplinas técnicas.

En un enfoque específico, (González, 2021) implementó un proyecto en la Institución Educativa de Rionegro, Santander, utilizando simuladores en línea dirigidos a estudiantes de grado décimo para explorar los enlaces químicos. Tras un proceso de diagnóstico, intervención y evaluación, se evidenciaron mejoras cognitivas significativas tanto en estudiantes como en docentes, facilitando una comprensión más profunda del tema. El estudio destacó que los

simuladores no solo enriquecen la dinámica de las clases, sino que también resaltan la importancia de incorporar herramientas tecnológicas innovadoras en la enseñanza de esta disciplina.

Tras el análisis de distintas fuentes presentadas anteriormente, los autores coinciden en que la gamificación presenta un alto potencial pedagógico, aunque su estudio aún se encuentra en fases iniciales. En este sentido, se considera fundamental promover investigaciones orientadas al diseño de herramientas estructuradas, apoyadas en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

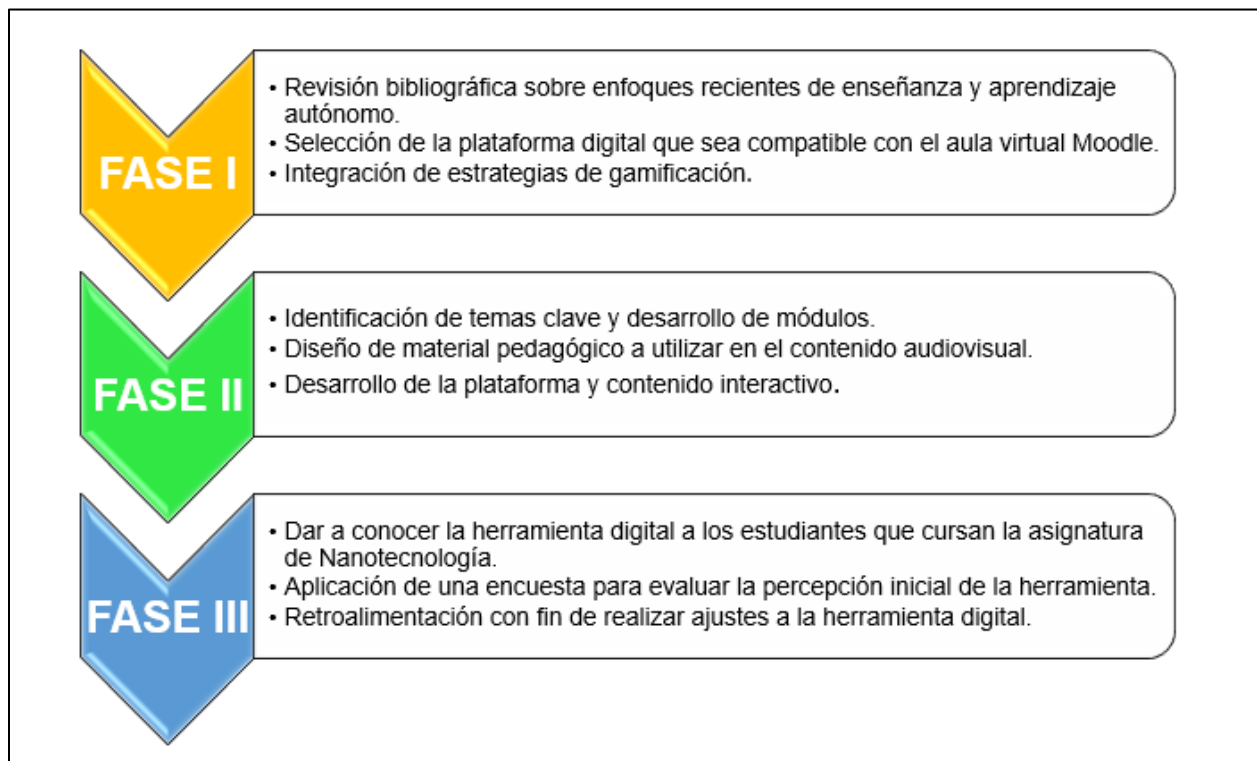
El Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) planteado en este proyecto tiene como objetivo fortalecer la enseñanza de los métodos de fabricación de nanoestructuras Bottom up en la asignatura Nanotecnología, al facilitar la interacción de los estudiantes con conceptos y visualizaciones dinámicas que permiten profundizar la relación de la base teórica en ambientes prácticos y contextualizados.

4. Metodología

En este apartado se expone de manera detallada la metodología empleada, incluyendo sus fases y actividades, para el diseño y desarrollo del objeto virtual de aprendizaje orientado a la asignatura de Nanotecnología de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander. Asimismo, en la Figura 1 se presenta una descripción metodológica general que sintetiza las fases y acciones llevadas a cabo durante el proceso de elaboración del recurso educativo.

Figura 1.

Diagrama metodológico para la construcción del OVA.



4.1 Fase I: Investigación.

Esta fase se centró en la búsqueda, selección y análisis sistemático de información relevante necesaria para el desarrollo del proyecto.

Actividad 1: Revisión. Se llevó a cabo una revisión bibliográfica con el propósito de identificar avances y mejoras en la enseñanza de los métodos de fabricación de nanoestructuras, así como los enfoques más recientes relacionados con el aprendizaje autónomo. A partir de esta revisión, se realizó la recopilación y organización de la información necesaria que integra los conceptos fundamentales de la asignatura, los cuales sirvieron de base para la elaboración del material complementario del recurso digital, tales como el diccionario técnico, mapas sinópticos y material bibliográfico de apoyo.

Actividad 2: Selección de la plataforma de codificación. Se realizó un análisis de distintas plataformas de autoría de contenidos digitales, considerando sus funcionalidades, facilidad de uso y potencial para la creación de recursos didácticos interactivos. Entre las herramientas evaluadas se encuentran Adobe Captivate, H5P y Roblox, las cuales fueron comparadas con el fin de identificar la opción más adecuada para el desarrollo del objeto virtual de aprendizaje.

Como resultado de este proceso, se seleccionó la plataforma Genially, debido a sus destacadas capacidades interactivas, su versatilidad en el diseño multimedia y su facilidad para integrar elementos de gamificación.

Actividad 3: Integración. Se llevó a cabo una revisión sistemática orientada a analizar los componentes y la estructura del objeto virtuales de aprendizaje, con el propósito de identificar los elementos más adecuados para el desarrollo de la herramienta propuesta. Entre estos elementos se contemplan personajes, desafíos, sistemas de incentivos, etapas de aprendizaje y mecanismos de liberación progresiva de material complementario y adicional, entre otros.

4.2 Fase II: Desarrollo.

Esta fase se orientó al desarrollo integral del material complementario y de apoyo que conforma el recurso digital, así como al diseño de los módulos de enseñanza y a la configuración y codificación del objeto virtual de aprendizaje.

Actividad 1: Contenido. Los contenidos del recurso digital se elaboraron a partir del análisis y la deconstrucción de las referencias bibliográficas recopiladas en la fase anterior. Con base en esta información, se diseñó material complementario que incluye mapas sinópticos, un diccionario técnico de la asignatura y diapositivas explicativas correspondientes a cada uno de los métodos de fabricación de nanoestructuras, con el fin de facilitar la comprensión conceptual de los estudiantes.

Actividad 2: Planeación didáctica. Se realizó la estructuración de los módulos de aprendizaje que conforman el OVA, así como la selección y diseño de los recursos didácticos necesarios para promover la motivación y el interés del estudiante. Esta planeación tuvo como propósito convertir el recurso digital en una herramienta pedagógica atractiva, que favorezca la participación activa y el aprendizaje significativo.

Actividad 3: Codificación. Se definió un hilo conductor o narrativa del OVA de manera coherente y progresiva, facilitando una navegación intuitiva por parte de los usuarios. El objeto virtual de aprendizaje fue codificado utilizando la plataforma Genially, mientras que los elementos visuales del entorno y las voces narrativas asociadas al tema fueron diseñados mediante la aplicación Speechma, garantizando la integración de componentes multimedia que enriquecen la experiencia de aprendizaje.

4.3 Fase III: Evaluación

Esta fase estuvo orientada a la evaluación de la experiencia académica de los estudiantes durante el uso del objeto virtual de aprendizaje, con el fin de analizar su impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje y recoger información para su mejora.

Actividad 1: Dar a conocer. El objeto virtual de aprendizaje fue implementado con estudiantes de sexto semestre de la Escuela de Ingeniería Química que cursaban la asignatura de Nanotecnología. El acceso al recurso se facilitó mediante un enlace compartido en el grupo oficial del curso en la red social Facebook. Durante esta etapa, los estudiantes interactuaron de manera autónoma con el OVA, explorando sus contenidos y actividades propuestas.

Actividad 2: Encuesta. Se diseñó una encuesta basada en la escala de Likert con el propósito de evaluar la efectividad del OVA desde la percepción de los estudiantes. El instrumento abordó aspectos relacionados con la facilidad de uso, la claridad de los contenidos, el nivel de motivación generado por los elementos de gamificación y la pertinencia de los temas desarrollados. Adicionalmente, se incluyó una pregunta de respuesta abierta que permitió a los estudiantes expresar comentarios y sugerencias. El formato de la encuesta se presenta en el *Apéndice A*.

Actividad 3: Retroalimentación. Las respuestas obtenidas a través de la encuesta fueron analizadas considerando la aceptación del recurso desde los componentes visual, auditivo y kinestésico. A partir del análisis de los resultados, se identificaron fortalezas y aspectos susceptibles de mejora, lo que permitió realizar ajustes al OVA y formular recomendaciones orientadas a su optimización y a futuras implementaciones.

5. Resultados

En coherencia con el objetivo específico 1, se realizó la selección del tipo de gamificación a implementar en el Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), con el propósito de estructurar los contenidos relacionados con los métodos de fabricación de nanoestructuras mediante el enfoque Bottom-up de manera didáctica, secuencial y motivadora.

La gamificación en entornos educativos puede clasificarse en distintos enfoques según su nivel de integración y propósito pedagógico. Entre los principales tipos se encuentran:

La gamificación estructural: consiste en incorporar elementos propios de los juegos como puntos, niveles, insignias, recompensas o rankings, sin modificar sustancialmente el contenido académico. Su finalidad principal es incrementar la motivación y el compromiso a través de incentivos externos.

La gamificación de contenido: transforma el material académico mediante dinámicas lúdicas, integrando los conceptos dentro de retos, simulaciones o actividades que requieren la aplicación del conocimiento para avanzar. En este caso, no solo se añaden elementos de juego, sino que se modifica la forma en que se presenta la información.

La gamificación basada en narrativa: emplea un hilo conductor o historia central que guía el proceso de aprendizaje. El estudiante asume un rol dentro de la trama y progresa mediante misiones o desafíos estructurados de manera secuencial, favoreciendo la inmersión y el aprendizaje contextualizado.

La gamificación tipo “escape room”: caracterizada por la resolución de retos secuenciales que deben superarse para desbloquear nuevos niveles o contenidos. Este enfoque promueve el

pensamiento crítico, la resolución de problemas y la aplicación inmediata de los conceptos estudiados.

La gamificación competitiva o colaborativa: centra su dinámica en la interacción entre estudiantes, ya sea mediante sistemas de competencia (clasificaciones, puntuaciones comparativas) o a través de retos grupales que fortalecen el trabajo en equipo.

Tras el análisis de estos enfoques, se seleccionó un modelo híbrido que integra principalmente la gamificación basada en narrativa y la dinámica tipo *escape room*, complementado con elementos estructurales como progresión por niveles, recompensas simbólicas, retroalimentación inmediata y liberación progresiva de contenido.

La elección de este modelo respondió a la necesidad de organizar los métodos de fabricación Bottom-up de manera acumulativa y secuencial, permitiendo que cada misión abordara un conjunto específico de técnicas y reforzara el aprendizaje progresivo. Asimismo, la narrativa inmersiva facilita la contextualización de conceptos abstractos propios de la nanotecnología, mientras que la estructura tipo *escape room* incentiva la participación activa del estudiante, al requerir la aplicación conceptual para avanzar en la historia.

Con base en la secuencia descrita en la metodología, en este apartado se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) orientado a los métodos de fabricación de nanoestructuras Bottom-up. La evaluación del recurso digital se realizó mediante la aplicación de una encuesta basada en la escala de Likert (remitirse al *Apéndice A*), con el propósito de analizar la percepción de los estudiantes frente al uso del recurso.

La encuesta fue aplicada a un total de 89 estudiantes, correspondientes a los tres grupos de la asignatura de Nanotecnología del programa de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander, durante el período académico 2025-2.

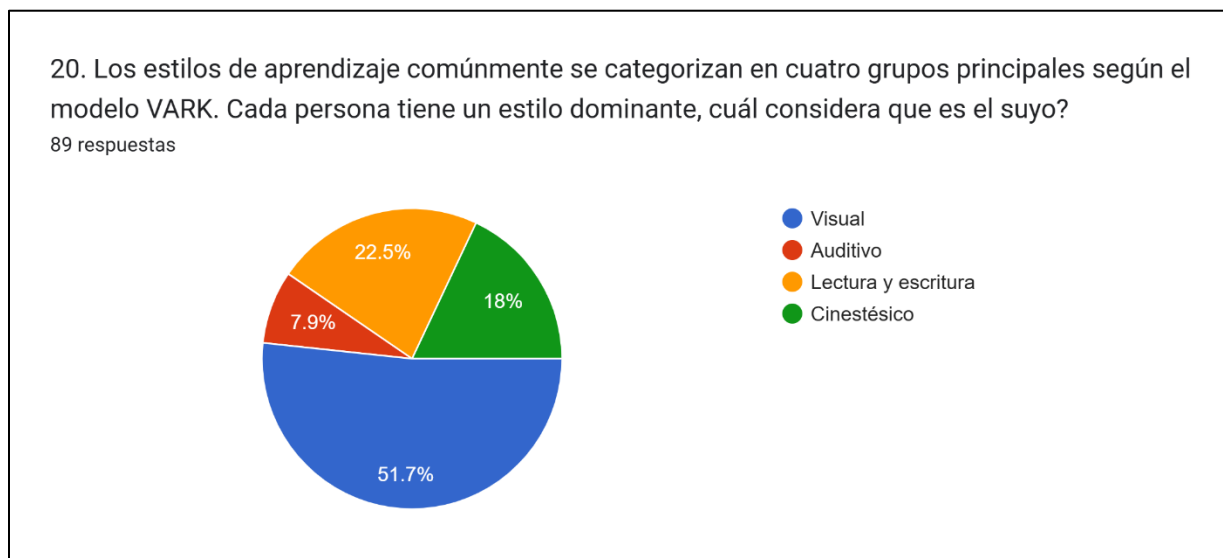
Los resultados se analizan a partir de tres ejes principales: la caracterización de los estilos de aprendizaje de los estudiantes, la descripción del OVA desarrollado y la evaluación de su impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante la percepción de los usuarios.

5.1 Estilos de aprendizaje

A partir de la información recopilada en la encuesta aplicada a los estudiantes en la Pregunta 20, se identificaron los estilos de aprendizaje predominantes según el modelo VARK. Como se muestra en la Figura 2, los resultados evidencian que el 51,7 % de los estudiantes presenta un estilo de aprendizaje visual, seguido por un 22,5 % con preferencia por la lectura y escritura, un 18 % de tipo kinestésico y un 7,9 % correspondiente al estilo auditivo.

Figura 2.

Estadísticas de los estilos de aprendizaje.

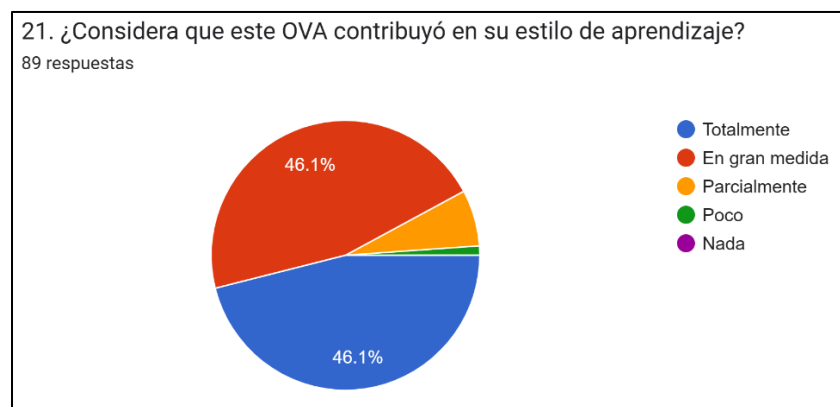


Estos resultados justificaron el enfoque multimodal adoptado en el diseño del OVA, priorizando recursos visuales como esquemas, mapas mentales, animaciones y videos, sin descuidar la inclusión de textos explicativos, narraciones auditivas y actividades interactivas que favorecen el aprendizaje experiencial. De esta manera, el recurso digital buscó atender de forma integral la diversidad de estilos de aprendizaje presentes en el grupo evaluado.

Adicionalmente, como se muestra en la Figura 3, el 92,2 % de los estudiantes manifestó en la Pregunta 21 que el OVA contribuyó de manera total o en gran medida a su estilo de aprendizaje, lo que evidencia una adecuada correspondencia entre el diseño didáctico del recurso y las preferencias cognitivas de los usuarios.

Figura 3.

Perspectiva de los estudiantes.



5.2 Planeación didáctica

La planeación didáctica del OVA se estructuró a partir de la secuencia de métodos de fabricación de nanoestructuras establecida por el docente de la asignatura de Nanotecnología, la cual se desarrolla de manera progresiva a lo largo del semestre académico. En este sentido, el diseño del recurso digital respetó el orden temático en el que los contenidos son abordados en

clase, permitiendo que el OVA funcione como un complemento coherente con la programación oficial del curso.

El OVA se organizó en módulos que integran contenidos teóricos, material complementario y actividades evaluativas. Cada módulo fue diseñado con objetivos de aprendizaje claros, actividades interactivas y mecanismos de retroalimentación inmediata, lo que permitió reforzar los conceptos abordados en clase y apoyar la apropiación progresiva del conocimiento. La inclusión de elementos de gamificación, tales como retos, pistas, recompensas visuales y una narrativa envolvente, contribuyó a incrementar la motivación y el compromiso de los estudiantes durante el desarrollo de los temas.

La alineación entre la secuencia del OVA y la metodología de enseñanza del curso fue valorada positivamente por los estudiantes, donde el 96,6 % indicó que el orden de los temas facilitó el aprendizaje de los conceptos (Pregunta 5).

La Tabla 1 resume los objetivos de aprendizaje y las metas formativas propuestas por las secuencias didácticas, diseñadas para el OVA.

Tabla 1.*Secuencias didácticas*

| Secuencia didáctica | Objetivo de Aprendizaje | Metas Formativas |
|----------------------------------|--|--|
| Conceptos Fundamentales | Comprender los conceptos básicos de la nanotecnología y el enfoque de fabricación de nanoestructuras Bottom-up. | <ul style="list-style-type: none"> • Explicar los fundamentos de la nanociencia y la nanotecnología. • Reconocer el enfoque Bottom-up en la fabricación de nanoestructuras. |
| Métodos de Fabricación Bottom-up | Analizar los principales métodos de fabricación de nanoestructuras mediante el enfoque Bottom-up. | <ul style="list-style-type: none"> • Explicar los principios de los métodos físicos y químicos Bottom-up. • Identificar las características generales de cada método. • Reconocer aplicaciones asociadas a cada técnica. |
| Ejercicios tipo Quiz | Reforzar la comprensión de los métodos de fabricación Bottom-up mediante actividades evaluativas interactivas. | <ul style="list-style-type: none"> • Resolver ejercicios tipo quiz con retroalimentación inmediata. • Identificar aciertos y errores conceptuales durante el proceso de aprendizaje. • Consolidar los conceptos abordados en cada módulo. |
| Aplicación en Contextos Reales | Relacionar los métodos de fabricación de nanoestructuras Bottom-up con ejemplos contextualizados en entornos reales. | <ul style="list-style-type: none"> • Analizar casos y ejemplos de aplicación en contextos reales. • Integrar la teoría con situaciones prácticas del entorno. |

5.3 Objeto Virtual de Aprendizaje

5.3.1 Contenido

El contenido del OVA fue estructurado de acuerdo con la secuencia de métodos Bottom-up que el docente desarrolla durante el semestre académico. Esta organización permitió que el recurso funcionara como un complemento directo de las clases presenciales.

- Los contenidos se distribuyeron en módulos temáticos que abordan:
- Conceptos fundamentales de la nanotecnología.
- Principios generales del enfoque Bottom-up.
- Métodos físicos de fabricación de nanoestructuras (CVD, PVD, ALD, PLD, MBE y MOVPE).
- Métodos químicos de fabricación (SAM, LBL y Sol-gel).

Cada módulo incluye explicaciones claras y concisas apoyadas en recursos visuales, esquemas, textos breves y material audiovisual, con el fin de favorecer el aprendizaje autónomo y facilitar la comprensión de conceptos abstractos propios de la nanotecnología.

5.3.2 Actividades

Las actividades de aprendizaje del Objeto Virtual de Aprendizaje se presentan como misiones interactivas, integradas dentro de la narrativa principal del recurso. Estas misiones corresponden a los distintos escenarios que el estudiante debe recorrer para avanzar en la historia, asumiendo un rol protagónico dentro del desarrollo del OVA.

El recorrido del estudiante se estructura en cinco misiones, las cuales se encuentran diseñadas bajo una dinámica tipo *escape room*, en coherencia con la ambientación y la historia planteada. Cada misión aborda un conjunto específico de métodos de fabricación de nanoestructuras mediante el enfoque Bottom-up, y plantea una serie de retos conceptuales que el estudiante debe resolver para continuar con el siguiente nivel.

En cada misión, el estudiante interactúa con contenidos teóricos y actividades evaluativas tipo quiz, las cuales permiten reforzar la comprensión de los métodos estudiados. Al finalizar cada misión, se presenta un dato curioso relacionado con la nanotecnología o con el método abordado,

el cual cumple una doble función: enriquecer el conocimiento del estudiante y actuar como contraseña de acceso para desbloquear el siguiente nivel del OVA.

Adicionalmente, las actividades cuentan con retroalimentación inmediata, lo que permite al estudiante identificar si sus respuestas son correctas y reforzar aquellos conceptos que presenten mayor dificultad.

5.3.3 Elementos de contextualización

Los elementos de contextualización se incorporaron mediante una narrativa gamificada que guía al estudiante a lo largo del OVA. Desde el inicio del recurso, se presenta un contexto que introduce los métodos de fabricación de nanoestructuras como conocimientos clave que deben ser recuperados y comprendidos para avanzar en las misiones propuestas.

Asimismo, los contenidos y actividades incluyen ejemplos contextualizados en entornos reales, tanto académicos como industriales, lo que permite relacionar los métodos Bottom-up con aplicaciones prácticas en la ingeniería y la ciencia de materiales.

5.4 Interfaz general de la OVA

Una vez definida la estructura del recurso, se llevó a cabo el desarrollo del Objeto Virtual de Aprendizaje mediante la herramienta **Genially**, la cual facilita la creación de contenidos interactivos, dinámicos y visualmente atractivos, con una navegación intuitiva. Como resultado, se diseñó una plataforma educativa que propone una experiencia inmersiva, en la que el estudiante recorre distintos escenarios o dimensiones con el propósito de recuperar los documentos pertenecientes a un científico.

- Link de la OVA:

<https://view.genially.com/68bdbbee212d8bd360466551b/interactive-content-ova-nanotecnologia>

En la Figura 4 se presenta la pantalla de inicio del Objeto Virtual de Aprendizaje, titulada “Protocolo reinicio”, la cual constituye el punto de partida de la experiencia interactiva. En esta sección inicial se introduce la historia del OVA desde la perspectiva del personaje principal, permitiendo al estudiante asumir su rol desde el primer contacto con el recurso.

Figura 4.

Pantalla inicial de la OVA.

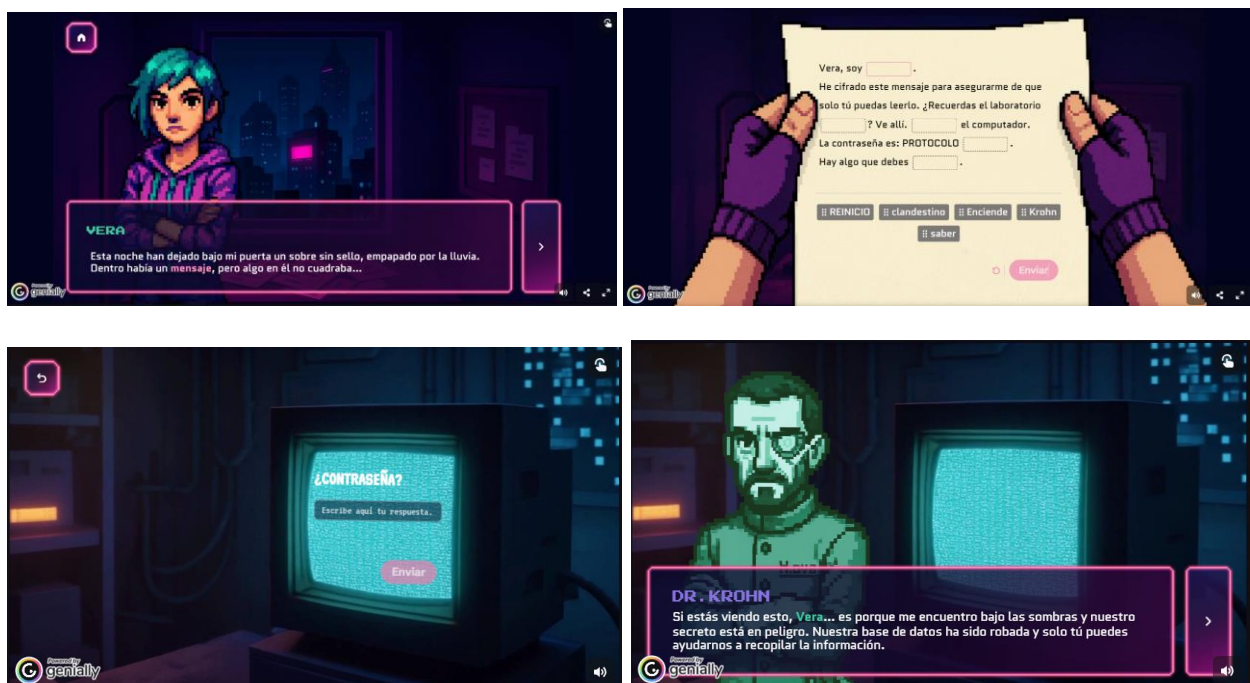


El desarrollo de la interfaz inicial se realiza a través de una narrativa visual de tipo historieta, en la que la historia avanza mediante diálogos, pensamientos y sucesos que contextualizan al estudiante dentro de la trama como se observa en la Figura 5. Estos elementos narrativos permiten presentar de manera progresiva el conflicto central de la historia y orientar al estudiante sobre su objetivo dentro del OVA.

La combinación de ilustraciones, textos breves y elementos interactivos facilita la comprensión del contexto narrativo, al tiempo que mantiene la atención del estudiante y favorece una inmersión temprana en la experiencia de aprendizaje. De esta manera, la interfaz no solo cumple una función estética, sino que actúa como un componente pedagógico que introduce el contenido académico dentro de un entorno narrativo coherente.

Figura 5.

Contexto de la trama de la OVA.



La estructura visual y la disposición de los elementos en la pantalla de inicio permiten una navegación intuitiva, guiando al estudiante hacia el desarrollo de las misiones posteriores y asegurando una transición fluida entre la introducción de la historia y los contenidos formativos del OVA.

En la Figura 6 se evidencia uno de los componentes más relevantes del recurso digital, correspondiente a las ayudas proporcionadas por el personaje del Dr. Krohn. Estas ayudas se

encuentran representadas a través de un compendio de información recopilada durante la revisión bibliográfica realizada para la elaboración del OVA, el cual se encuentra organizado en una carpeta de Google Drive de acceso libre.

Este repositorio contiene material de apoyo que complementa los contenidos abordados en cada misión, permitiendo al estudiante consultar información adicional cuando lo considere necesario. Cabe resaltar que este recurso se encuentra disponible de manera permanente durante el desarrollo de las actividades.

Figura 6.

Recurso digital de la revisión bibliográfica.

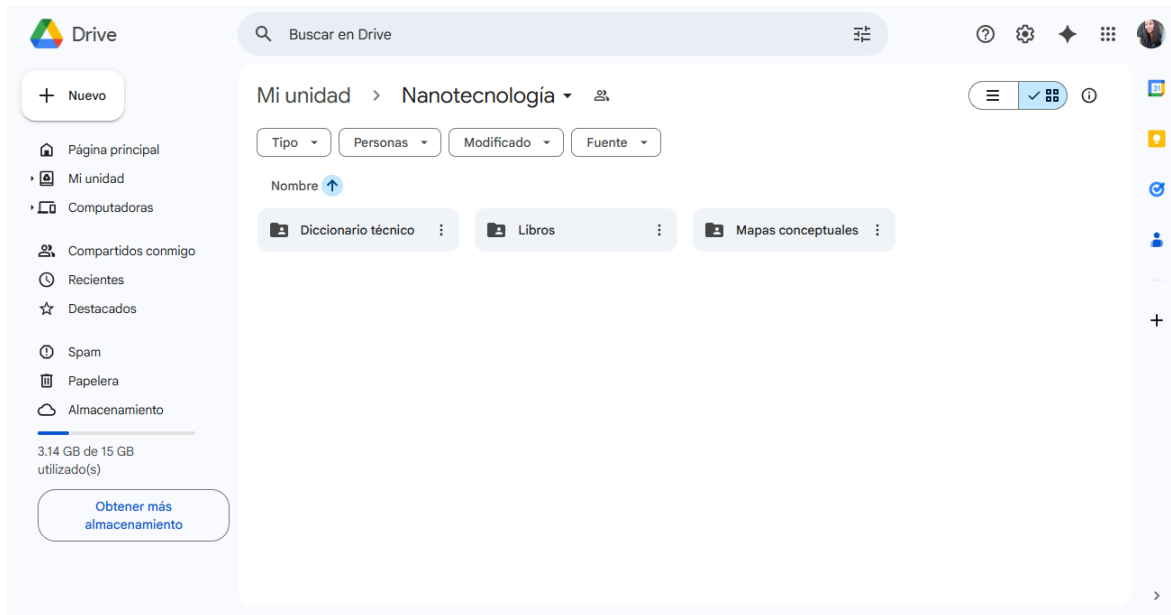
DR. KROHN

Te recuerdo que contamos con 9 métodos de fabricación de nanoestructuras Bottom-up las cuales te ayudarán a contestar de la manera correcta: CVD, PVD, ALD, PLD, MBE, MOVPE, SAM, LBL, y Sol-gel.

Vera, para que sientas que estoy contigo te voy a dar:

- La llave del cofre donde se encuentran todos los **libros** que escribimos juntos en el laboratorio
- Los **mapas** de los aspectos más importantes de cada uno de los métodos.
- Y un **diccionario técnico** donde buscarás las respuestas de una palabra que no entiendas.

Powered by **genially**



5.5 Actividades

En la Figura 7 se presenta la pantalla inicial de cada una de las misiones planteadas en el OVA, las cuales corresponden a la identificación de los diferentes métodos de fabricación de nanoestructuras mediante el enfoque Bottom-up. En esta sección, el estudiante puede reconocer de manera clara el inicio de cada misión y el método o conjunto de métodos que serán abordados en dicha etapa del recorrido.

Figura 7.

Pantalla de inicio de las misiones - cuestionarios.



En la Misión 1, el estudiante adopta el rol de un caballero en la Edad Media, cuyo objetivo es recolectar cuatro gemas y derrotar a un dragón. Esta misión introduce los métodos Chemical Vapor Deposition (CVD) y Physical Vapor Deposition (PVD), los cuales se abordan a través de retos conceptuales integrados a la narrativa, permitiendo identificar sus principios generales y características principales.

La Misión 2 sitúa al estudiante en el contexto de la Revolución Industrial, donde asume el rol de un ingeniero que debe descifrar una contraseña para salir de una planta industrial antes de que ocurra una explosión. En esta etapa se trabajan los métodos Atomic Layer Deposition (ALD) y Pulsed Laser Deposition (PLD), relacionando sus fundamentos con escenarios de producción y control de procesos.

En la Misión 3, el estudiante toma el rol de un astronauta, enfrentándose a distintos obstáculos en el espacio con el objetivo de proteger su nave y salir ileso. En este contexto se desarrollan los métodos Molecular Beam Epitaxy (MBE) y Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy (MOVPE), destacando su aplicación en la fabricación de materiales avanzados y dispositivos de alta precisión.

La Misión 4 se ambienta en la civilización maya, donde el estudiante actúa como un guerrero que debe reunir tres insignias enviadas por los dioses. Esta misión aborda los métodos Self-Assembled Monolayers (SAM) y Layer-by-Layer (LBL), enfatizando los procesos de autoensamblaje y construcción controlada de nanoestructuras.

Finalmente, en la Misión 5, el estudiante asume el rol de un aspirante a ingeniero dentro de una empresa, cuya tarea consiste en recuperar los últimos documentos del libro de laboratorio del Dr. Krohn. En esta etapa se estudia el método Sol-gel, permitiendo integrar los conceptos aprendidos a lo largo del OVA y relacionarlos con aplicaciones prácticas en entornos profesionales.

5.6 Evaluación de la OVA

La evaluación del Objeto Virtual de Aprendizaje se realizó mediante la aplicación de una encuesta a 89 estudiantes basada en la escala de Likert (remitirse al *Apéndice A*), con el objetivo

de analizar la percepción de los estudiantes frente al uso del recurso como apoyo al aprendizaje de los métodos de fabricación de nanoestructuras Bottom-up.

5.6.1 Contenido y aprendizaje (*Preguntas 1, 2, 3, 4 y 5*)

En la Pregunta 1, el 97,8 % de los estudiantes indicó que los contenidos del OVA fueron claros o muy claros. De manera consistente, en la Pregunta 2, el 96,6 % consideró que el recurso cubre adecuadamente los conceptos clave de los métodos de fabricación de nanoestructuras Bottom-up.

Respecto a la relación entre teoría y práctica, el 92,2 % de los encuestados manifestó en la Pregunta 3 que el OVA facilitó dicha conexión. Asimismo, en la Pregunta 4, el 92,2 % indicó que las actividades tipo quiz permitieron reforzar su comprensión de los temas abordados. Finalmente, el 96,6 % de los estudiantes señaló en la Pregunta 5 que la secuencia de los contenidos facilitó el aprendizaje.

5.6.2 Experiencia de uso e interactividad (*Preguntas 6, 7, 8, 9 y 10*)

En cuanto a la facilidad de uso, el 88,8 % de los estudiantes calificó la navegación del OVA como fácil o muy fácil en la Pregunta 6. En la Pregunta 7, el 91 % consideró que los elementos interactivos fueron intuitivos y fáciles de utilizar.

El diseño visual fue valorado positivamente por el 89,9 % de los encuestados en la Pregunta 8. Por su parte, en la Pregunta 9, el 95,5 % indicó que los recursos complementarios (diccionario, mapas y carpeta bibliográfica) contribuyeron a una mejor comprensión de los contenidos. En relación con la retroalimentación, el 92,2 % manifestó en la Pregunta 10 que esta fue clara y útil.

5.6.3 Valor global (*Preguntas 11, 12, 13, 15 y 16*)

El valor global del OVA fue evaluado de manera positiva por los estudiantes. En las Preguntas 11 y 16, más del 98 % de los encuestados manifestó que recomendaría el uso del OVA a otros estudiantes. En cuanto a la motivación, el 88,8 % indicó en las Preguntas 12 y 13 que el recurso los motivó total o significativamente a profundizar en los temas de la asignatura.

Finalmente, en la Pregunta 15, el 98,9 % de los estudiantes consideró que el OVA constituye una herramienta innovadora para reforzar los conceptos de Nanotecnología.

5.6.4 Percepción de los estudiantes (*Preguntas 14, 17 y 18*)

Las preguntas abiertas permitieron identificar la percepción general de los estudiantes. En la Pregunta 14, los participantes destacaron la interactividad, la narrativa, las ayudas disponibles y el diseño visual como los aspectos más valiosos del OVA. En la Pregunta 17, se resaltó el carácter dinámico del recurso y la posibilidad de repetir las actividades como elementos que enriquecieron la experiencia de aprendizaje.

Por su parte, las respuestas a la Pregunta 18 evidencian oportunidades de mejora relacionadas con ajustes en la navegación, la tipografía y la ampliación de algunos elementos narrativos.

6. Conclusiones

El desarrollo del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) permitió consolidar una herramienta pedagógica innovadora y pertinente para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los métodos de fabricación de nanoestructuras mediante el enfoque Bottom-up en la asignatura de Nanotecnología del programa de Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander. El recurso diseñado respondió a las necesidades académicas del curso y se articuló de manera coherente con la secuencia temática establecida por el docente durante el semestre, lo que favoreció su integración como complemento a las clases presenciales.

La estructuración del OVA a partir de una narrativa principal, en la cual el estudiante asume un rol protagónico y avanza a través de cinco misiones ambientadas en distintos contextos históricos y ficticios, permitió presentar los contenidos de forma progresiva, organizada y contextualizada. Esta estrategia narrativa facilitó la comprensión de los métodos, al integrar los conceptos teóricos dentro de situaciones significativas y visualmente atractivas.

La incorporación de recursos de apoyo permanentes, como ayudas bibliográficas, diccionario técnico y material complementario accesible durante todo el recorrido del OVA, facilitó la consulta autónoma de información y fortaleció la comprensión de los contenidos. Esta estrategia permitió que el estudiante contara con acompañamiento constante, favoreciendo la profundización conceptual y la resolución de dudas durante el desarrollo de las actividades.

Los resultados de la evaluación aplicada a los estudiantes evidenciaron una alta aceptación del OVA. Los altos porcentajes de valoración positiva reflejan que el recurso facilitó la comprensión de los contenidos, fortaleció la relación entre teoría y aplicación práctica, incrementó la motivación hacia el aprendizaje de la nanotecnología y fue percibido como una herramienta innovadora y recomendable para la asignatura.

Finalmente, se concluye que el OVA desarrollado constituye una estrategia pedagógica efectiva para la enseñanza de contenidos complejos en ingeniería, demostrando que la integración de recursos digitales, narrativa interactiva y gamificación puede enriquecer significativamente los procesos de enseñanza-aprendizaje.

7. Recomendaciones

Es recomendable seguir adelante con la actualización y expansión del Objeto Virtual de Aprendizaje, añadiendo nuevos contenidos que aborden diferentes enfoques de fabricación de nanoestructuras, como los métodos Top-down. Esto ayudará a enriquecer la formación integral de los estudiantes en la materia de Nanotecnología y a ampliar el alcance del recurso que se ha desarrollado.

Además, sería beneficioso fortalecer la narrativa del OVA al incluir nuevos escenarios, misiones o ramificaciones en la historia. Esto permitiría una mayor profundización conceptual y ofrecería una experiencia de aprendizaje más personalizada.

También se sugiere explorar la posibilidad de incorporar herramientas que sigan el progreso del estudiante, como registros de avance o análisis de desempeño en las actividades. Esto proporcionaría a los docentes información adicional para apoyar el proceso de evaluación formativa.

Por último, se recomienda considerar la replicabilidad de esta metodología de diseño para el desarrollo de otros Objetos Virtuales de Aprendizaje en las asignaturas del programa de Ingeniería Química, aprovechando la narrativa, la gamificación y la interactividad como estrategias didácticas para enseñar contenidos complejos.

Referencias bibliográficas

- Ahire, S. A., Bachhav, A. A., Pawar, T. B., Jagdale, B. S., Patil, A. V., & Koli, P. B. (2022). The Augmentation of nanotechnology era: A concise review on fundamental concepts of nanotechnology and applications in material science and technology. En *Results in Chemistry* (Vol. 4). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2022.100633>
- Arroba, MA (2021). Laboratorios virtuales en torno de aprendizaje de química orgánica, para el bachillerato ecuatoriano . ISRAEL.
<https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/rcui/article/view/456/414>
- Fleming, N. D., & Mills, C. (1992). Not another inventory, rather a catalyst for reflection. To Improve the Academy, 11, 137–155.
- Gonzales, A., Ramirez, M., & Vaiman, C. (2012). *Análisis de redes de estilos de aprendizaje en formación virtual de documentación*.
- Jorge Mario Olmedo Plata Marcela Georgina Gómez Zermeño María Manuela Pintor Chávez. (2013). Estrategias innovadoras en el aula: implementación de un objeto virtual de aprendizaje. Researchgate.net. https://www.researchgate.net/profile/Marcela-Gomez-Zermeño/publication/282877574_Estrategias_innovadoras_en_el_aula_implementacion_de_un_objeto_virtual_de_aprendizaje/links/56212e0d08ae93a5c927db8b/Estrategias-innovadoras-en-el-aula-implementacion-de-un-objeto-virtual-de-aprendizaje.pdf
- La Ingeniería Química, una visión de futuro . (s/f). Educa.co. Recuperado el 16 de enero de 2026, de <https://www.acofi.edu.co/noticias/la-ingenieria-quimica-una-vision-de-futuro/>

- Medina, JM, Medina, IIS, & Rojas, F. (2016). Uso de objetos virtuales de aprendizaje ovas como estrategia de enseñanza – aprendizaje inclusivo y complementario a los cursos teóricos – prácticos. *Revista Educación en Ingeniería* , 11 (22), 4–12. <https://doi.org/10.26507/REI.V11N22.602>
- Mendoza Uribe, G., & Rodríguez López, JL (2007). La nanociencia y la nanotecnología: una revolución en curso. Perfiles latinoamericanos: revista de la Sede Académica de México de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales , 14 (29), 161–186. <https://doi.org/10.18504/pl1429-161-2007>
- Morales Martín, LY, Gutiérrez Mendoza, L., & Ariza Nieves, LM (2016). Guía para el diseño de objetos virtuales de aprendizaje (OVA). Aplicación al proceso de enseñanza-aprendizaje del área bajo la curva de cálculo integral. *Revista científica General José María Córdova* , 14 (18), 127. <https://doi.org/10.21830/19006586.46>
- Nanotecnología. (s/f). Genoma.gov. Recuperado el 01 de enero de 2026, de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Nanotecnologia>
- Nanotecnología: los métodos para la obtención de nanopartículas.* (s. f.). Recuperado 13 de enero de 2026, de <https://ticnegocios.camaravalencia.com/industria/tendencias/nanotecnologia-top-down-y-bottom-up-que-significa/>
- Reinoza, NZH (2022). *Crecimiento de nanoestructuras de carbono y grafeno dopado mediante métodos ascendentes = Crecimiento de nanoestructuras de carbono e grafeno dopado mediante métodos ascendentes* . sn <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1254270>

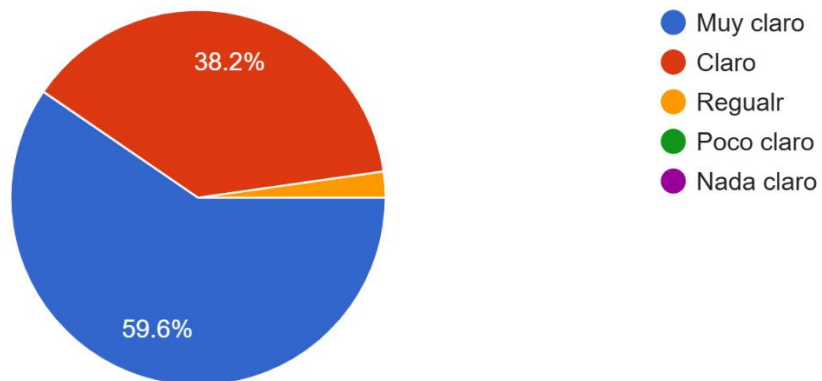
- Rojas, E. Á., Mendoza, AB, Duero, MJ, Aristizábal, SS, & López, ZC (2021). Usos de laboratorios virtuales para la enseñanza-aprendizaje de la química y física. *Tecné Episteme y Didaxis TED*, 651–656. <https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/15170>
- SánchezI, YM, CruzII, NC, FernándezIII, AMT, & MachadoIV, OJD (2009). La nanotecnología y sus posibilidades de aplicación en el campo científico-tecnológico . *Revista Cubana de Salud Pública*. 2009; 35(3). <http://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.scielo.org/pdf/rcsp/v35n3/spu06309.pdf>
- Sánchez A., (2021). Drivers and barriers to adopting gamification: Teachers' perspectives. *Electronic Journal of e-Learning*, 15(5), 434-443. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1158906.pdf>
- Terradez, M. (1988). *Los estilos de aprendizaje aplicados a la enseñanza del español como lengua extranjera*.
- Tovar G, IC (2014). Los objetos virtuales de aprendizaje y su impacto en la calidad del proceso de enseñanza en la educación virtual. *Revista Eduweb*, 8 (1), 113–126. <https://www.revistaeduweb.org/index.php/eduweb/article/view/136>
- Vista de Desafíos en la enseñanza de ingeniería en el siglo XXI. (s/f). Edu.co. Recuperado el 16 de enero de 2026, de <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/rcta/article/view/2416/5716>
- Zea, H. (2023). *DESAFÍOS EN LA ENSEÑANZA DE INGENIERÍA EN EL SIGLO XXI*.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2023). Índice de Brecha Digital 2023. <https://www.mintic.gov.co>

Apéndice

Apéndice A. Encuesta de valoración de la herramienta implementada

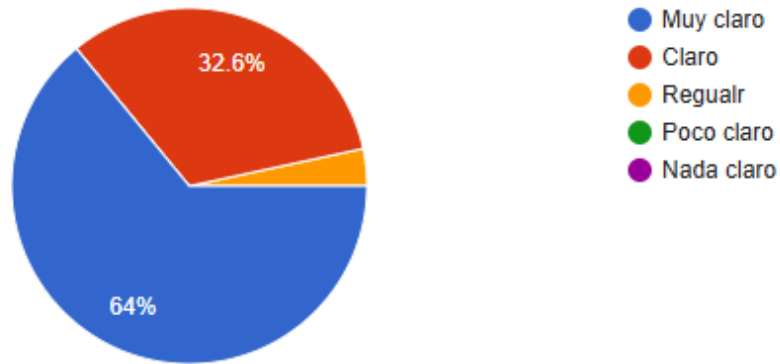
(Pregunta 1) ¿Considera que los temas de nanotecnología presentados en el OVA son claros y comprensibles?

| Opciones de respuesta | Muy claro | Claro | Regular | Poco claro | Nada claro |
|-----------------------|-----------|-------|---------|------------|------------|
| Número de estudiantes | 53 | 34 | 2 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 59.6% | 38.2% | 2.2% | 0% | 0% |



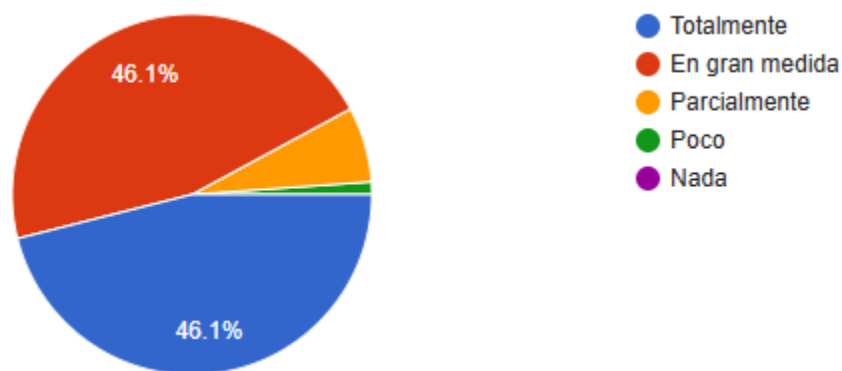
(Pregunta 2) ¿El contenido del OVA cubre los conceptos clave de los métodos de fabricación de nanoestructuras: Bottom-up?

| Opciones de respuesta | Muy claro | Claro | Regular | Poco claro | Nada claro |
|-----------------------|-----------|-------|---------|------------|------------|
| Número de estudiantes | 57 | 29 | 3 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 64% | 32.6% | 3.4% | 0% | 0% |



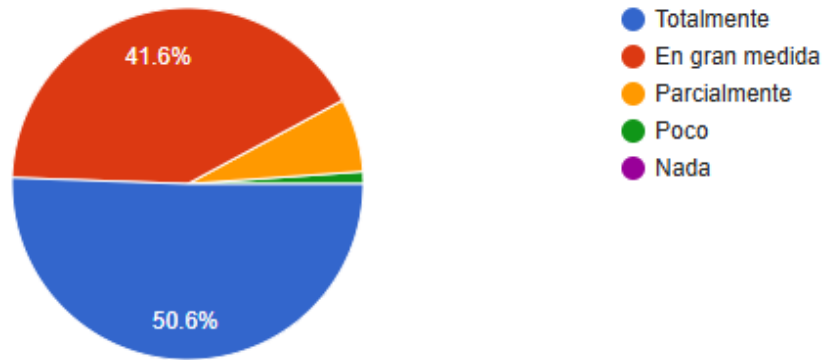
(Pregunta 3) ¿El OVA le ayudó a conectar los conceptos teóricos de métodos de fabricación de nanoestructuras Bottom-up, con aplicaciones prácticas?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 41 | 41 | 6 | 1 | 0 |
| Porcentaje | 46.1% | 46.1% | 6.7% | 1.1% | 0% |



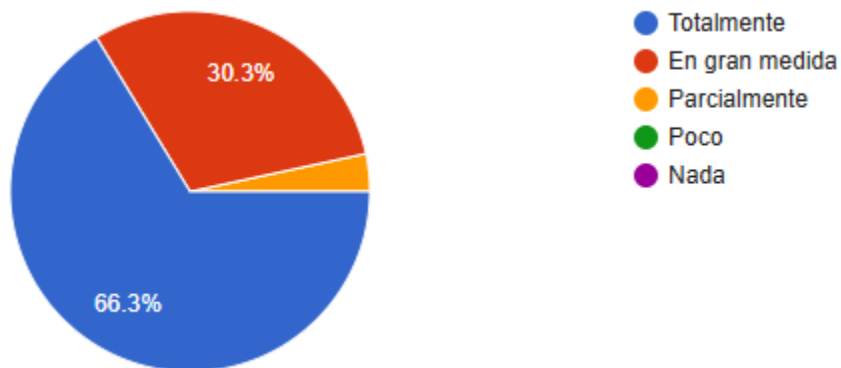
(Pregunta 4) ¿Las actividades evaluativas del OVA le permitieron reforzar su comprensión de los temas?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 45 | 37 | 6 | 1 | 0 |
| Porcentaje | 50.6% | 41.6% | 6.7% | 1.1% | 0% |



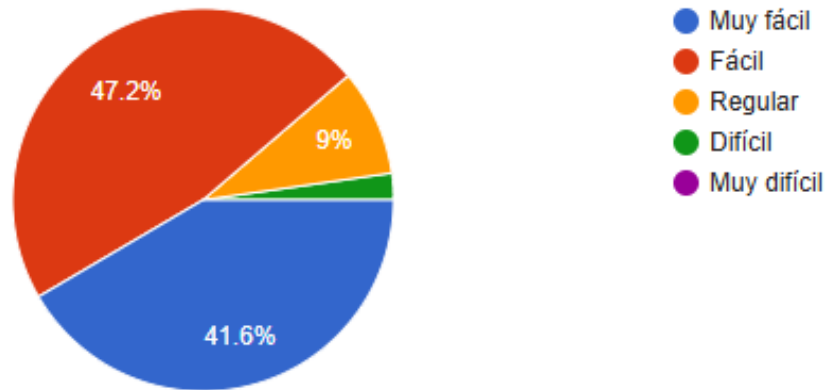
(Pregunta 5) ¿Consideras que el orden de los temas en el OVA sigue una secuencia lógica que facilita el aprendizaje?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 59 | 27 | 3 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 66.3% | 30.3% | 3.4% | 0% | 0% |



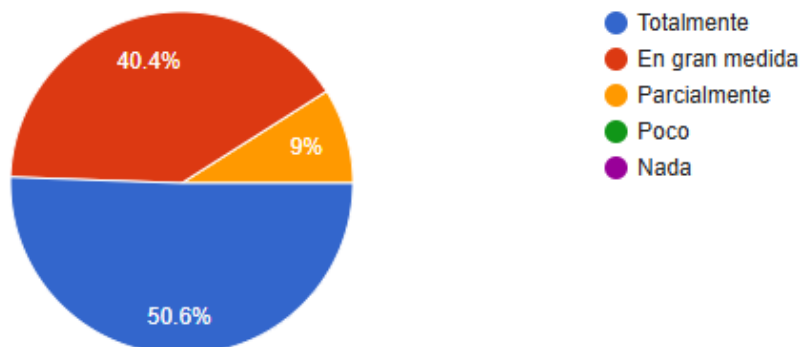
(Pregunta 6) ¿Cómo calificarías la facilidad de navegación dentro del OVA?

| Opciones de respuesta | Muy fácil | Fácil | Regular | Difícil | Muy difícil |
|-----------------------|-----------|-------|---------|---------|-------------|
| Número de estudiantes | 42 | 37 | 8 | 2 | 0 |
| Porcentaje | 47.2% | 41.6% | 9% | 2.2% | 0% |



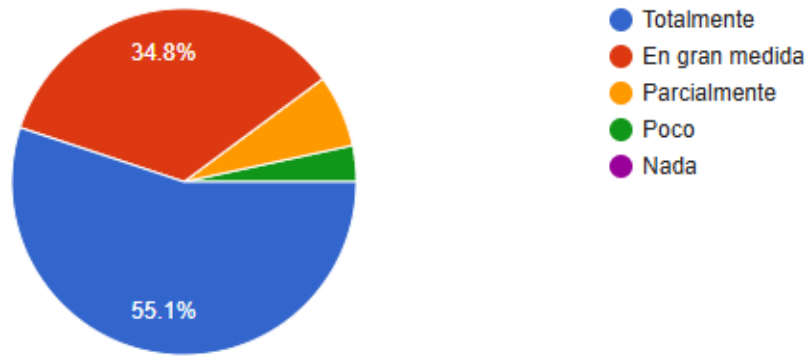
(Pregunta 7) ¿Los elementos interactivos como los botones, menús y animaciones del OVA son intuitivos y fáciles de usar?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 45 | 36 | 8 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 50.6% | 40.4% | 9% | 0% | 0% |



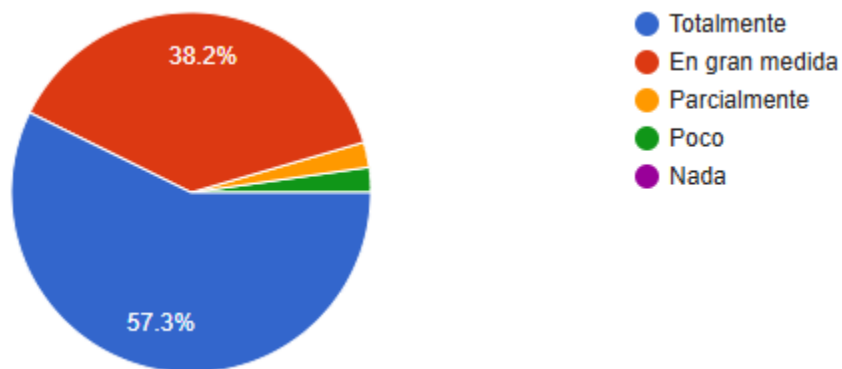
(Pregunta 8) ¿El diseño visual del OVA como son los colores, tipografías y gráficos son atractivos y apoya el aprendizaje?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 49 | 31 | 6 | 3 | 0 |
| Porcentaje | 55.1% | 34.8% | 6.7% | 3.4% | 0% |



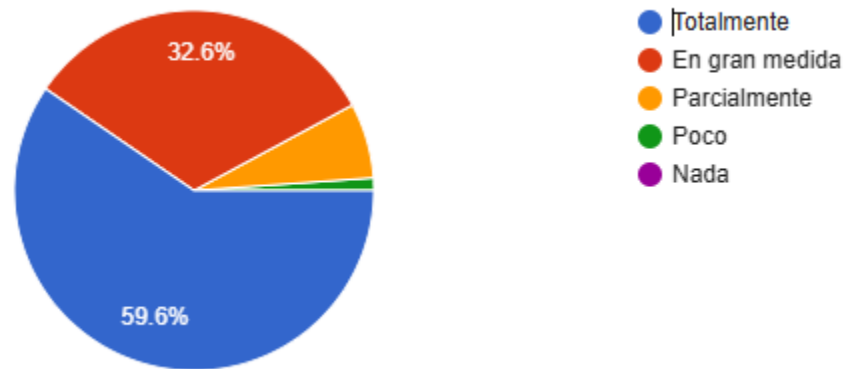
(Pregunta 9) ¿Los complementos interactivos del OVA como el diccionario técnico, los mapas mentales y la carpeta con la bibliografía te ayudaron a entender mejor los conceptos de Métodos de Fabricación de Nanoestructuras: Bottom-up?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 51 | 34 | 2 | 2 | 0 |
| Porcentaje | 57.3% | 38.2% | 2.2% | 2.2% | 0% |



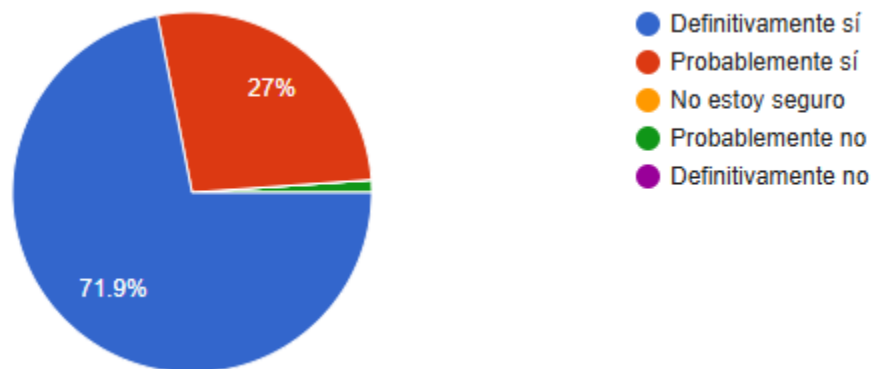
(Pregunta 10) ¿El OVA ofrece retroalimentación clara y útil en la explicación de cada una de las preguntas?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 53 | 29 | 6 | 1 | 0 |
| Porcentaje | 59.6% | 32.6% | 6.7% | 1.1% | 0% |



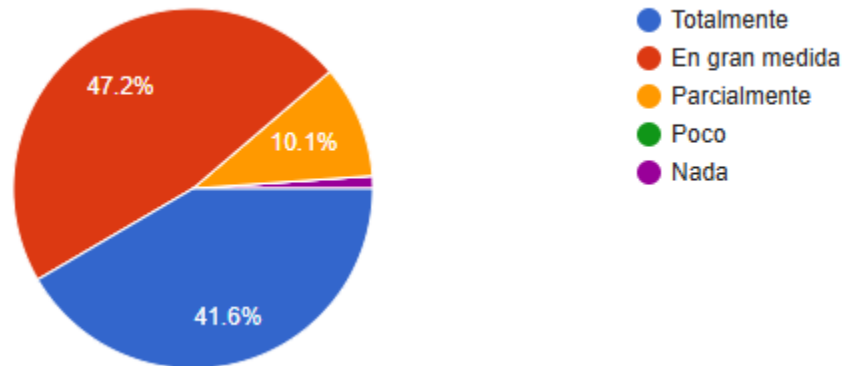
(Pregunta 11) ¿Recomendarías el uso del OVA a otros estudiantes de la asignatura de Nanotecnología?

| Opciones de respuesta | Definitivamente sí | Probablemente sí | No estoy seguro | Probablemente no | Definitivamente no |
|-----------------------|--------------------|------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| Número de estudiantes | 64 | 24 | 0 | 1 | 0 |
| Porcentaje | 71.9% | 27% | 0% | 1.1% | 0% |



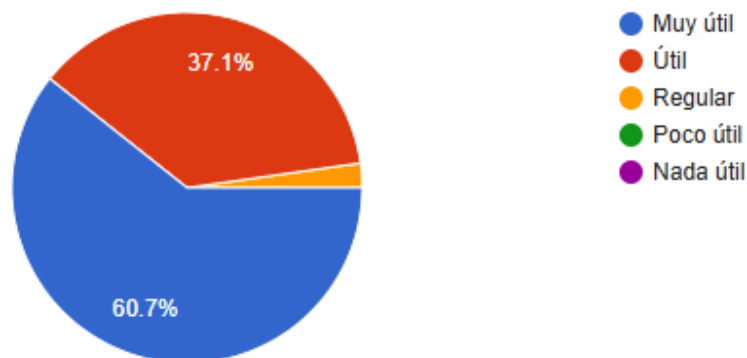
(Pregunta 12) ¿El OVA le motivó a profundizar en los temas de la materia de nanotecnología de manera autónoma?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 37 | 42 | 9 | 0 | 1 |
| Porcentaje | 41.6% | 47.2% | 10.1% | 0% | 1.1% |



(Pregunta 13) ¿Qué tan útil considera el OVA como herramienta complementaria para el aprendizaje de la asignatura de nanotecnología?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 37 | 42 | 9 | 0 | 1 |
| Porcentaje | 41.6% | 47.2% | 10.1% | 0% | 1.1% |



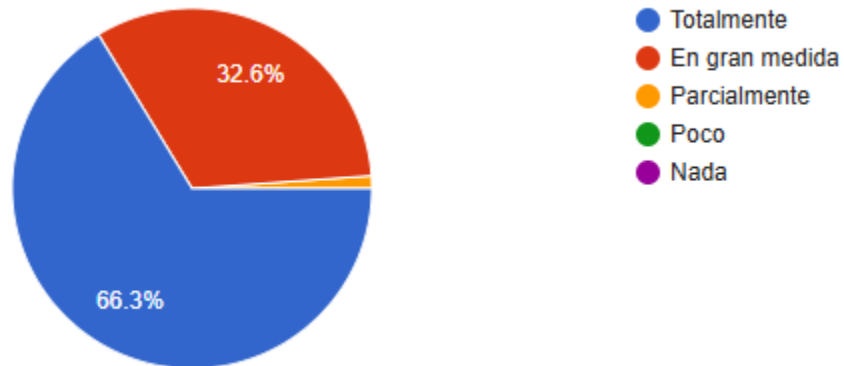
(Pregunta 14) ¿Qué aspectos podría resaltar del OVA que fueron relevantes y le ayudaron en el aprendizaje de los conceptos de la asignatura?

- CONCEPTOS
- Considero que un gran acierto que al final den el cuadro comparativo
- La parte interactiva ayuda mucho
- Las explicaciones a cada pregunta fueron muy relevantes.
- Que dio la comparación entre los diferentes métodos que permite tener más claridad entre los conceptos
- La manera en cómo explican los temas
- Se podría resaltar las ayudas o explicaciones que se tienen en las diferentes preguntas, lo cual hace que el aprendizaje sea mejor.
- La parte de explicaciones, fueron de mucha ayuda
- En la forma en la que enfrenta ciertos métodos como PVD y CVD o PLD y LBD
- Es innovadora para aprender los conceptos
- El aspecto de la explicación en cada pregunta permite un mejor entendimiento del tema
- La forma que explica de manera más práctica ayuda al entender los conceptos de la materia
- Las explicaciones de los métodos de fabricación en cada caso propuesto
- La versatilidad en el tipo de preguntas.
- La sección de abajo que da una pista sobre la respuesta. Una muy buena adición.
- Los videos.
- Que sea amigable a la vista
- Las preguntas interactivas y todo el material de apoyo.
- Información resumida

- El diseño es muy bonito, único La secuencia de información es precisa
- La integración de información para consultar e identificar con mejor claridad los temas
- La música, el diseño, la atracción visual que tiene
- Es interactivo y eso entretiene bastante, para los fanáticos de los juegos de historia este juego sería bastante chévere
- Que podía volver a repetir la pregunta hasta acertar, eso permite que yo reconozca las respuestas correctas y me ayude con el proceso de memorización
- Lo que me gusto del OVA es que no solo hacían preguntas teóricas, sino que mostraban ejemplos de materiales que se podían fabricar con las técnicas y daban lo que ayuda a comprender de una forma más específica las técnicas
- Preguntas en selección múltiple
- Me pareció muy útil que el OVA presentara los temas de forma visual e interactiva. Las actividades me ayudaron a entender mejor los conceptos y a aplicarlos de manera práctica, lo que hizo el aprendizaje más significativo. Me gustó mucho, otra manera de aprendizaje muy interesante.
- Que sea como tipo juego, eso suele llamar más la atención.
- Con las ayudas que tiene es una herramienta nos ayudar solucionar dudas
- La explicación que daban para la solución de cada ejercicio ayudaba mucho para poder solucionarlo. Además, me gusta el resumen que dan al final de cada tema, sirve para repasar de nuevo.
- El orden y la estructura de los temas y lo interactivo del juego
- El diccionario, muy útil, junto con la lupa de cada pregunta

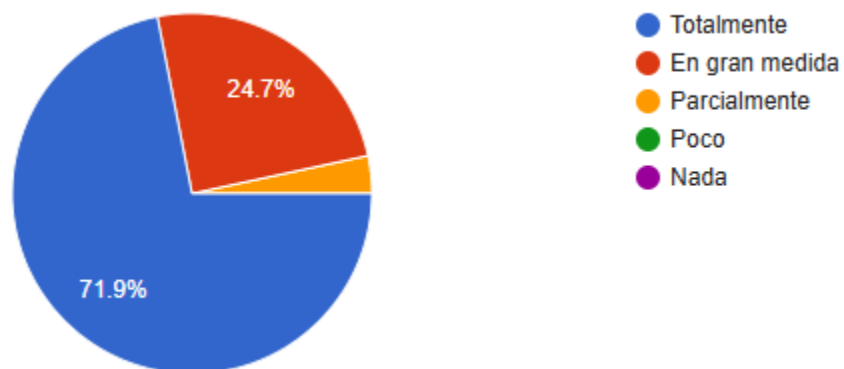
(Pregunta 15) ¿El OVA le pareció una herramienta innovadora para reforzar los conceptos de la asignatura?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 59 | 29 | 1 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 66.3% | 32.6% | 1.1% | 0% | 0% |



(Pregunta 16) ¿Recomendaría esta herramienta a otros compañeros de estudio?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 64 | 22 | 3 | 0 | 0 |
| Porcentaje | 71.9% | 24.7% | 3.4% | 0% | 0% |



(Pregunta 17) ¿Qué elementos del OVA disfrutaste más y por qué?

- La interfase
- La parte de la historia lo hace entretenido y hace que uno este más al pendiente
- Qué es interactivo.
- Las animaciones
- La temática, muy entretenida, un ambiente agradable.
- La sección de resolución de preguntas que me permite corregir la respuesta equivocada e identificar donde tengo falencias del tema
- Las preguntas de selección múltiple ya que si quedaba. Mal podíamos corregirlas y siento que esto es muy útil a la hora de estudiar
- La interacción de imágenes
- El número de intentos posibles
- La temática ciberpunk, la música los colores la forma en la que sonaban los botones
- Los gráficos, no lo hacía aburrido
- Disfruté mucho la historia porque genera una motivación por estudiar
- La manera de la interfaz
- Los botones interactivos, son fáciles de usar y es más dinámico
- Completar oraciones. Es una manera diferente de afianzar conceptos
- Presenta la información de manera interactiva, con la inmersión en la situación del personaje.
- Los videos y las explicaciones.
- Es una gran idea colocar una voz que te lea las cosas.
- Sonidos, gráficos

- La temática e introducción
- Los cuadros comparativos al final de cada prueba, es lo mejor para afianzar conocimientos
- La música y los elementos visuales
- Las animaciones y la practicidad de la información suministrada
- Visual, me llamo mucho la atención
- La animación porque soy fan de estilo clásico
- Llenar los pergaminos, siento que es muy interactivo
- La forma en realizar las preguntas, y las minis tarjetas de información que explicaban las respuestas.
- Las animaciones y la interacción con el entorno
- La creatividad de la presentación
- Lo que más disfruté de la ova fueron las animaciones y las ayudas que brindaba para entender el concepto. Hicieron que el aprendizaje fuera más entretenido y me ayudaron a entender mejor el contenido.
- Las imágenes, las ayudas, todo en general
- Las ayudas me ayudo a solucionar gran mayoría de respuestas
- La historia estuvo interesante, me gustó el diseño, el estilo videojuego me gustó mucho, se siente relajante estudiar así.
- Es fácil de jugar
- La lupa, me ayudo a aclarar la pregunta
- La estética ciberpunk es bastante llamativa y muy bien aplicada en esta ova.
- El hecho de que pareciese un juego porque me daban ganas de seguir jugándolo y el hecho de que te retroalimentación

- El diccionario y los libros
- La animación y que era interactivo
- La tipografía de la letra, las imágenes, la dinámica y mecánica del juego
- La interactividad
- La información que me brinda el juego
- Me gusto más completar las frases ya que así se conectan mejor los conocimientos
- La animación, porque no es aburrida y entretiene
- La animación, porque me ayuda a entretenerme mientras realizo la actividad
- Las preguntas donde se relacionaban aplicaciones prácticas y un video demostrativo de cada aplicación porque permitía entender como estas técnicas vistas de forma teórica dentro del aula son actualmente desarrolladas en muchas industrias
- La historia del juego que dio paso a la temática del curso. Eso lo hace más atractivo
- La música y la forma de preguntar
- Todos
- Las pistas, me aclaraban mas las dudas respecto a la pregunta
- Los visuales son llamativos al igual que el diseño de personajes y colores.
- El lector de texto
- Las ayudas
- Los elementos de información ya que sirven para estudiar
- Las explicaciones, porque aclaran dudas relacionadas.
- La interacción
- Que fuera un juego y la forma en la que se hicieron las preguntas

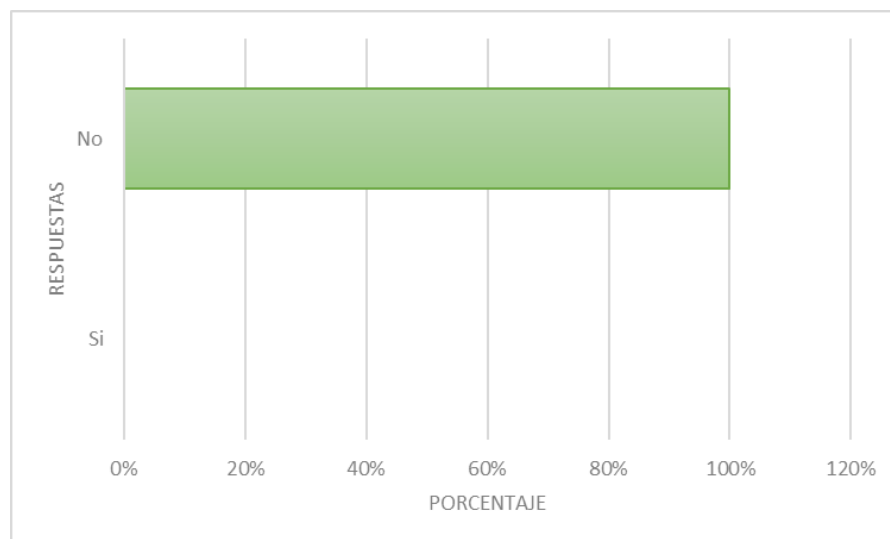
- El apartado gráfico es muy bueno. Los colores, los fondos y la tipografía son muy llamativos, los personajes tienen buenos diseños y el pixel art se ve bastante bien
- La facilidad de manejar el sistema y también como esta toda la información requerida para tener más conocimientos
- La parte artística y la parte en la que incluye videos
- Los acertijos y lo intuitivo que es
- Su manera interactiva para aprender
- La interfaz y la temática
- Los de verdadero y falso
- Parece un juego, pero al tiempo aprendo más de la asignatura
- Las explicaciones y videos fueron de gran ayuda para poder identificar el método
- La perspectiva de los aprendizajes
- Los colores
- Apenas apareció.
- Dar un pequeño resumen de los diferentes usos de bottom up
- Su facilidad
- Las comparaciones entre métodos. Me parece una gran herramienta para la rápida distinción.
- Diseño e historia, lo hace atrapante
- Los gráficos y la finalidad general con la que se interactúa.
- La ambientación y la función de audio
- La animación, en general la estética de la ova.
- Lo interactivo del juego

(Pregunta 18) ¿Qué aspectos del OVA recomendarías mejorar para versiones futuras?

- Imágenes interactivas de contexto para introducir al tema y preguntas
- Aumentar el tiempo para responder las preguntas, en mi opinión es un poco corto
- Tiempo de respuesta.
- No enviar y continuar. Solamente marcar respuesta y continuar, es más intuitivo de esa manera
- Tamaño de letra un poco más grande.
- Que den el porqué de la respuesta equivocada
- Más información en las definiciones de cada pregunta
- En la última parte cuando le das la explicación, después no te deja seleccionar la respuesta
- Que se adapte mejor la imagen en diferentes dispositivos
- Cuando aparecen los temas a tratar tienen el mismo recuadro del botón de next, además el botón de siguiente se puede confundir con el enviar en un primer acercamiento.
- Que la explicación de la respuesta fuera después de indicar la respuesta
- Tipografía
- Las respuestas se deducen a partir de la ayuda proporcionada, sería adecuado proporcionar esa ayuda después de responder la pregunta
- Un poco más de historia
- Las preguntas con más de una opción
- Música
- Que en las preguntas en las que tocaba seleccionar más de una opción deje la libertad de elegir una opción o que mencione algo como "debes elegir más de una opción"
- Que sea más fluido y rápido, siento que pasa muy lento el juego

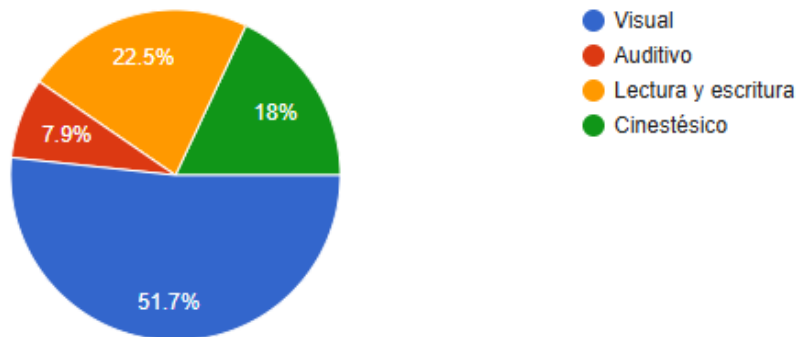
- Mas historia
- Que para que sea más retador, que se llegue a una nota final y se puedan repetir las que quedaron mal, para evitar saltarlas leyendo la ayuda
- Recomendaría agregar un video explicativo o algo más interactivo y animado, para que el aprendizaje sea más dinámico
- Que sea un tipo como niveles que se vayan completando e ir subiendo de nivel, como por ejemplo ir venciendo a un enemigo con el paso de las preguntas contestadas de manera correcta.
- Que la pestaña de explicación de la sección de videos se pudiera quitar una vez abierta.
- Quizás expandir un poco más en la historia.

(Pregunta 19) ¿Encontraste errores tipográficos, conceptuales o en las imágenes del OVA? Si es así, por favor descríbelos.



(Pregunta 20) Los estilos de aprendizaje comúnmente se categorizan en cuatro grupos principales según el modelo VARK. Cada persona tiene un estilo dominante, ¿cuál considera que es el suyo?

| Opciones de respuesta | Visual | Auditivo | Lectura y escritura | Cinestésico |
|-----------------------|--------|----------|---------------------|-------------|
| Número de estudiantes | 46 | 7 | 20 | 16 |
| Porcentaje | 51.7% | 7.9% | 22.5% | 18% |



(Pregunta 21) ¿Considera que este OVA contribuyó en su estilo de aprendizaje?

| Opciones de respuesta | Totalmente | En gran medida | Parcialmente | Poco | Nada |
|-----------------------|------------|----------------|--------------|------|------|
| Número de estudiantes | 41 | 41 | 6 | 1 | 0 |
| Porcentaje | 46.1% | 46.1% | 6.7% | 1.1% | 0% |

