

Objeto para el aprendizaje de prueba de hipótesis apoyado en resolución de problemas

Adriana Ascencio Escamilla ¹ 
Martha Elena Aguiar Barrera ² 

Resumen

En el campo de la educación estadística, las pruebas de hipótesis son un tema fundamental. Sin embargo, existen dificultades para el estudiantado en el aprendizaje de los conceptos y aplicación de este tema. Es por ello que se diseñó un Objeto Para el Aprendizaje (OPA) con el objetivo de apoyar la comprensión de los conceptos básicos de la prueba de hipótesis, a través de la resolución de un problema guía con apoyo de actividades interactivas. Dicho OPA permite que el alumnado conozca, comprenda y repase los elementos base para realizar una prueba de hipótesis, desde diferenciar entre tipos de hipótesis y pruebas hasta concluir adecuadamente según los resultados de una prueba y su visualización gráfica.

Palabras clave

OPA, Prueba de hipótesis, Resolución de problemas

¹ adriana.aescamilla@academicos.udg.mx
Universidad de Guadalajara

² martha.aguiar@academicos.udg.mx
Universidad de Guadalajara

Ascencio Escamilla, A., & Aguiar Barrera, M. E. (2025). Objeto para el aprendizaje de prueba de hipótesis apoyado en resolución de problemas. En C. M. Orozco Rodríguez, M. G. Vera Soria, A., M. S. García González, & A. Castañeda (Eds.), *Recursos Educativos en Abierto basados en Metodologías Activas para la Enseñanza de las Ciencias* (pp. 71–84). Editorial SOMIDEM. <https://doi.org/10.24844/SOMIDEM/S2/2025/02-05>

Introducción

Poder interpretar información estadística facilita la toma de decisiones en una sociedad basada en las tecnologías de la información (Contreras & Molina, 2019), de ahí la importancia de que los futuros profesionistas conozcan y puedan usar las diferentes herramientas estadísticas. Esta necesidad es mayor en las áreas de las ciencias exactas e ingenierías, donde se contemplan varios cursos por carrera que conllevan el uso de procesos de probabilidad y estadística.

El obtener y analizar datos es crucial para estas profesiones, pues requieren una comprensión sólida de los métodos estadísticos para obtener conclusiones confiables. La estadística inferencial, en particular, permite extrapolar resultados de una muestra a una población más amplia, aumentando así el alcance y la aplicabilidad de los hallazgos (Naskar & Das, 2018). Específicamente, “las pruebas de hipótesis constituyen un dominio importante de la estadística inferencial [...] una pregunta de investigación específica conduce a la formulación de una hipótesis de investigación que se pone a prueba para extraer una inferencia estadística” (Balasundaram, 2022, p. 866), y son una herramienta importante para tomar decisiones basadas en evidencias.

Surge entonces la necesidad de crear recursos que apoyen el aprendizaje en diferentes modalidades. En este capítulo se expone el proceso del modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación) y las conclusiones de la construcción de un OPA para el aprendizaje de la prueba de hipótesis a nivel licenciatura en diferentes modalidades.

Construcción del OPA de acuerdo con el modelo ADDIE

El modelo ADDIE es un marco ampliamente reconocido y utilizado en el diseño instruccional y en el desarrollo de recursos educativos. Consta de cinco fases clave, cada una de las cuales sirve a un propósito específico: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. Cada fase se interrelaciona y retroalimenta, permitiendo ajustes y mejoras continuas en el proceso educativo. La fase de análisis implica identificar las necesidades de los aprendices y los objetivos del curso, mientras que el diseño se centra en la creación de estrategias de enseñanza efectivas. La fase de desarrollo se ocupa de la creación de los materiales y recursos necesarios, seguido por la implementación, donde se lleva a cabo la actividad, o las actividades, con el público al que va dirigido. Finalmente, la evaluación permite medir la efectividad del aprendizaje y realizar ajustes para futuras iteraciones (Branch, 2009).

Análisis

Por su importancia, el tema de prueba de hipótesis suele ser estudiado en los cursos introductorios de probabilidad y estadística (Garfield et al.,

2012). Sin embargo, son diversos los errores y dificultades que se han identificado en su enseñanza-aprendizaje. De acuerdo con Peskun (1987, citado en Batanero et al., 1994) hay cuatro factores relevantes:

La determinación de la hipótesis nula H_0 y la hipótesis alternativa H_1 ; la distinción entre los errores Tipo I y Tipo II; la comprensión del propósito y uso de las curvas características operativas o curvas de potencia; y la comprensión de la terminología empleada al establecer la decisión (p. 13).

Estas dificultades pueden enfrentarse con el diseño de cursos en los que se dé prioridad a entender una problemática y utilizar los conceptos de probabilidad y estadística para su resolución, más que ejecutar fórmulas en función de ejercicios diseñados para este fin (Lesh, 2010). Se busca fomentar el aprendizaje a través de la colaboración y la motivación para resolver una problemática de interés para el estudiantado, acompañado de herramientas tecnológicas como los objetos para el aprendizaje (OPA) que les permitan identificar y corregir errores, explorar conceptos y autorregular su aprendizaje (Castilho et al., 2022; Kilpatrick & Quinn, 2009).

Considerando lo anterior se ha diseñado un OPA donde se involucra la resolución de una problemática titulada “Construcción sustentable”, que trabaja con pruebas de resistencia a distintos tipos de cemento. Se utilizan diversas fases (que se explicarán más adelante) que orientan al estudiantado en el proceso de aprendizaje del tema de prueba de hipótesis para resolver dicha problemática. Los conceptos que aborda el empleo de este OPA son aquellos relacionados a las dificultades señaladas previamente, y que guían el proceso a seguir para la resolución de una prueba de hipótesis:

A. Hipótesis

- a. Formulación de hipótesis y planteamiento de hipótesis estadísticas
- b. El papel de las medias muestrales en una prueba de hipótesis

B. Expresión gráfica

- a. Valor crítico y estadístico t
- b. Significancia: Alfa y valor p

El OPA está dirigido al estudiantado de las asignaturas de Probabilidad y Estadística, Estadística o similares de nivel licenciatura, donde sea necesario aprender o repasar el tema de prueba de hipótesis. Se espera que dicho estudiantado provenga principalmente del campo de la ingeniería civil, dada la naturaleza del tema abordado en el OPA. El estudiantado con formación en ciencias exactas e ingenierías también puede hacer uso de este recurso, siempre y cuando tengan los conocimientos previos necesarios para la comprensión de prueba de hipótesis (estadística descriptiva, reglas de probabilidad y distribuciones de probabilidad), además de habilidades como el manejo de lenguaje estadístico, capacidad de análisis y argumentación, y el uso básico de tecnologías de información y comunicación.

Aunque este OPA puede ser empleado de manera cien por ciento presencial, cien por ciento virtual, o híbrida, se sugiere que este sea utilizado de forma híbrida, combinando actividades individuales con actividades en equipo (de tres o cinco integrantes) y con actividades grupales (presentación y debate de todo el grupo y profesor/a). El OPA se ve como una herramienta de apoyo, tanto para las actividades individuales como grupales, las cuales están claramente señaladas. Dichas actividades no son evaluativas, ya que el principal objetivo de este OPA es el aprendizaje o repaso del tema de prueba de hipótesis y no su evaluación.

Hay que considerar que la duración de sesiones y/o número de sesiones en que pueda implementarse la actividad dependerá de la modalidad por la que se opte. Es importante considerar que el recurso puede utilizarse con distintos objetivos, tales como aprendizaje del tema de prueba de hipótesis —cuando se trata de un tema nuevo—, como apoyo para repasar el tema al final del curso, o como introducción o diagnóstico al inicio de un curso posterior al de Probabilidad y Estadística. Por ejemplo, en el de Diseño de Experimentos es necesario comprender los conceptos básicos de una prueba de hipótesis para introducir a los temas de ANOVA (análisis de varianza).

Diseño

El objetivo del OPA es apoyar la comprensión de los conceptos básicos de prueba de hipótesis a través de la resolución de un problema guía con apoyo de actividades interactivas, que incluyen juegos didácticos, applets de GeoGebra, videos, información escrita, audios y autoevaluaciones.

Como se mencionó anteriormente, el OPA puede utilizarse de forma flexible de acuerdo con las necesidades de quien lo implemente. Sin embargo, en este reporte el uso del OPA es guiado a través del aprendizaje basado en problemas, para lo cual se diseñaron actividades que orientan al alumnado en el proceso de aprendizaje mediante la resolución de un problema con diversas intervenciones colaborativas (Restrepo, 2005).

Debido a la diversidad del estudiantado en entornos educativos, este OPA fue diseñado utilizando el enfoque DUA (Diseño Universal para el Aprendizaje), el cual reconoce la singularidad del cerebro de cada individuo, destacando las diferencias en ritmos, procesos, necesidades, motivaciones y capacidades en el aprendizaje. Asimismo, se promueve la idea de crear entornos educativos que eliminen las barreras para los alumnos diversos, asegurando así que el aprendizaje sea accesible para todos (Irmansyah et al., 2017; Muñoz-Lopez et al., 2022; Ferrer-Escartín, 2022; Calegari et al., 2014).

De acuerdo con Ferrer-Escartín (2022), el DUA tiene tres fundamentos:

1. Relacionada con la motivación y el interés en el aprendizaje a través de las redes cerebrales afectivas localizadas en el lóbulo límbico. Estas

redes gestionan emociones y valores, esenciales para el ‘porqué’ aprendemos.

2. Representación (comprensión). Destaca la importancia de cómo se percibe y trata la información para el aprendizaje, utilizando las redes neuronales de la parte posterior del cerebro. Estas redes te dan la identificación y manipulación de la información (el “qué” aprendemos) mediante patrones de reconocimiento.
3. Acción y expresión. Se centra en el “cómo” del aprendizaje, implicando las redes estratégicas del cerebro localizadas en los lóbulos frontales. Estas redes son fundamentales para organizar acciones y expresiones de aprendizaje, lo que permite la personalización de metas y pasos a seguir (p. 13).

En la Tabla 1 se describe cada sección del OPA, el objetivo educativo para el que se diseñó, el recurso de eXeLearning que se utilizó para lograr dicho objetivo y el principio DUA en el que se fundamentaron las actividades de la cada sección.

Tabla 1
Diseño del OPA

Sección del OPA	Objetivo educativo	Recurso de eXeLearning	DUA
Presentación	Comprender el propósito del OPA, los contenidos temáticos que se abordarán y las indicaciones generales para su implementación y seguimiento	DUA Objetivos DUA Texto DUA Orientaciones	Implicación
Conocimientos previos	Reflexionar sobre los conocimientos previos que se tienen de los conceptos básicos de prueba de hipótesis, mediante la resolución de una evaluación diagnóstica	Juego selecciona	Expresión
Problema	Motivar al estudiantado en la resolución de una problemática relacionada con su área de estudio para conectar con los conocimientos previos que se tienen	DUA Reflexiona DUA Tarea DUA Trabaja en equipo DUA Mediación	Comprensión Expresión
Hipótesis	Repasar los conceptos de parámetro, estadístico, población y muestra para mejorar la comprensión del tema de prueba de hipótesis	DUA Conocimiento previo Juego sopa de letras	Comprensión
Tipos de hipótesis en una prueba	Identificar los tipos de hipótesis y los tipos de pruebas de hipótesis, mediante la lectura y comprensión de su conceptualización Entender el planteamiento de hipótesis estadísticas a partir de enunciados, utilizando ejemplos para facilitar su comprensión	DUA Conocimiento previo DUA Ejemplo	Comprensión
<i><u>Tipos de pruebas de hipótesis</u></i>	Identificar si se han comprendido los conceptos de los tipos de hipótesis y su representación simbólica, así como de los tipos de pruebas de hipótesis, mediante la resolución de una actividad interactiva	Actividad interactiva de GeoGebra Juego de ahorcado	Expresión

Tabla 1 (Continúa)*Diseño del OPA*

Papel de la media en una prueba de hipótesis	Conocer el papel de la media poblacional, la media y la varianza muestrales en una prueba de hipótesis, en los distintos tipos de pruebas	DUA Conocimiento previo	Comprensión
<i>Prueba bilateral</i>	Identificar el papel de la media muestral en una prueba de hipótesis bilateral, así como su implicación en las conclusiones de la prueba, mediante la resolución de una actividad interactiva	Actividades interactivas: GeoGebra Pregunta de opción múltiple	Expresión
<i>Prueba unilateral</i>	Identificar el papel de la media muestral en una prueba de hipótesis unilateral, así como su implicación en las conclusiones de la prueba, mediante la resolución de una actividad interactiva	Actividades interactivas: GeoGebra Pregunta verdadero-falso	Expresión
Expresión gráfica	Conocer y comprender los conceptos de estadístico de prueba, valor crítico, región de rechazo, región de aceptación y criterio de rechazo en una prueba de hipótesis	DUA Conocimiento previo	Comprensión
Valor crítico y estadístico t	Conocer los conceptos y las fórmulas de estadístico de prueba para una prueba de hipótesis de una media y diferencia de medias con distintos supuestos	DUA Conocimiento previo	Comprensión
<i>Prueba bilateral</i>	Identificar la relación del estadístico de prueba con los otros elementos de una prueba de hipótesis bilateral	Actividad interactiva GeoGebra Juego Adivina	Expresión
<i>Prueba unilateral</i>	Identificar la relación del estadístico de prueba con los otros elementos de una prueba de hipótesis unilateral	Actividad interactiva GeoGebra Juego Adivina	Expresión
Significancia definida y significancia observada	Comprender los conceptos de significancia definida y significancia observada	DUA Conocimiento previo	Comprensión
<i>Significancia observada: Valor p</i>	Comprender el concepto e importancia del valor p	Actividad Vídeo interactivo	Expresión
<i>Significancia definida: alfa</i>	Comprender la diferencia entre los distintos tipos de significancia en una prueba de hipótesis	Actividades interactivas: GeoGebra Rellenar huecos	Expresión
Autoevaluación	Identificar si se han comprendido los conceptos básicos de las pruebas de hipótesis, así como su implementación en la resolución de una problemática del área de estudio del alumno, mediante una autoevaluación	DUA Texto Otros contenidos / Sitio web externo Actividad interactiva GeoGebra	Expresión
Resolución del problema	Resolver una problemática aplicando los conocimientos adquiridos sobre prueba de hipótesis en el OPA, de manera colaborativa	DUA Reflexiona DUA Trabaja en equipo DUA Mediación	Comprensión Expresión
Evaluación del OPA	Identificar el aprendizaje obtenido por los estudiantes con ayuda de las actividades del OPA	Otros contenidos / Sitio web externo	Expresión

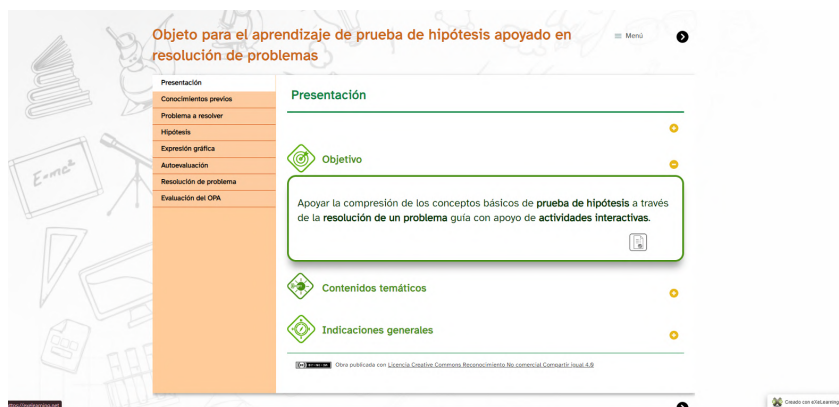
Desarrollo

Como se mencionó anteriormente, la base del OPA es un problema relacionado con la profesión de ingeniería civil. Trata sobre el uso de concreto puzolánico para la construcción de viviendas económicas y ecológicas. Los datos fueron generados con números aleatorios, pero ajustados a las pruebas de compresión de concreto. Lo anterior permitió generar un ambiente cercano a la realidad profesional del estudiantado (Restrepo, 2005).

El OPA fue creado en la plataforma eXeLearnig (versión 2.9) e inicia con una presentación donde se incluye el objetivo, los contenidos temáticos y las indicaciones generales (ver Figura 1).

Figura 1

Presentación del OPA



El siguiente apartado es una evaluación diagnóstica para identificar si existe diversidad en los conocimientos previos del alumnado (Labrador y Andreu, 2008), con el fin de tomarlos en consideración en las diferentes participaciones. Esta evaluación diagnóstica también permite al estudiantado reflexionar sobre sus propios conocimientos base del tema.

En el tercer apartado se presenta el problema acompañado de artículos que lo contextualizan (ver Figura 2). La resolución del problema en este momento servirá al estudiantado para identificar qué estadísticos se utilizan y reflexionar por qué no son suficientes. Con esto se genera la necesidad de un nuevo conocimiento (Labrador y Andreu, 2008), como es la prueba de hipótesis.

El resto de los apartados son los temas relacionados con la prueba de hipótesis. Para cada uno de ellos se presenta una sección con explicación de conceptos básicos (ver Figura 3), además de que se diseñó un applet en GeoGebra y una actividad interactiva ligada al applet (ver Figura 4).

En la Figura 5 se muestra el enlace para acceder al OPA.

Figura 2

Problema a resolver en el OPA

Construcción sustentable

La Ingeniera Citlali dueña de la empresa Cora ha decidido utilizar concreto como una forma de mejorar la resistencia de los materiales de construcción de viviendas.

Para tomar la decisión tiene las pruebas de compresión de dos empresas, una que le ofrece el cemento portland puzolánico (CPP) y la otra el cemento portland ordinario (CPO). Los datos de cada muestra se encuentran en la Tabla 1.

¿Cuál cemento portland recomendarías y por qué?

Figura 3

Sección del OPA de conceptos básicos de hipótesis estadística

Objeto para el aprendizaje de prueba de hipótesis apoyado en resolución de problemas

Tipos de hipótesis en una prueba

Conceptos

Hipótesis nula

Comúnmente se plantea como una igualdad, lo cual facilita el tener una distribución de probabilidad de referencia específica.

Hipótesis nula para una media	Hipótesis nula para diferencia de medias
$H_0 : \mu = \mu_0$	$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

Figura 4

Sección del applet de GeoGebra y actividad interactiva de sobre hipótesis estadística

Objeto para el aprendizaje de prueba de hipótesis apoyado en resolución de problemas

Tipos de pruebas de hipótesis

Actividad interactiva de GeoGebra

Indicaciones

- Selecciona las distintas hipótesis que se ofrecen en el applet de GeoGebra.
- Observa con atención que aparecen los resultados.
- Comienza la actividad de análisis.
- No te preocupes si te equivocaste, al final aparecerá el concreto correcto.

Selecciona la hipótesis para comparar la resistencia a la compresión según el tipo de cemento y observa lo que sucede.

¿Resistencia?

Comparamos resistencia en kg/cm²?

Resultados:

- $\mu = 10.0$
- $\sigma = 1.0$
- $\mu_1 = 10.0$
- $\mu_2 = 10.0$
- $\mu_1 - \mu_2 = 0.0$
- $\mu_1 - \mu_2 = 0.0$

Actividad interactiva de GeoGebra

- Tipo de hipótesis que se pueden seleccionar al dar clic en los cuadros.
- Prueba de hipótesis que pueden compararse al seleccionar la primera opción.
- Al seleccionar la primera opción se habilita el segundo de una ... entre la media de compresión del CPP y del CPO.
- Prueba de hipótesis que pueden compararse al seleccionar la segunda o la tercera opción.
- Si la segunda opción se cumple, podemos afirmar que la media de compresión del CPP es ... que la del CPO.
- Si la tercera opción se cumple, podemos afirmar que la media de compresión del CPP es ... que la del CPO.

Otra palabra Reiniciar

Letras seleccionadas: a l o v z B f f i e r n

Palabra 1: alternat_i_s

Palabras disponibles: a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

Total	Correcto	Incorrecto
0	0	0
Palabras	-	-

Figura 5*Portada del OPA*

Adriana Ascencio Escamilla
Martha Elena Aguiar Barrera

**OBJETO PARA EL APRENDIZAJE DE PRUEBA DE
HIPÓTESIS APOYADO EN RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS**

Las actividades propuestas guían al estudiante en el proceso de aprendizaje mediante la resolución de una problemática con diversas intervenciones colaborativas. La metodología a desarrollar será el aprendizaje basado en problemas (ABP), en donde el proceso de aprendizaje estará guiado por el problema denominado Construcción sustentable (Restrepo, 2005). Para lo cual se diseña un REA en donde el estudiantado participará a través de una serie de actividades de tres formas distintas: individual, en equipo y exposición en clase. Cada una de las cuales tiene diferentes momentos, en donde el eje rector será la forma de acercamiento al problema.

Nota. https://depmate.cucei.udg.mx/REA_Prueba_hipotesis

A continuación se detalla el proceso de distribución de los materiales elaborados mediante la descripción de la primera implementación realizada al estudiantado objetivo.

Implementación

Una primera implementación permitió realizar una evaluación sobre la efectividad del OPA para propiciar el aprendizaje desde una modalidad virtual. Como resultado, se realizaron cambios que se detallan más adelante en la Tabla 3. Enseguida se describe el contexto y las condiciones donde se llevó a cabo.

La implementación del OPA se realizó al estudiantado de uno de los grupos de la asignatura de Diseño de Experimentos del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara (UDG), durante el ciclo escolar 2024A. Dicho grupo tiene un total de 35 estudiantes, 33 de los cuales están cursando Ingeniería Química (INQU), y dos la Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo (LQFB).

De acuerdo con la maya curricular, dicha asignatura es cursada de manera virtual y asincrónica por el estudiantado de 7mo semestre de INQU y de 3er semestre de LQFB, uno o dos semestres después de haber cursado Probabilidad y Estadística, y Bioestadística, respectivamente. Por lo anterior, se supone que ya es de conocimiento del alumnado el tema de Prueba de hipótesis, así que las actividades correspondientes se llevaron a cabo como repaso para introducir conceptos básicos y trasladar conocimientos al tema de ANOVA.

Las indicaciones y enlaces a las actividades que se realizaron se proporcionaron por medio de la plataforma Google Classroom. Asimismo, se empleó Google Meet para grabar videos de los procesos y soluciones realizados en equipo. Se usó la herramienta Padlet para hacer foros, compartir los videos y poder comentar e interactuar en grupo.

En la Tabla 2 se detallan las actividades, evidencias entregadas por el estudiantado y las fechas en las que se implementó. Como puede observarse,

y debido a que las actividades se realizan de manera virtual asincrónica, se dedicaron dos semanas en total para este fin. La primera semana se designa para diagnosticar los conocimientos previos del estudiantado, así como para tener una primera aproximación a la resolución de la problemática de manera individual, en equipo y grupal. La segunda semana se utiliza para resolver las actividades del OPA y el problema con los conocimientos repasados en él, primero en equipo y después de manera grupal.

Resultados de la implementación

Al finalizar la implementación, el estudiantado respondió una encuesta para evaluar el OPA. Es evidente que la mayor parte del alumnado considera que este recurso educativo fue de ayuda en la resolución de dudas de los conceptos y aplicación de prueba de hipótesis, principalmente respecto a la formulación y transformación de hipótesis, los elementos a comparar para tomar una decisión y los criterios de rechazo y aceptación en una prueba de hipótesis (ver Figura 7).

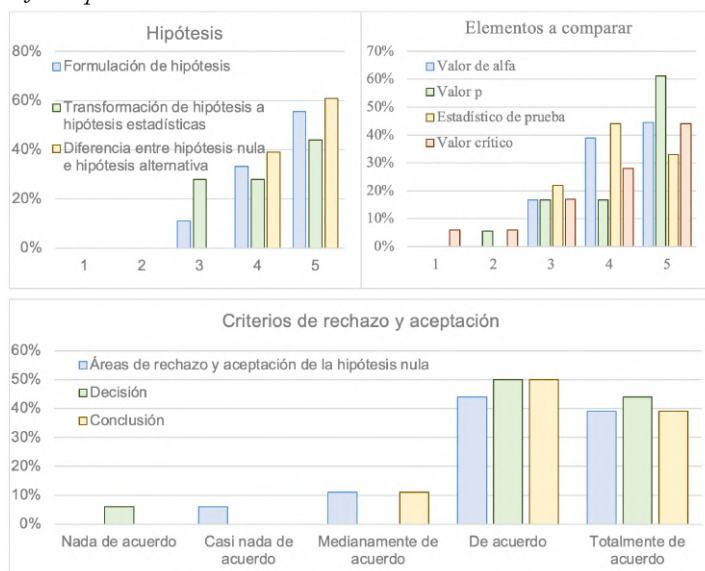
Tabla 2
Descripción de la implementación del OPA

Actividad	Descripción	Evidencia de actividad	Duración
Conocimientos previos - Individual	Solución Individual del problema Construcción sustentable, sin presentar el OPA.	PDF o Excel con los procedimientos realizados	3 días (23 a 25 de enero)
Conocimientos previos - Equipo	Solución en equipos de cinco integrantes del problema Construcción sustentable, sin presentar el OPA.	Vídeo(s) con el proceso realizado en equipo	3 días (26 a 28 de enero)
Conocimientos previos - Foro	Presentación en vídeos de la solución preliminar acordada en equipo.	Vídeo con la solución preliminar en equipo	2 días (28 y 29 de enero)
	Foro para complementar procesos.	Participación en foro sobre las soluciones de otros equipos	
Repaso de prueba de hipótesis - Equipo	Solución de actividades del OPA.	Vídeo(s) con el proceso realizado en equipo	5 días (30 de enero a 3 de febrero)
	Solución en equipo del problema Construcción sustentable, de acuerdo con lo visto en el OPA.	Vídeo(s) con el proceso realizado en equipo	
Repaso de prueba de hipótesis - Foro	Presentación en vídeo de la solución a la que se llegó en el equipo.	Vídeo con la solución final en equipo	4 días (2 a 5 de febrero)
	Foro para complementar procesos y llegar a un consenso grupal de la solución del problema con prueba de hipótesis.	Participación en foro sobre las soluciones de otros equipos y consenso sobre la solución que involucra la realización de una prueba de hipótesis	

En cuanto a la modalidad de implementación (virtual asincrónica), si bien los foros son una opción válida para la interacción alumno-profesor y entre pares, la comunicación puede verse limitada. Algunos estudiantes podrían no comprometerse plenamente a ver los videos de presentación de sus compañeros, o podrían comentar únicamente por cortesía, con frases como "me gustó su trabajo" o "estoy de acuerdo", aun cuando la solución presentada no sea correcta o difiera significativamente de la propia. Para mitigar este riesgo, se podría implementar una validación de revisión, con preguntas detonadoras sobre el proceso de sus compañeros, que asegure que el estudiante vea los videos y realice comentarios sobre el proceso observado antes de avanzar en las actividades. Finalmente, aunque el recurso educativo es de acceso abierto, en caso de ser utilizado dentro del contexto de un curso formal se recomienda que ciertas actividades, como la retroalimentación de videos o la presentación de los procesos en grupo, se realicen en sesiones presenciales o en un entorno virtual sincrónico, esto con el fin de promover una participación e interacción más efectiva.

Figura 7

Porcentaje de opinión de resolución de dudas del estudiantado



Evaluación

El empleo del OPA permitió que el estudiantado reforzara el aprendizaje sobre los conceptos básicos de prueba de hipótesis, así como su aplicación en la resolución de una problemática relacionada a su área de estudio. Sin embargo, el OPA presentaba algunos conflictos de visibilidad y de manejo interactivo, por lo que tuvo que pasar por una evaluación por pares.

Evaluación por pares

En la Tabla 3 se resumen los cambios realizados en las secciones correspondientes del OPA a raíz de la evaluación por pares. Estos cambios fueron principalmente en cuestiones de diseño en los applets de GeoGebra, visibilidad de retroalimentaciones y preguntas que se realizaría al estudiantado en la evaluación del OPA.

Tabla 3
Cambios al OPA debido a la evaluación por pares

Sección del OPA	Cambios realizados
Presentación	Se modificó la redacción del objetivo del OPA
Hipótesis	Se agregó retroalimentación en el juego de sopa de letras
<i>Tipos de pruebas de hipótesis</i>	Se modificó el applet para que tenga una mejor visibilidad y manejo interactivo Se modificó el diseño del cuestionario para que fuera visible la retroalimentación
<i>Prueba bilateral</i>	Se modificó el applet para que tenga una mejor visibilidad y sea más interactivo
<i>Prueba unilateral</i>	Se modificó el applet para que tenga una mejor visibilidad y sea más interactivo
<i>Prueba bilateral</i>	Se modificó el applet para que tenga una mejor visibilidad y sea más interactivo
<i>Prueba unilateral</i>	Se modificó el applet para que tenga una mejor visibilidad y sea más interactivo
<i>Significancia definida: alfa</i>	Se modificó el applet para que tenga una mejor visibilidad y sea más interactivo
Evaluación del OPA	Se agregaron algunas preguntas para conocer la opinión del estudiantado sobre la funcionalidad del OPA

Conclusiones

Debido a las necesidades actuales de aprendizaje y considerando distintos contextos, neurodiversidades y capacidades en el estudiantado, es importante explorar y generar nuevos recursos educativos que resuelvan problemáticas específicas. El diseño del REA y el OPA que considera el enfoque DUA permite que este tipo de diseño se contemple como una posibilidad en la actualidad. De manera específica, la realización de las actividades de este OPA apoya al aprendizaje del tema de prueba de hipótesis, y gracias a la visualización gráfica de conceptos, este aprendizaje puede tener mayor significancia para el estudiantado.

El hecho de que el OPA incluya diversas actividades interactivas con un diseño atractivo está ligado a la motivación de su uso por parte del alumnado, ya que, tal como se mencionó anteriormente, la implicación es el primer fundamento del DUA, y en él se involucran las redes cerebrales afectivas que incluyen a la motivación como principio para realizar una actividad por

estímulos positivos. Además, el OPA cumple con el segundo fundamento del DUA (representación), ya que incluye distintos elementos conceptuales y ejemplos que permiten que el alumnado tenga una mejor comprensión del tema. La acción y expresión (tercer fundamento del DUA) también se aborda en el sentido de que el estudiantado debe resolver una problemática de su área de estudio.

Referencias

- Balasundaram, L. (2022). Hypothesis Testing. En M. Lakshmanan, D. G. Shewade, & G. M. Raj (Eds.), *Introduction to Basics of Pharmacology and Toxicology: Volume 3: Experimental Pharmacology: Research Methodology and Biostatistics* (pp. 865–875). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-5343-9_60
- Batanero, C., Godino, J. D., Green, D. R., Holmes, P., & Vallecillos, A. (1994). Errores y dificultades en la comprensión de los conceptos estadísticos elementales. *International Journal of Mathematics Education in Science and Technology*, 4(25), 527–547.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer.
- Calegari, E. P., Santos da Silva, R., & Pierre da Silva, R. (2014). Design Instrucional e Design Universal para a Aprendizagem: Uma Relação que Visa obter Melhorias na Aprendizagem. *Design, educação, sociedade e sustentabilidade*, 1(5), 29–48.
- Castilho, A. S. de, Trevisan, A. L., & Marczal, D. (2022). Conception of Learning Objects with Feedback for Self-Regulation of Learning Mathematical Concepts Necessary for Differential and Integral Calculus. *Acta Scientiae*, 24(7), Article 7. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7073>
- Contreras, J. M., & Molina, E. (2019). Elementos clave de la cultura estadística en el análisis de la información basada en datos. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López Martín, & E. Molina (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. <https://www.ugr.es/~fqm126/civeest.html>
- Ferrer-Escartín, E. (2022). La variabilidad neuronal y el diseño universal para el aprendizaje (DUA). *JONED. Journal of Neuroeducation*, 3(1), 9–16. <https://doi.org/10.1344/joned.v3i1.38611>
- Garfield, J., Delmas, R., & Zieffler, A. (2012). Developing statistical modelers and thinkers in an introductory, tertiary-level statistics course. *ZDM Mathematics Education*, 44(7), 883–898. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0447-5>
- Irmansyah, B. H., Toenlioë, A., & Ulfa, S. (2017). Pengaruh Universal Design For Learning (UDL) Berbasis Social Learning Networks (SLN) Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa STKIP PGRI Situbondo. *Journal Inovasi Dan Teknologi Pembelajaran*, 4(1), 1–8. <http://dx.doi.org/10.17977/um031v4i12017p001>
- Kilpatrick, J., & Quinn, H. (2009). Science and Mathematics Education. Education Policy White Paper. <https://bit.ly/4334tYb>

- Labrador, M. J. & Andreu, M. A. (2008). *Metodologías activas*. Editorial Universitat Politècnica de València.
- Lesh, R. (2010). Tools, Researchable Issues & Conjectures for Investigating What it Means to Understand Statistics (or Other Topics) Meaningfully. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(2), 16–48.
- Muñoz-Lopez, T., Sánchez-Rivera, L., & Espericueta-Medina, M. N. (2022). Universal Learning Design (ULD) and instructional strategies for inclusión. *Ecorfan Journal Republic of Colombia*, 8(14), 18–27.
<https://doi.org/10.35429/ejc.2022.14.8.18.27>
- Naskar, S., & Das, P. (2018). Application of different statistical tests in educational research: An overview. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 5(5), 129–137.
- Restrepo, B. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): Una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y Educadores*, 8, 9–19.