

DESARROLLO DE PROTOTIPO DE SISTEMA EXPERTO DESDE EL DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO: UNA EXPERIENCIA EN INVESTIGACIÓN PARA DISEÑO GRÁFICO

Development of an Expert System Prototype Based on User-Centred Design: An Experience in Research for Graphic Design

Herrera Quispe, Ruth Evelyn

Centro Psicopedagógico y de Investigación en Educación Superior
(CEPIES-UMSA) Participante del programa de doctorado
herreraruth409@gmail.com
La Paz, Bolivia

121

Resumen

Este artículo presenta la experiencia de diseño y desarrollo de un prototipo de sistema experto pensado especialmente para ayudar a los estudiantes de Diseño Gráfico en sus procesos de investigación académica. La propuesta nace de una necesidad real: muchos estudiantes enfrentan dificultades al organizar sus ideas y avanzar en sus trabajos de investigación, especialmente cuando no cuentan con herramientas adaptadas a su forma de pensar y trabajar.

El enfoque metodológico se basó en los principios del Diseño Centrado en el Usuario (DCU), lo cual permitió construir una herramienta que responde de forma empática, visual y funcional a las necesidades reales de los usuarios. A través de un proceso de investigación, ideación y prototipado, se llegó al diseño de un prototipo de sistema experto modular, flexible y visualmente coherente con la actividad del diseño gráfico, capaz de organizar flujos de trabajo investigativo bajo una estructura lógica y sencilla. El sistema acompaña el flujo natural del trabajo investigativo. Entre sus características más importantes se encuentran una estética sencilla y amigable, espacios para integrar imágenes como también textos, y pequeñas guías que orientan al usuario.

A modo de conclusión el artículo invita a reflexionar sobre el valor que tiene el diseño gráfico cuando se aplica al desarrollo de herramientas tecnológicas educativas. Se muestra cómo, desde esta disciplina, es posible crear soluciones que

no solo sean funcionales, sino también lleguen a promover el aprendizaje de quien las utiliza.

Palabras clave: diseño centrado en el usuario; sistema experto; investigación académica; diseño gráfico; tecnología educativa; experiencia de diseño.

Abstract

This article presents the experience of designing and developing a prototype expert system specifically designed to help Graphic Design students in their academic research processes. The proposal arose from a real need: many students face difficulties in organizing their ideas and advancing their research work, especially when they do not have tools adapted to their way of thinking and working.

The methodological approach was based on the principles of user-centered design (UCD), which allowed us to build a tool that responds empathetically, visually, and functionally to the real needs of users. Through a process of research, ideation, and prototyping, a prototype of a modular, flexible, and visually coherent expert system was designed for graphic design activities, capable of organizing research workflows under a logical and simple structure. The system accompanies the natural flow of research work. Among its most important features are a simple and user-friendly aesthetic, spaces for integrating images as well as text, and small guides to orient the user.

In conclusion, the article invites reflection on the value of graphic design when applied to the development of educational technology tools. It shows how, from this discipline, it is possible to create solutions that are not only functional but also promote learning among those who use them.

Keywords: User-Centered Design; Expert System; Academic Research; Graphic Design; Educational Technology; Design Experience.

Introducción

La enseñanza de la investigación académica en carreras creativas como Diseño Gráfico representa un desafío tanto para docentes como para estudiantes. A diferencia de otras disciplinas con tradiciones investigativas más estructuradas y formales, en el campo del diseño gráfico los procesos de investigación suelen ser más flexibles, visuales y ligados a la práctica

creativa. Por ello, se necesitan métodos, herramientas y recursos didácticos que se adapten a estas características.

Sin embargo, muchas de las herramientas tecnológicas creadas para apoyar la investigación, en esta área en específico, fueron pensadas desde enfoques generales, sin considerar cómo piensa, se organiza y trabaja el profesional en diseño gráfico. Esto puede dificultar el desarrollo de habilidades

investigativas, especialmente en la etapa de formación. En este sentido, el diseño centrado en el usuario permite desarrollar soluciones ajustadas a las necesidades reales de los usuarios (Escalante, C. 2019). Además, según Bonsiepe, G. (2006) el diseño combina saberes técnicos, sociales y estéticos, lo que le otorga un alto potencial para generar conocimiento contextual.

Frente a esta situación, se diseñó un prototipo de sistema experto con el propósito de acompañar y organizar los procesos de investigación en estudiantes de Diseño Gráfico, aplicando los principios del Diseño Centrado en el Usuario (DCU). Esta perspectiva llegó a hacer posible la creación de una herramienta cercana, comprensible y coherente con la forma de trabajo del estudiante de diseño gráfico.

Este artículo tiene como finalidad compartir la experiencia de desarrollo del prototipo, destacando las decisiones de diseño, el enfoque metodológico

adoptado y las características que hacen de esta propuesta un aporte valioso para la enseñanza de la investigación en el campo del diseño gráfico. Esta experiencia permite pensar y reflexionar en lo importante que es usar el diseño gráfico para crear herramientas tecnológicas que realmente apoyen la creatividad sin imponer formas de trabajo ajenas al contexto del diseño gráfico.

Desarrollo

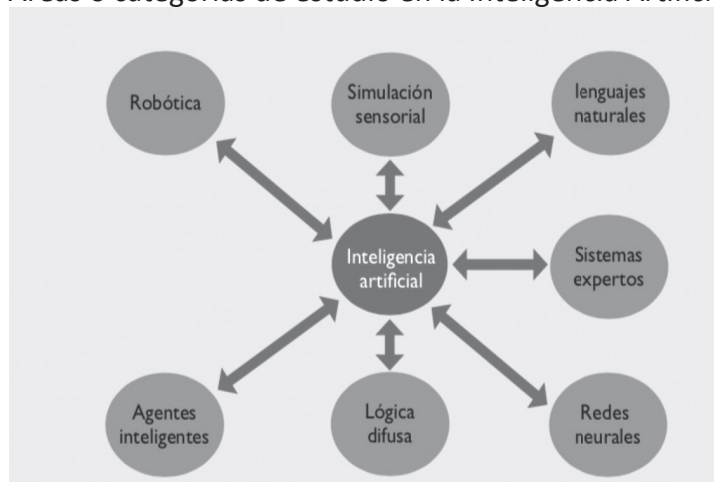
a) Definición y estructura de los sistemas expertos

Los sistemas expertos son un tipo de herramienta que forma parte de la inteligencia artificial. Cuando hablamos de inteligencia artificial, es importante saber que este concepto incluye varias ramas o tipos de aplicaciones. Una de esas ramas son justamente los sistemas expertos, como explican Cohen, K. y Asin, E. (2009), quienes mencionan que existen distintas áreas dentro del estudio de la inteligencia artificial.

123

Figura 1

Áreas o categorías de estudio en la Inteligencia Artificial



Nota. Cohen K., Asin E. (2009)

Estos sistemas están diseñados para ayudar a resolver problemas que pueden aparecer en distintos campos o profesiones. Según lo explica Silva-Peñañiel (2017), citado por Castro et al. (2022), los sistemas expertos pueden dar respuestas útiles cuando se trata de una situación muy concreta, ya que funcionan a partir del conocimiento que ha sido reunido y organizado en una base de datos especializada sobre ese tema.

Sobre la estructura, estos sistemas se componen de tres elementos principales. El primero es la base de conocimientos, que se encarga de guardar información clave y especializada sobre un tema específico. según Cohen (2009) “permiten cargar bases de conocimientos integradas por una serie de reglas de sentido común o conocimiento heurístico; es decir, conocimientos basados u obtenidos a través de la experiencia de un especialista o experto” (p. 252); La siguiente característica es el motor de inferencia, que utiliza la información almacenada para razonar, aplicar reglas y así llegar a conclusiones, hacer recomendaciones o encontrar soluciones a los problemas. como explica Cohen (2009) “Una vez cargada la base de conocimientos, diferentes usuarios pueden emplearla para consulta, apoyo a decisiones, capacitación y otras funciones relacionadas al tema”. (p.252); Por último, está la interfaz de usuario, que permite a las personas interactuar fácilmente con el sistema experto. Gracias a esta parte, los usuarios pueden hacer preguntas, recibir sugerencias, ver resultados o acceder a recomendaciones de manera clara y práctica.

En cuanto a la clasificación de los sistemas expertos estos se pueden clasificar según el tipo de tarea que realizan, como interpretar información, hacer predicciones, diagnosticar problemas, diseñar soluciones, planificar actividades, monitorear procesos, detectar errores, hacer reparaciones, enseñar o controlar acciones. Dependiendo de esa clasificación, se define con claridad para qué sirve el sistema experto y cómo funciona.

Actualmente, los sistemas expertos tienen presencia en múltiples sectores, como la medicina, la ingeniería y la educación. Por ejemplo, en medicina se usan para apoyar diagnósticos; en ingeniería, para controlar procesos complejos; y en educación, para ayudar en el aprendizaje. Algunos nombres de sistemas expertos que se han aplicado en entornos educativos son CLIPS, Dendral, Prolog y XCon, entre otros.

En el ámbito educativo, los sistemas expertos se han implementado para personalizar el aprendizaje. Según los autores Silva, G., Castillo, B., Tixi, K., Urgiles, B. (2024). “El aprendizaje adaptativo y personalizado, potenciado por la IA, ofrece un enfoque educativo centrado en el estudiante, que ajusta el material de aprendizaje y el ritmo de enseñanza a las necesidades individuales de cada aprendiz” (p. 15). En educación los sistemas expertos se usan como herramientas que ayudan tanto a los docentes como a los estudiantes. Estos sistemas están diseñados para ofrecer apoyo durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, facilitando tareas como

dar explicaciones, responder preguntas, guiar al estudiante o sugerir actividades.

Como se basan en inteligencia artificial, es posible crear con ellos programas de computadora que no sean iguales para todos, sino que se adapten a cada estudiante. Esto significa que pueden ajustarse al ritmo al que aprende cada persona. Gracias a esto, los estudiantes pueden avanzar de manera más cómoda y segura, recibiendo el apoyo que necesitan en el momento justo, mientras que los docentes pueden contar con una herramienta extra para acompañar mejor el proceso educativo. Según los autores Silva, G., Castillo, B., Tixi, K., Urgiles, B. (2024) “Este cambio no solo mejora la experiencia de aprendizaje individual, sino que también desafía a las instituciones educativas a reconsiderar y adaptar sus infraestructuras, políticas y prácticas pedagógicas para aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece la tecnología de IA”. (p. 11). Por ello estos sistemas pueden ser una solución viable para optimizar el aprendizaje del estudiante combinando la enseñanza con el uso de la tecnología. Como afirman los autores Tapia, E., Reyes, N., Tapia, L. (2023) “La IA debe ser vista como una herramienta complementaria a la enseñanza tradicional y no como un sustituto de la interacción humana y la relación entre profesores y estudiantes”. (p. 5).

Desde un enfoque epistemológico, los sistemas expertos permiten formalizar en conocimiento experto mediante reglas e inferencias, lo que ofrece ventajas en contextos educativos

al facilitar el seguimiento y la coherencia metodológica. Estos sistemas, de alguna forma, llegan a transformar en el ámbito educativo la enseñanza y el aprendizaje, ya que fomentan la colaboración interdisciplinaria en la investigación académica al tener la capacidad de integrar información de diversas áreas, lo que permite que investigadores de distintas disciplinas trabajen en conjunto. Esto es esencial en el ámbito académico donde los problemas más complejos suelen requerir soluciones que integren diferentes perspectivas.

b) Diseño del prototipo: proceso y enfoque desde diseño gráfico

El punto de partida para el diseño del prototipo de sistema experto fue comprender cómo los estudiantes de diseño gráfico abordan la investigación académica y qué obstáculos enfrentan. A través de información obtenida en la etapa de diagnóstico, se identificaron problemas comunes, entre ellos por mencionar algunos, dificultad para estructurar sus ideas siguiendo una secuencia metodológica, suelen tener desorden y/o desorganización de archivos, no siempre cuentan con el apoyo necesario durante la investigación y, además, la poca disponibilidad de herramientas digitales que se adapten a su forma particular de trabajar. De acuerdo con las palabras de Espinoza, C. (2010) plantea que la investigación proyectual en diseño gráfico abarca no solo la recolección de datos, sino también la reflexión, la creación y la validación visual.

Desde la mirada del diseño gráfico, el desarrollo del prototipo se entendió como un proyecto de diseño completo. El proceso comenzó con una exploración del problema y luego avanzó por etapas de ideas, creación de prototipos y validación visual. La interfaz se pensó como un espacio de trabajo que no solo ayuda a organizar la información, sino que también busca invitar y motivar al usuario final. Según Sanz, J. (2015), no basta únicamente con que una interfaz sea fácil de usar; también debe hacer que el usuario se sienta cómodo y conectado con la herramienta.

El diseño del prototipo de sistema experto sigue los principios del diseño gráfico actual, como la claridad visual, el orden de la información, el uso armonioso de colores, la buena lectura de los textos y la relación coherente entre la forma y la función. Los íconos, botones y paneles no solo fueron pensados para ser fáciles de usar, sino también para que resulten visualmente familiares a los estudiantes de diseño. Según el autor Costa, J. (2008) “Diseñar para los ojos es diseñar para el cerebro, (...) el ojo y el cerebro hacen un todo” a lo que también el mismo autor señala que: “El diseño hecho para los ojos, constituye, hoy, el medio fundamental de la comunicación”. (p. 11)

Por ello, se eligió trabajar con una estructura modular que permite avanzar paso a paso en el proceso de investigación y con ello poder monitorear el avance, permitiendo cierta facilidad para reorganizar las ideas. Cada parte del sistema incluye pequeñas guías o sugerencias que acompañan al estudiante de forma

discreta, respetando su forma de trabajo. Por lo cual resulta pertinente lo señalado por Salinas, J. (2004). En el ámbito universitario, incorporar tecnologías digitales (TIC) no basta por sí solo; también es necesario adaptar la forma de enseñar para promover la autonomía del estudiante. De acuerdo con lo anterior los autores Silva, G., Castillo, B., Tixi, K., Urgiles, B. (2024) plantean que: “La incorporación de tecnologías emergentes en el aula está transformando radicalmente la enseñanza y el aprendizaje, brindando oportunidades sin precedentes para la interacción, la personalización y el acceso al conocimiento. Estas tecnologías ofrecen métodos innovadores que no solo enriquecen la experiencia educativa, sino que también preparan a los estudiantes para un futuro digital, (...) equipándolos con las habilidades y conocimientos necesarios para navegar y prosperar en un mundo cada vez más tecnológico”. (p. 33)

La experiencia de navegación del prototipo fue pensada para que sea fácil y continua, evitando el uso de términos complejos. En lugar de eso, se usaron señales visuales y una organización clara para guiar al usuario. La idea es que la herramienta no solo brinde apoyo, sino que también motive y oriente sin interrumpir la creatividad del estudiante. Como bien lo indica el autor Galvis, A. (2013) Para que un entorno virtual funcione bien, es necesario construirlo con la participación de los usuarios y pensar no solo en la parte técnica, sino también en cómo se sienten y aprenden las personas que lo usarán.

c) Características y cualidades del prototipo

El prototipo de sistema experto desarrollado incluye una serie de características pensadas especialmente para ayudar a los estudiantes de diseño gráfico en su proceso de investigación académica. Para ello, se aplicó el enfoque del Diseño Centrado en el Usuario (DCU), según el autor Norman, D. (2013) este enfoque busca diseñar herramientas basadas en lo que realmente necesitan los usuarios.

Enfoque que permitió combinar tres aspectos fundamentales sobre el diseño del prototipo: la funcionalidad (es decir, que el sistema realmente sirva y sea útil en las diferentes etapas del trabajo investigativo), la estética (para que la experiencia sea visualmente agradable y coherente con el usuario final) y una orientación pedagógica (que ofrezca pequeñas ayudas, sugerencias y/o guías que acompañen el aprendizaje).

Como afirman los autores Galvis, A. (2013) y Salinas, J. (2004), cuando se diseñan entornos digitales para la educación, es importante pensar no solo en que funcionen técnicamente, sino también en cómo motivan, acompañan y fortalecen el aprendizaje del estudiante. En este sentido, el prototipo busca ser más que una simple herramienta: pretende ser un apoyo en el proceso de aprender a investigar.

• Organización visual y modular del flujo de trabajo

El prototipo de sistema experto está diseñado para guiar al estudiante a lo largo de su trabajo de investigación, dividiendo el proceso en módulos claramente identificables y conectados entre sí. Estos módulos representan las etapas más comunes de un trabajo académico, (como por ejemplo el planteamiento del problema, la construcción del marco teórico, la definición de la metodología, el análisis de resultados y la elaboración de conclusiones) cada uno de estos módulos se presenta de forma sencilla, lo que hace que el estudiante pueda ver de manera clara en qué parte del proceso se encuentra y qué partes ha completado o necesita revisar. Este formato facilita una comprensión inmediata del avance gracias al monitoreo que realiza, y le brinda al usuario la facilidad de organizar los contenidos, volver atrás o avanzar según lo requerido.

La estructura propuesta promueve una forma de trabajo más dinámica, flexible y centrada en el usuario. Esta característica es clave en el diseño de entornos educativos digitales, ya que fomenta la participación activa, el pensamiento crítico y la autorregulación del aprendizaje (Galvis, A. 2013; Salinas, J. 2004). Además, como señalan Cabero, J. y Llorente, M. (2006), los entornos virtuales efectivos deben ofrecer una organización clara de contenidos, pero al mismo tiempo permitir que los estudiantes interactúen con ellos de manera personalizada y significativa.

- **Estética amigable y coherente con el perfil del usuario**

Los aspectos visuales del prototipo propuesto como ser: tipografía, paleta de colores, distribución espacial, etc. fueron cuidadosamente seleccionados para ofrecer una experiencia visual limpia, agradable y coherente con el lenguaje gráfico que conocen los usuarios finales. Se evitó sobrecargar con elementos, botones o menús y se prioriza la claridad y jerarquía de la información, reforzando la idea de Bonsiepe, G. (2006) que el diseño también es una forma de pensamiento.

- **Sistema de apoyo y guía metodológica contextualizada**

El prototipo desarrollado integra una guía interactiva diseñada para acompañar al estudiante en cada etapa del proceso de investigación. Esta guía está escrita en un lenguaje claro, directo y sencillo, lo que facilita su comprensión incluso para quienes no tienen experiencia previa en investigación. En lugar de aparecer de forma automática o forzada, estas orientaciones se activan solo cuando el usuario lo desea, respetando de este modo el ritmo de trabajo de cada estudiante.

El prototipo de sistema experto ofrece sugerencias metodológicas, ejemplos concretos en cada fase del trabajo académico, como por ejemplo el planteamiento del problema, la construcción del marco teórico o la formulación de objetivos. Estas orientaciones buscan brindar apoyo

constante al estudiante, fomentando así un aprendizaje personalizado. Además, este tipo de acompañamiento se alinea con lo que Cabero, J. (2004) denomina andamiaje digital, es decir, el uso de recursos tecnológicos que ayudan a guiar el aprendizaje sin reemplazar el rol activo del estudiante. De acuerdo con lo expuesto, por Tapia, E., Reyes, N., Tapia, L. (2023) estos autores sostienen que los sistemas basados en inteligencia artificial tienen la capacidad de ajustarse a los diversos estilos, ritmos y necesidades de aprendizaje de los estudiantes, lo cual contribuye a incrementar su motivación y nivel de compromiso con el proceso educativo.

- **Enfoque motivacional y creativo**

Una característica muy importante del prototipo propuesto (aunque no se puede ver ni medir directamente) es su capacidad para motivar al estudiante a seguir adelante con su investigación. Esta motivación no solo surge de los contenidos, sino de la experiencia que ofrece el sistema experto. Al presentar al usuario una interfaz visualmente clara y sencilla, con una estructura fácil de entender y con elementos como: indicadores y monitoreo de avance, con todo lo mencionado con anterioridad se busca que el usuario se sienta acompañado, seguro y capaz de avanzar en su trabajo de investigación. Este aspecto emocional, que suele ser olvidado en el diseño de herramientas académicas, fue importante para el desarrollo del prototipo. No se trata solo de hacer que el sistema cumpla su rol funcional, sino que se busca que el estudiante se sienta bien al usarlo, que

perciba que su esfuerzo tiene sentido y que puede confiar en la herramienta para organizarse, aprender y avanzar a su propio ritmo.

Como señalan Norman, D. (2013) y Gros, B. (2012) cuando una interfaz logra generar emociones positivas — como interés, confianza o satisfacción— se fortalece la conexión con la actividad que se realiza, en este caso, la investigación académica. Así, el diseño deja de ser solo una cuestión estética, técnica o funcional y se convierte en una estrategia para acompañar, motivar y fortalecer el aprendizaje. Al respecto los autores Kovanovic y Hennis (2019) citados por Tapia, E., Reyes, N., Tapia, L. (2023) hacen hincapié en la importancia de diseñar sistemas que consideren no sólo los aspectos académicos, sino también los emocionales y motivacionales de los estudiantes, y que permitan la interacción y colaboración con otros compañeros y con el tutor humano.

d) Cierre conceptual sobre el aporte del prototipo de sistema experto desde el enfoque del diseño gráfico

El desarrollo de este prototipo de sistema experto no fue solo un ejercicio técnico o funcional. Desde el principio, fue pensado como un verdadero acto de diseño en el sentido más profundo del término, una respuesta, estratégica a una necesidad real. En este caso, la necesidad de contar con una herramienta que organice, colabore y quizá hasta facilite el proceso investigativo.

Diseñar una herramienta de estas características para estudiantes de diseño gráfico requiere entender que sus procesos no siguen siempre un orden fijo, o no solo se guían por una única estructura establecida. El pensamiento del diseñador en este caso diseñador gráfico combina momentos de intuición, análisis, prueba y síntesis. Por eso, el prototipo propuesto busca ofrecer justamente eso, una herramienta que se adapte a la lógica del diseño.

Es importante aclarar que el propósito del prototipo de sistema experto no es reemplazar la labor del docente ni mucho menos prescindir del acompañamiento de un tutor académico. Al contrario, la herramienta está diseñada para complementar ese acompañamiento, brindando un apoyo adicional en los momentos en que el estudiante trabaja de forma autónoma. Funciona como un recurso que guía y organiza, pero siempre dejando espacio para el criterio, la reflexión, así como también la interacción pedagógica. En este marco, el prototipo busca fortalecer el rol del estudiante como protagonista de su propio proceso de investigación, al mismo tiempo que reconoce el valor insustituible del diálogo con el docente y del acompañamiento de un tutor.

Desde esta perspectiva, el prototipo representa un aporte significativo no solo como recurso tecnológico, sino como una propuesta pedagógica que revaloriza el rol del diseño gráfico en los procesos educativos. Se trata de una herramienta pensada desde la experiencia del diseñador y para quienes aprenden a investigar en el campo del diseño, reafirmando que investigar

no solo es seguir pasos técnicos, sino también es crear, explorar y expresar ideas.

Este enfoque coincide con autores como Bonsiepe, G. (2006), quien sostiene que el diseño puede ser una forma de generar conocimiento contextual, combinando lo técnico, lo social y lo estético. Por eso, el prototipo de sistema experto propuesto busca demostrar que investigar desde el diseño también puede ser una experiencia creativa, en la que el estudiante no solo cumple con una tarea académica, sino que encuentra formas de comprender, construir y comunicar lo que aprende.

Conclusiones

El desarrollo de este prototipo de sistema experto para apoyar procesos de investigación académica en estudiantes de diseño gráfico ha permitido demostrar que el diseño centrado en el usuario no es solo una forma de trabajar, sino también una manera responsable y educativa de hacerlo. Diseñar pensando en lo que el usuario necesita, en cómo se comunica y cómo piensa, permite crear herramientas más útiles, fáciles de usar y que realmente motiven al estudiante a investigar.

Durante el desarrollo del trabajo, se pudo comprobar que los estudiantes de diseño necesitan herramientas que no solo les ayuden a organizar sus ideas, sino que también respeten su forma particular de trabajar, que es más visual y creativa. El prototipo propuesto respondió a esta necesidad ofreciendo una experiencia visual, clara, flexible y sencilla, pensada para acompañar y

motivar el proceso de investigación sin limitar la creatividad del estudiante. Como señalan Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014) una buena investigación académica debe construirse con objetivos bien definidos, una metodología coherente y un enfoque que se ajuste a lo que se quiere estudiar. En ese sentido, el prototipo no solo ayuda a ordenar el contenido, sino que también guía al estudiante para que su trabajo tenga sentido, estructura y secuencia metodológica, desde una mirada propia del diseño gráfico.

Este artículo no solo comparte una solución tecnológica, sino que también invita a pensar de otra forma cómo diseñamos para enseñar. La idea es que las herramientas digitales para estudiantes de carreras, en este caso creativas, no sean solo copias de modelos tradicionales, sino que estén diseñadas pensando en los estudiantes y sus necesidades, tomando en cuenta su manera particular de ver, pensar y construir conocimiento. Por eso, este tipo de herramientas no solo deben organizar el contenido, sino también conectar con la forma en que los estudiantes aprenden y crean.

Finalmente, se considera que el prototipo de sistema experto representa una base sólida para futuras aplicaciones prácticas, especialmente si se valida en contextos reales y se adapta a otros niveles o perfiles académicos. Para la investigación se realizó una validación preliminar del prototipo con un grupo de jueces críticos en el cual participaron docentes de diseño gráfico, docentes de metodología de

investigación e ingenieros en sistemas. La actividad consistió en una sesión de uso del sistema y una encuesta de valoración con escala tipo Likert. Los resultados revelaron una alta aceptación del prototipo, destacándose aspectos como la claridad de la interfaz, la utilidad de las guías metodológicas, la facilidad de navegación y la motivación percibida para avanzar en el proceso de investigación. por lo cual escuchando las sugerencias de los expertos se mejoró y se sugiere aplicar a un contexto real con estudiantes de diseño gráfico en etapa de desarrollo de su trabajo investigativo.

Si bien el prototipo desarrollado representa un avance significativo en la incorporación de sistemas expertos en entornos educativos del diseño, es importante reconocer algunas limitaciones del estudio. En primer lugar, la validación realizada fue de carácter

exploratorio, con un número reducido de usuarios, lo que restringe la posibilidad de generalizar los resultados. Además, no se aplicaron métricas objetivas que permitan medir el impacto del prototipo sobre el rendimiento académico o la mejora en la producción investigativa. Tampoco se realizó una comparación directa con otras herramientas similares, lo cual limita el contraste externo. A modo de reflexión final, al tratarse de un enfoque centrado en el diseño gráfico, se requiere una futura adaptación para otros perfiles disciplinares. Estas limitaciones abren posibilidades para líneas de investigación posteriores, que incluyan pruebas de campo más amplias y análisis del uso del sistema. El enfoque adoptado en la investigación puede replicarse en otros proyectos que busquen diseñar tecnología educativa desde una comprensión profunda del usuario final.

Referencias

- Bonsiepe, G. (2006). *Diseño, cultura y sociedad*. Editorial Infinito
- Cabero, J. (2004). Principios pedagógicos, diseño y desarrollo de materiales multimedia. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (17). <https://edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/119>
- Cabero, J., y Llorente, M. C. (2006). La integración de las TIC en los procesos de enseñanza–aprendizaje. *Revista de Tecnología Educativa*, 19(3), 31–39.
- Castro, R. J. C., Muñiz, J. J. C., Castro, M. I. R., y Quintero, Y. C. (2022). La inteligencia artificial y sus diferencias con los sistemas expertos. *Journal TechInnovation*, 1(2), 88–96. <https://doi.org/10.47230/journal.techinnovation.v1.n2.2022.88-96>
- Cohen, K., y Asin, E. (2009). *Tecnologías de información en los negocios*. McGraw-Hill.
- Costa, J. (2008). *Diseñar para los ojos*. Editorial Paidós.
- Díaz, F., y Hernández, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (3.ª ed.). McGraw-Hill.
- Escalante Caicedo, A. B. (2019). Modelo para el desarrollo y evaluación de la usabilidad en sistemas de interacción tangible desde la perspectiva del diseño centrado en el usuario. *Revista Entorno*, (67), 36–49. <https://doi.org/10.25100/entorno.v0i67.7891>

- Espinoza, C. (2010). Investigación proyectual en diseño gráfico: Reflexiones metodológicas [Tesis de grado, Universidad de Palermo].
- Galvis, Á. (2013). Diseño y gestión de ambientes de aprendizaje mediados con TIC. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (38), 145–165.
- Gros, B. (2012). La interacción en los entornos virtuales de aprendizaje. *Comunicar*, 20(38), 32–39. <https://doi.org/10.3916/C38-2012-02-03>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Norman, D. A. (2013). *El diseño de los objetos cotidianos*. Editorial Paidós.
- Norman, D. A. (2013). *El diseño emocional*. Editorial Paidós.
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 1(1), 1–16.
- Sanz, J. (2015). *Diseño de interfaces: Usabilidad y experiencia emocional del usuario*. Editorial UOC.
- Silva-Peñafiel, G. E., Castillo-Parra, B. F., Tixi-gallegos, K. G., y Urgiles Rodríguez, B. E. (2024). La revolución de la inteligencia artificial en la educación superior. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.71>
- Tapia Sosa, E., Reyes Palau, N., y Tapia Ortiz, L. (2023). Inteligencia artificial y nuevas formas de aprender en la educación superior (1.ª ed.). inBlue Editorial. <https://doi.org/10.56168/ibl.ed.167901>

Fecha de recepción: 27 de junio de 2025

Fecha de aceptación: 18 de julio de 2025