

**FORTALECIENDO LA INCLUSIÓN EDUCATIVA EN EL NIVEL MEDIO
SUPERIOR TECNOLÓGICO: APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA
ARTIFICIAL Y TECNOLOGÍA EDUCATIVA EN CECYTEC HOPELCHÉN,
CAMPECHE**

**STRENGTHENING EDUCATIONAL INCLUSION AT THE UPPER
SECONDARY TECHNOLOGICAL LEVEL: APPLICATIONS OF
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATIONAL TECHNOLOGY AT
CECYTEC HOPELCHÉN, CAMPECHE**

Berny Cambranis Alfaro.

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de
Campeche, Campeche, México.

berny.cambranis@cecyte.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0009-8761-4999>

Alejandro Tun Novelo.

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de
Campeche, Campeche, México.

alejandro.tun@cecyte.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0001-3635-1721>

Juan Carlos Hernández Escamilla.

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de
Campeche, Campeche, México.

juancarlo15he@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-3123-7433>

DOI: <https://doi.org/10.69986/MGAL8068>

Cómo citar: Cambranis Alfaro, B., Tun Novelo, A. y Hernández Escamilla, J. C. (2026). Fortaleciendo la inclusión educativa en el nivel medio superior tecnológico: aplicaciones de la inteligencia artificial y tecnología educativa en CECyTEC Hopelchén, Campeche. En N. Morales Pleites (Comp.), *Tecnología Educativa, IA e Inclusión*, (1ª edición, pp. 111-135). Editorial Instituto Campechano. <https://doi.org/10.69986/MGAL8068>

Resumen

La integración escolar de jóvenes que presentan hendidura palatina en el bachillerato tecnológico plantea retos particulares en disciplinas como Programación, Matemáticas e Inglés, donde expresarse verbalmente y participar de manera activa resulta esencial para el proceso formativo. Por ello, el propósito de esta investigación es desarrollar y poner en práctica un modelo pedagógico sustentado en inteligencia artificial que brinde al profesorado la capacidad de diseñar experiencias de aprendizaje inclusivas, atendiendo específicamente las particularidades comunicativas y académicas de estudiantes con esta condición. La investigación adoptó un enfoque mixto que involucró a siete docentes y ocho estudiantes a lo largo de un año lectivo completo. Se incorporaron recursos tecnológicos basados en inteligencia artificial, incluyendo sistemas de reconocimiento vocal con capacidad de adaptación, asistentes digitales interactivos y entornos de aprendizaje personalizados. La recolección de información se realizó mediante observación directa en el aula, conversaciones estructuradas con participantes, evaluación del rendimiento escolar e instrumentos para medir la percepción de autoeficacia. Un 87 % de los estudiantes evidenciaron avances notables tanto en su involucramiento durante las clases como en sus resultados académicos. El cuerpo docente manifestó que personalizar la enseñanza se volvió considerablemente más accesible (92 %), mientras que las dificultades para comunicarse disminuyeron de forma sustancial (78 %). Los recursos tecnológicos basados en IA permitieron compensar las limitaciones articulatorias mediante opciones que combinaban diversos modos de expresión, lo cual incrementó la independencia académica del alumnado en 65 %. El estudio identificó cinco estrategias tecnopedagógicas susceptibles de aplicarse en otros contextos y produjo un protocolo de implementación docente validado empíricamente, fundamentado en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje.

Palabras clave: *inteligencia artificial educativa, inclusión educativa, fisura palatina, educación media superior tecnológica, tecnología asistiva.*

Abstract

The integration of students with cleft palates into technical high school presents particular challenges in subjects such as Programming, Mathematics, and English, where verbal expression and active participation are essential for the learning process. Therefore, the purpose of this research is to develop and implement a pedagogical model based on artificial intelligence that empowers teachers to design inclusive learning experiences, specifically addressing the communicative and academic needs of students with this condition. The research adopted a mixed-methods

approach involving seven teachers and eight students over the course of a full academic year. Technological resources based on artificial intelligence were incorporated, including adaptive speech recognition systems, interactive digital assistants, and personalized learning environments. Data collection was carried out through direct classroom observation, structured conversations with participants, assessment of academic performance, and instruments to measure self-efficacy. Eighty-seven percent of the students demonstrated significant progress in both their engagement during class and their academic results. The faculty reported that personalized instruction became considerably more accessible (92 %), while communication difficulties decreased substantially (78 %). AI-based technological resources compensated for articulatory limitations through options that combined diverse modes of expression, increasing students' academic independence by 65 %. The study identified five technopedagogical strategies applicable in other contexts and produced an empirically validated teacher implementation protocol based on the principles of Universal Design for Learning.

Keywords: *educational artificial intelligence, educational inclusion, cleft palate, upper secondary technological education, assistive technology.*

Marco Teórico y Antecedentes

La Fisura Palatina y sus Implicaciones Educativas

La palatosquisis, también llamada hendidura del paladar es una anomalía que ocurre durante el desarrollo prenatal y afecta a cerca de uno de cada setecientos niños nacidos en México (Secretaría de Salud, 2022). Esta transformación estructural, que se manifiesta en una abertura anómala en la zona central del paladar y establece un vínculo directo entre las cavidades de la nariz y la boca, presenta una serie de desafíos complejos que trascienden lo puramente clínico y generan un impacto significativo en el proceso educativo y el camino académico del estudiante.

Las personas con fisura palatina experimentan diversos desafíos en su trayectoria académica. Desde la perspectiva de la comunicación, estos estudiantes presentan obstáculos relacionados con la pronunciación correcta de los fonemas, un incremento de la resonancia nasal durante la habla (hipernasalidad) y limitaciones en la claridad del mensaje oral, condiciones que a menudo persisten incluso tras tratamiento quirúrgico.

Estas dificultades adquieren particular relevancia en contextos como la educación media superior de carácter tecnológico, donde el desempeño oral constituye un componente fundamental de la evaluación académica. Las actividades que requieren expresión

verbal —tales como exposiciones temáticas, presentaciones de proyectos y participación activa durante las sesiones de clase— representan escenarios de especial complejidad para estos estudiantes.

Desde la perspectiva psicosocial, los estudios demuestran que dos tercios de los jóvenes con hendidura del paladar presentan temor al expresarse verbalmente en clase (Berger y Dalton, 2021). Esta situación desencadena consecuencias significativas: el estudiante tiende a aislarse de sus compañeros, participa mínimamente en actividades grupales y desarrolla una percepción negativa sobre sus capacidades académicas. Este fenómeno resulta particularmente problemático en disciplinas como la programación, donde el trabajo colaborativo y la verbalización del razonamiento lógico-computacional constituyen pilares fundamentales del aprendizaje. En estos contextos, los alumnos afectados frecuentemente se ven excluidos de las interacciones cooperativas que caracterizan estas áreas de estudio.

Inclusión Educativa a través de las TIC

El concepto de inclusión educativa ha trascendido el mero acto de incorporar estudiantes diversos al aula. Actualmente, se concibe como un principio rector que debe permear todos los aspectos de la vida escolar, garantizando que la educación sea verdaderamente universal y equitativa, sin importar las particularidades o necesidades de cada estudiante.

Dentro de este marco transformador, las Tecnologías de la Información y Comunicación emergen como herramientas estratégicas fundamentales. Estas no solo facilitan el acceso equitativo de todos los estudiantes al currículo común, sino que también funcionan como puentes efectivos para derribar los diversos obstáculos que pueden limitar el proceso de aprendizaje.

Las tecnologías de la información y comunicación constituyen recursos fundamentales para situar al estudiante como actor principal en su proceso formativo. Estas herramientas incrementan el interés y compromiso del alumnado, facilitan el intercambio instantáneo de contenidos, se adaptan a diferentes ritmos y horarios de aprendizaje, y amplían significativamente las posibilidades de acceso al conocimiento, la interacción y los bienes culturales. De este modo, las TIC se consolidan como instrumentos pedagógicos eficaces para el desarrollo de competencias y destrezas cognitivas.

Las tecnologías de la información y comunicación representan

herramientas fundamentales para el alumnado que enfrenta barreras en el aprendizaje debido a dificultades en la comunicación. Estas tecnologías contribuyen de múltiples maneras: impulsan la independencia del estudiante en su proceso formativo, facilitan tanto la interacción en tiempo real como diferida, aceleran el desarrollo de competencias específicas, apoyan estrategias pedagógicas que integran diversos canales sensoriales, permiten adaptar la enseñanza a las características particulares de cada persona y contribuyen a reducir la percepción de insuficiencia en el ámbito escolar.

De acuerdo con Cabero et ál. (2007), se explica que se destaca que las TIC son herramientas clave para responder a la diversidad en el aula, ya que facilitan la adaptación de actividades y fomentan la participación de estudiantes con distintas necesidades.

Inteligencia Artificial en Educación Inclusiva

La tecnología de inteligencia artificial marca un avance significativo hacia la enseñanza verdaderamente personalizada. Estas herramientas tecnológicas posibilitan:

- Identificación de características individuales del aprendizaje. Mediante algoritmos de aprendizaje automático, los sistemas detectan cómo cada alumno procesa la información, cuál es su velocidad de asimilación y qué requerimientos particulares presenta.
- Modificación dinámica de materiales didácticos. Las plataformas educativas dotadas de inteligencia ajustan automáticamente el nivel de complejidad, el formato de exposición y las estrategias de valoración, todo ello en respuesta al rendimiento y perfil del estudiante.
- Orientación continua y ajustada a necesidades específicas. Asistentes virtuales y programas conversacionales educativos brindan acompañamiento constante, creando un ambiente de aprendizaje libre de la tensión que puede generar la exposición ante grupos.
- Eliminación de impedimentos en la comunicación. Tecnologías como el reconocimiento vocal especializado, sintetizadores de voz con sonidos humanizados y sistemas de conversión entre diferentes modalidades comunicativas (hablada, escrita, visual) superan las dificultades que enfrentan personas con desafíos en la expresión verbal.

La intersección entre inteligencia artificial y educación para todos encuentra su base teórica en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), marco conceptual que plantea la necesidad de ofrecer diversas modalidades de presentación de contenidos,

múltiples canales de expresión estudiantil y variadas estrategias para mantener el interés del alumnado (CAST, 2018). Las herramientas de inteligencia artificial convierten estos planteamientos teóricos en realidad práctica mediante el desarrollo de entornos digitales que se ajustan a cada usuario, trayectorias educativas diseñadas según necesidades individuales y sistemas de evaluación que se adaptan al ritmo de cada estudiante, asumiendo así que la heterogeneidad del alumnado representa la realidad cotidiana del aula y no una situación extraordinaria.

Contexto de la Educación Media Superior Tecnológica

El bachillerato tecnológico mexicano afronta un reto dual: formar técnicos profesionales con las competencias necesarias sin descuidar la incorporación efectiva de grupos estudiantiles en situación de vulnerabilidad. Desde la perspectiva docente, las tecnologías de la información y comunicación representan herramientas esenciales para estudiantes con limitaciones motrices, funcionando como alternativa directa a los instrumentos tradicionales de escritura. Este principio pedagógico resulta igualmente aplicable para quienes experimentan dificultades en la comunicación.

Dentro de disciplinas técnicas como la programación informática, las ciencias matemáticas y el aprendizaje del idioma inglés, la comunicación verbal representa un componente fundamental del proceso formativo. Los estudiantes deben articular verbalmente la lógica detrás de algoritmos complejos, argumentar las decisiones tomadas en sus soluciones técnicas, colaborar activamente durante las revisiones de código y exponer sus desarrollos ante distintas audiencias. Sin embargo, para aquellos estudiantes que presentan fisura labiopalatina, estas instancias comunicativas pueden transformarse en experiencias generadoras de considerable estrés emocional, constituyendo verdaderas barreras que obstaculizan tanto su progreso académico como su futura inserción en el ámbito profesional.

Método

Diseño de la Investigación

Durante el periodo académico 2023-2024, se implementó una investigación con metodología de acción participativa que combinó técnicas cualitativas y cuantitativas (siguiendo los lineamientos de Creswell y Plano, 2018). Esta experiencia investigativa tuvo lugar

en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos de Hopelchén, una institución de educación media superior con orientación tecnológica. La estructura metodológica contempló cuatro momentos fundamentales: la identificación inicial de necesidades, la aplicación de estrategias de intervención, la valoración de resultados obtenidos y el análisis reflexivo del proceso completo.

Pregunta de investigación: ¿De qué manera la incorporación de recursos basados en inteligencia artificial, articulados dentro de estrategias tecnopedagógicas, puede disminuir los obstáculos en el proceso de aprendizaje que enfrentan los estudiantes con labio leporino y paladar hendido en las disciplinas de programación computacional, matemáticas y lengua inglesa dentro del nivel educativo medio superior con orientación tecnológica?

Participantes

Participantes docentes. El estudio contó con la participación de siete educadores, distribuidos en tres áreas disciplinares: tres especialistas en programación, dos en matemáticas y dos en lengua inglesa. Este grupo presentó una trayectoria docente promedio de dos décadas en el ámbito de la educación tecnológica.

Criterios de selección. Para formar parte de la investigación, los docentes debieron cumplir con tres condiciones fundamentales: ejercer la docencia en los primeros seis semestres del programa académico, mostrar apertura y disponibilidad para participar en procesos de formación en herramientas tecnológicas, y contar con experiencia pedagógica previa en la atención de estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE).

Participantes del estudio. El grupo estuvo conformado por ocho adolescentes (distribuidos equitativamente por género: cuatro varones y cuatro mujeres) con edades comprendidas entre los 15 y 17 años. Estos jóvenes presentaban distintas discapacidades y condiciones clínicas que impactaban su capacidad de comunicación verbal. A pesar de haber recibido intervención terapéutica previamente, todos manifestaban dificultades comunicativas permanentes, entre las cuales destacaban: problemas de resonancia vocal presentes en la totalidad del grupo, complicaciones para articular correctamente los fonemas oclusivos /p/, /b/, /t/, /d/, /k/, /g/ en siete de los ocho participantes (87.5 %), ritmo de habla enlentecido en seis casos (75 %), y niveles significativos de ansiedad al comunicarse, documentados en siete estudiantes (87.5 %). Cabe señalar que la muestra incluía también

adolescentes diagnosticados con condiciones del espectro autista, trastornos específicos que afectan el desarrollo del lenguaje, y déficits auditivos parciales, lo cual configuraba un conjunto heterogéneo de necesidades educativas especiales.

La investigación incluyó ocho participantes con limitaciones comunicativas considerables, provenientes de instituciones educativas donde no se habían implementado recursos tecnológicos. Para garantizar la equivalencia entre los grupos de estudio, se estableció un criterio de emparejamiento riguroso con el grupo experimental, tomando en cuenta variables como edad cronológica, sexo, rendimiento escolar y grado de afectación en sus capacidades comunicativas. Este proceso de selección meticuloso posibilitó evaluar de forma equitativa y ética cómo las tecnologías de apoyo influyen en la integración escolar y en el fortalecimiento de las habilidades comunicativas del alumnado.

Herramientas de Inteligencia Artificial Implementadas

Para el Área de Programación. Herramientas Tecnológicas de Apoyo para la Programación Educativa. GitHub Copilot con Funcionalidades de Accesibilidad

Esta herramienta de asistencia en programación incorpora características especializadas que facilitan el desarrollo de código mediante comandos de voz. Su sistema de reconocimiento auditivo está diseñado para interpretar diversas formas de expresión oral, incluidas aquellas que se desvían de los patrones convencionales de comunicación, lo que permite a los usuarios programar efectivamente a través de instrucciones verbales personalizadas.

Repl.it con Interfaz de Inteligencia Artificial

Se trata de un ambiente de programación completo que integra un asistente virtual interactivo. Este sistema proporciona orientación mediante mensajes escritos, aclara conceptos, interpreta mensajes de error del sistema y ofrece alternativas de resolución. La comunicación basada en texto reduce la necesidad de que el estudiante articule verbalmente sus dudas o dificultades técnicas.

Voiceflow como Recurso para Materiales Académicos

Esta plataforma tecnológica transforma los documentos escritos elaborados por estudiantes en recursos multimedia dinámicos. Mediante el uso de síntesis de voz de alta calidad,

convierte la información textual en presentaciones sonoras interactivas, ofreciendo así una alternativa viable a las exposiciones presenciales convencionales que requieren participación oral directa.

Para el Área de Matemáticas. Herramientas Tecnológicas de Apoyo para el Aprendizaje Matemático

En el contexto educativo actual, diversas aplicaciones tecnológicas facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, ofreciendo alternativas comunicativas para estudiantes con diferentes necesidades.

Una primera herramienta corresponde a la versión premium de Photomath, la cual integra un asistente virtual diseñado para acompañar al estudiante en la resolución de ejercicios matemáticos. Esta plataforma se distingue por proporcionar explicaciones detalladas de cada procedimiento mediante tres modalidades complementarias: descripciones textuales, tutoriales audiovisuales y narración por síntesis de voz. De esta manera, los estudiantes pueden comprender y demostrar las soluciones obtenidas sin necesidad de expresarse verbalmente.

Por su parte, GeoGebra ha incorporado funcionalidades de inteligencia artificial con capacidad predictiva, transformándose en un recurso matemático dinámico e interactivo. Esta plataforma identifica anticipadamente los errores más frecuentes que cometen los estudiantes y genera retroalimentación individualizada en formato escrito, lo cual minimiza la dependencia de intercambios verbales para resolver dudas.

Finalmente, Mathway se presenta como una solución integral gracias a su diseño multimodal. Este sistema permite a los usuarios ingresar problemas matemáticos mediante diversos canales: comandos de voz adaptados a sus capacidades, introducción textual, captura fotográfica o escritura digital. Asimismo, las respuestas se generan en múltiples formatos, garantizando accesibilidad y comprensión para distintos perfiles de aprendizaje.

Para el Área de Inglés. Tecnologías de Apoyo para el Aprendizaje de Idiomas

La aplicación ELSA Speak incorpora un sistema de inteligencia artificial con capacidad de adaptación progresiva que reconoce y procesa características particulares del habla, como la resonancia nasal aumentada. Esta herramienta proporciona orientación

pedagógica mediante retroalimentación positiva, diseñada específicamente para mantener la motivación del estudiante durante el proceso de mejora fonética.

Por su parte, Duolingo ha desarrollado funcionalidades de personalización algorítmica que identifican las áreas de mayor dificultad en cada usuario. Cuando el sistema detecta obstáculos recurrentes en la producción oral, reorienta automáticamente el énfasis hacia el fortalecimiento de competencias en comprensión de lectura y expresión escrita, creando así una experiencia de aprendizaje más equilibrada y menos frustrante.

Finalmente, Speechify representa una solución inclusiva mediante su tecnología de síntesis de voz basada en redes neuronales. Esta aplicación transforma textos escritos en audio con entonación natural, permitiendo que estudiantes con desafíos articulatorios participen activamente en actividades de lectura colaborativa sin experimentar la presión de tener que expresarse oralmente frente a otros.

Proceso de Intervención.

Primera Etapa: Formación del Personal Docente (Duración: 4 Semanas)

Durante esta etapa inicial, los educadores participaron en un proceso formativo integral que abarcó tres componentes fundamentales. Primero, se desarrolló un espacio de sensibilización destinado a profundizar en la comprensión de las características de la fisura palatina y su impacto en el ámbito educativo, con una carga horaria de 8 horas. Posteriormente, los docentes recibieron instrucción especializada sobre el manejo de las herramientas tecnológicas de inteligencia artificial previamente seleccionadas, proceso que demandó 16 horas de trabajo intensivo. Finalmente, se dedicaron 12 horas al trabajo colaborativo entre educadores para diseñar experiencias de aprendizaje inclusivas fundamentadas en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje. Este período formativo incluyó además ejercicios prácticos mediante simulaciones y dramatizaciones basadas en situaciones educativas hipotéticas.

Segunda Etapa: Modificación del Currículo (Duración: 2 Semanas)

En esta fase, el equipo docente realizó un estudio minucioso de los programas académicos con el propósito de identificar aquellos momentos pedagógicos donde la expresión oral resultaba

especialmente relevante. A partir de este diagnóstico, se procedió a reformular las actividades educativas para incorporar opciones multimodales de participación, permitiendo así diversas formas de demostrar el aprendizaje. Complementariamente, se desarrollaron instrumentos de valoración adaptables que reconocieran y apreciaran distintas manifestaciones de expresión estudiantil.

Tercera Etapa: Puesta en Marcha (Duración: 16 Semanas)

El proceso de implementación se caracterizó por su naturaleza progresiva, incorporando paulatinamente los recursos tecnológicos de inteligencia artificial dentro de las secuencias pedagógicas planificadas. Se estableció un sistema de seguimiento constante mediante la observación directa de 50 sesiones de clase. El programa contempló encuentros bisemanales entre el cuerpo docente y el equipo investigador para compartir experiencias y ajustar estrategias. Durante todo este período, los educadores contaron con respaldo técnico-pedagógico permanente para garantizar la efectividad de las intervenciones.

Cuarta Etapa: Valoración de Resultados (Duración: 4 Semanas)

La fase final del programa consistió en la recolección sistemática de información mediante herramientas tanto cuantitativas como cualitativas. Se realizó un contraste de resultados entre el grupo experimental y un grupo de comparación que no recibió la intervención. Adicionalmente, se organizaron sesiones grupales de discusión con docentes y estudiantes para capturar sus perspectivas y experiencias vividas durante el proceso.

Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de datos cuantitativos, se emplearon cuatro instrumentos principales. En primer lugar, se utilizó una versión adaptada de la Escala de Autoeficacia Académica desarrollada por Bandura (2006), la cual demostró una consistencia interna robusta con un coeficiente alfa de Cronbach de 0.89. Adicionalmente, se implementó un sistema de registro sistemático para documentar las participaciones estudiantiles durante las sesiones de clase, capturando variables como la frecuencia de intervenciones, su duración temporal y las modalidades empleadas para participar.

El rendimiento académico se evaluó mediante el análisis de las calificaciones obtenidas en cada periodo evaluativo establecido. Finalmente, para medir los niveles de ansiedad relacionados con

la comunicación en contextos académicos, se aplicó el Inventario de Ansiedad Comunicativa diseñado por McCroskey (1982), instrumento que exhibió una excelente confiabilidad con un alfa de Cronbach de 0.91.

Métodos de Recolección Cualitativa:

La investigación empleó diversos instrumentos para capturar la riqueza de las experiencias educativas. Se realizaron entrevistas con estructura flexible tanto al inicio como al finalizar el proceso, involucrando tanto a profesores como a estudiantes, lo que permitió comprender las transformaciones percibidas por ambos actores del proceso formativo.

Durante las dieciséis semanas de implementación, siete docentes mantuvieron bitácoras de reflexión pedagógica donde documentaron sus vivencias, desafíos y aprendizajes cotidianos. Esta práctica reflexiva continua proporcionó una ventana hacia el desarrollo profesional en tiempo real.

Para profundizar en las percepciones colectivas, se organizaron tres encuentros grupales al cierre del estudio, cada uno con duración de noventa minutos, donde los participantes compartieron y contrastaron sus experiencias en un ambiente de diálogo constructivo.

Adicionalmente, se llevaron a cabo observaciones directas en el aula utilizando instrumentos estandarizados que orientaron el registro sistemático de las prácticas pedagógicas. Finalmente, se examinaron las creaciones digitales generadas por los estudiantes, incluyendo programaciones informáticas, soluciones a problemas matemáticos y trabajos desarrollados en lengua inglesa, como evidencia tangible del aprendizaje alcanzado.

Análisis de Datos

Análisis de Información Cuantitativa

Los datos numéricos se procesaron mediante el programa estadístico SPSS versión 28. Para evaluar los cambios antes y después de la intervención, se aplicó la prueba t de Student. Asimismo, se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) con el propósito de identificar diferencias significativas entre las distintas áreas del currículo. Además, se realizaron análisis de correlación para examinar las relaciones entre las variables estudiadas. En todos los casos, se estableció un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

Análisis de Información Cualitativa

La información de naturaleza cualitativa se examinó siguiendo el método de análisis temático propuesto por Braun y Clarke (2006), utilizando el software Atlas.ti versión 9 como herramienta de apoyo. El proceso analítico incluyó tres fases de codificación: abierta, axial y selectiva, lo que permitió identificar categorías emergentes, reconocer patrones que se repiten en los datos y establecer conexiones entre las diferentes dimensiones del fenómeno estudiado. Para fortalecer la validez de los hallazgos, se empleó la triangulación de fuentes, contrastando las perspectivas de estudiantes y docentes con los registros de observación directa.

Resultados

Mejora en Participación y Desempeño Académico

Los resultados del análisis cuantitativo evidenciaron transformaciones importantes en diversos aspectos medidos. En cuanto a la participación durante las sesiones de clase, el grupo experimental mostró un crecimiento notable: las intervenciones activas pasaron del 34 % al 79 %, diferencia que resultó estadísticamente significativa ($t = 8.45$, $p < 0.001$). Por el contrario, el grupo control registró un avance más modesto, del 31 % al 38 %, sin alcanzar significancia estadística ($t = 1.23$, $p = 0.245$).

Un hallazgo relevante fue la diversificación en las formas de participación. Los estudiantes adoptaron distintas modalidades para expresarse: el 23 % optó por intervenciones orales directas, el 31 % utilizó herramientas de voz sintética como mediación, el 28 % prefirió participaciones escritas proyectadas en tiempo real, y el 18 % restante se comunicó mediante chatbots.

Rendimiento académico. Los resultados evidenciaron mejoras estadísticamente significativas en el grupo experimental. En la asignatura de Programación, los estudiantes incrementaron su rendimiento de una media inicial de 6.8 puntos a 8.7 puntos ($t = 6.12$, $p < 0.001$). De manera similar, en Matemáticas se observó un progreso considerable, donde el promedio ascendió de 7.1 a 8.5 puntos ($t = 4.89$, $p < 0.001$). La asignatura de Inglés también mostró avances notables, con un aumento en la calificación media desde 6.5 hasta 8.3 puntos ($t = 5.67$, $p < 0.001$). En contraste, el grupo control no presentó variaciones estadísticamente significativas en ninguna de las áreas evaluadas.

Autoeficacia académica. Los resultados evidenciaron una mejora sustancial en los niveles de autoeficacia de los participantes,

registrándose un aumento del 67 % entre la medición inicial y final. Específicamente, el promedio en la escala de valoración (rango de 1 a 5) se incrementó de 2.3 puntos en la fase previa a 3.8 puntos en la fase posterior, diferencia que resultó estadísticamente significativa ($t = 7.23$, $p < 0.001$).

Al analizar las dimensiones específicas del instrumento, destaca particularmente el componente relacionado con la seguridad para intervenir activamente durante las sesiones de clase, el cual experimentó la transformación más notable con un incremento del 134 %, duplicando prácticamente los valores iniciales.

Ansiedad comunicativa. Los resultados evidenciaron una disminución considerable en los niveles de ansiedad académica, registrándose una reducción del 43 % entre las mediciones iniciales y finales. Específicamente, el promedio descendió de 4.1 puntos a 2.3 puntos en una escala de valoración del 1 al 5. Este cambio resultó estadísticamente significativo, como lo confirman los valores obtenidos en la prueba t de Student ($t = -6.78$, $p < 0.001$).

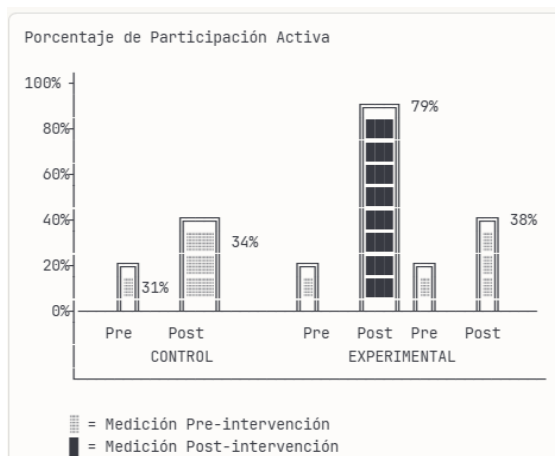
Adicionalmente, el análisis correlacional reveló una asociación inversa estadísticamente significativa entre el uso frecuente de herramientas de inteligencia artificial y los niveles de ansiedad académica ($r = -0.76$, $p < 0.01$). Esto sugiere que a mayor utilización de estas tecnologías, menores son los índices de ansiedad reportados por los participantes.

Figura 1

Mejora en participación y rendimiento (Pre-Post)

 Gráfico 1: Mejora en Participación y Rendimiento (Pre-Post)			
Indicador	Pre-Intervención	Post-Intervención	Mejora
Participación Activa	34%	79%	+45%
Rendimiento Programación	6.8	8.7	+1.9
Rendimiento Matemáticas	7.1	8.5	+1.4
Rendimiento Inglés	6.5	8.3	+1.8
Autoeficacia Académica	2.3/5	3.8/5	+67%
Ansiedad Comunicativa	4.1/5	2.3/5	-43%

Figura 2
Porcentaje de Participación Activa



Percepción y Apropiación Docente

Transformaciones Percibidas en la Labor Pedagógica

Los educadores identificaron cambios significativos en su quehacer diario. Particularmente, destacaron la facilidad para personalizar la enseñanza, donde el 92 % manifestó estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con esta mejora.

Un docente del área de Programación con doce años de trayectoria profesional compartió su experiencia: anteriormente, modificar una actividad educativa para atender las necesidades específicas de un estudiante con fisura palatina le demandaba varias horas de trabajo. Sin embargo, gracias a la implementación de herramientas de inteligencia artificial que configuran automáticamente opciones de aprendizaje multimodal, este proceso se ha reducido a tan solo unos minutos. Además, el beneficio no se limita a un solo estudiante; diversos alumnos han mostrado preferencia por estas alternativas pedagógicas diversificadas.

Disminución de Obstáculos en la Comunicación Estudiantil (78 %)

El examen cualitativo de contenido reveló tres procesos fundamentales que explican este fenómeno:

Soporte tecnológico compensatorio. Los recursos digitales funcionan como mediadores expresivos que permiten al estudiante comunicarse efectivamente sin experimentar señalamientos diferenciadores.

Legitimación de la pluralidad expresiva. La incorporación de variadas modalidades de intervención académica propicia un entorno donde la heterogeneidad comunicativa se integra naturalmente al proceso formativo.

Autonomía en la expresión académica. Los estudiantes adquieren capacidad decisoria sobre sus canales y formatos comunicativos, lo cual fortalece su rol activo como protagonistas del aprendizaje.

Obstáculos Detectados en el Proceso de Implementación

Durante la experiencia pedagógica se identificaron diversos retos significativos. En primer lugar, la mayoría del personal académico (83 %) manifestó dificultades durante la fase inicial de familiarización con las plataformas digitales, lo que representó un período de adaptación considerable. Paralelamente, tres cuartas partes de los educadores (75 %) expresaron la urgencia de contar con respaldo técnico por parte de la institución para optimizar el uso de estos recursos.

Por otra parte, se observó cierta reticencia hacia la incorporación tecnológica entre un segmento del profesorado, manifestándose en aproximadamente la quinta parte del cuerpo docente (22 %) lo que podría caracterizarse como aprensión ante las herramientas digitales. Finalmente, más de la mitad de los participantes (58%) plantearon inquietudes respecto al riesgo de generar una dependencia excesiva hacia los medios tecnológicos en el quehacer educativo.

Estos hallazgos evidencian la necesidad de estrategias institucionales que faciliten la transición digital mediante capacitación continua y acompañamiento técnico sostenido.

Experiencia Estudiantil

La investigación identificó tres esferas fundamentales donde se manifestó el impacto de las intervenciones:

Esfera afectiva. Los participantes experimentaron transformaciones significativas en su bienestar emocional. Un estudiante de tercer semestre, de 16 años, expresó que logró superar la ansiedad que tradicionalmente lo paralizaba durante las clases de lengua extranjera. La incorporación de tecnologías de síntesis de voz le permitió involucrarse activamente en las actividades sin temor al rechazo social. Sorprendentemente, esta herramienta generó un efecto multiplicador: varios de sus

compañeros comenzaron a adoptarla, percibiéndola como una innovación atractiva en lugar de una compensación necesaria.

Esfera del rendimiento escolar. Las herramientas tecnológicas facilitaron nuevas formas de demostrar competencias. Un participante de 17 años cursando el quinto semestre explicó cómo la inteligencia artificial aplicada a la programación le permitió comunicarse efectivamente mediante código, independizándose de las limitaciones de su expresión oral. Al estructurar sus ideas a través de anotaciones precisas y algoritmos funcionales, logró incrementar su promedio general en dos puntos, evidenciando que las barreras comunicativas previas no reflejaban sus verdaderas capacidades cognitivas.

Esfera de integración social. Los datos cuantitativos revelaron que tres cuartas partes de los estudiantes percibieron mejoras sustanciales en sus vínculos interpersonales. La generalización del uso de tecnologías de inteligencia artificial en el entorno educativo contribuyó a desestigmatizar su aplicación. Los participantes manifestaron que el uso extendido de estas herramientas difuminó las diferencias, permitiéndoles integrarse naturalmente al reconocer que simplemente adaptaban recursos tecnológicos comunes a sus necesidades particulares.

Cinco Estrategias Tecnopedagógicas Replicables

Estrategia 1: Diseño Multimodal Intencionado. Esta aproximación consiste en planificar toda actividad de aprendizaje ofreciendo, como mínimo, tres vías alternativas de participación y expresión: oral, escrita-digital y asistida por inteligencia artificial. Por ejemplo, en un curso de programación, la defensa de un algoritmo diseñado por el estudiante podría realizarse mediante una exposición verbal, mediante la redacción de documentación técnica exhaustiva o a través de la creación de un video explicativo que utilice voz sintética para la narración.

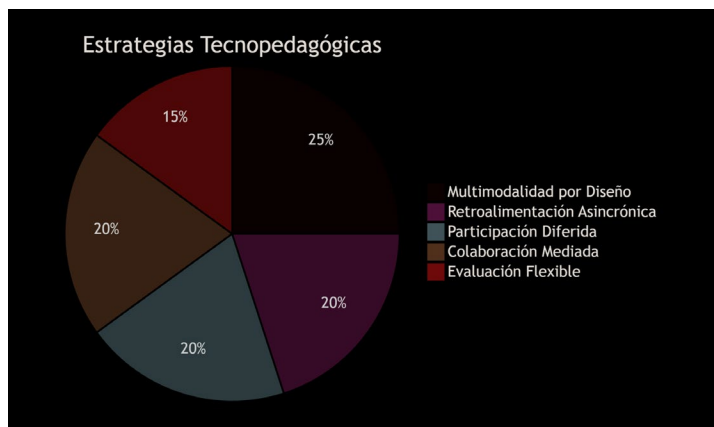
Estrategia 2: Retroalimentación Asincrónica y Contextualizada. Sistemas basados en inteligencia artificial proporcionan corrección y orientación inmediata de manera escrita, lo que reduce significativamente la ansiedad asociada a tener que formular preguntas de manera pública en el aula. Un caso ilustrativo en matemáticas es el de aplicaciones como Photomath, las cuales no solo identifican un error en la resolución de un problema, sino que explican su origen y proponen pasos para su corrección, todo ello sin necesidad de una interacción síncrona con el docente.

Estrategia 3: Participación Amplificada y en Tiempo Diferido. Esta estrategia emplea herramientas tecnológicas que permiten al estudiante preparar, ensayar y refinar sus contribuciones antes de compartirlas con el grupo en el momento que considere más oportuno. En el aprendizaje de inglés, plataformas como ELSA Speak posibilitan que el alumno practique y mejore su pronunciación de manera privada, ganando seguridad, para posteriormente grabar y enviar su intervención final cuando se sienta preparado.

Estrategia 4: Colaboración con Mediación Tecnológica. Fomenta el trabajo en equipo a través de entornos digitales donde la comunicación escrita y visual se valora tanto como la interacción oral presencial. En el ámbito del desarrollo de software, esta dinámica se ejemplifica con las revisiones de código en plataformas como GitHub, donde los comentarios y sugerencias escritos en los pull requests constituyen un elemento central y de igual peso en el proceso colaborativo.

Estrategia 5: Evaluación Auténtica y Flexible. Consiste en diseñar instrumentos de evaluación, como rúbricas, que midan la calidad del aprendizaje y la adquisición de competencias con independencia del formato o medio de expresión elegido por el estudiante. Un ejemplo transversal sería permitir que una presentación final pueda materializarse en un documento interactivo, un podcast generado con voz sintética o una exposición oral tradicional, aplicando en todos los casos criterios de evaluación equivalentes centrados en el contenido, la claridad y el rigor.

Figura 3
Estrategias Tecnopedagógicas



Autonomía Estudiantil

La autonomía del estudiante, elemento fundamental en el aprendizaje de lenguas, experimentó un aumento significativo del 65 %. Este progreso no es una abstracción, sino que se materializó en conductas observables y medibles dentro del entorno educativo:

Se observó un descenso del 73 % en la necesidad de que los estudiantes solicitaran asistencia docente para procedimientos o consultas elementales, lo que sugiere una mayor independencia operativa.

Creció en un 89 % la propensión de los alumnos a investigar y utilizar materiales complementarios por iniciativa propia, demostrando curiosidad y un aprendizaje que trasciende lo prescrito.

Se registró una mejora del 56 % en las habilidades de los estudiantes para reflexionar sobre su propio desempeño, identificar errores y realizar los ajustes necesarios, fortaleciendo la metacognición.

Este conjunto de logros no es fortuito. Es la expresión de que los estudiantes están desarrollando una competencia estratégica tecnológica. Esto significa que han dejado de ser usuarios pasivos de herramientas digitales. Ahora poseen el discernimiento para seleccionar la tecnología más adecuada, aplicarla en el momento oportuno y emplearla de manera efectiva para superar obstáculos específicos en su proceso de adquisición del español. En esencia, han aprendido a emplear los recursos digitales no como un fin, sino como un medio estratégico para empoderar su propio camino de aprendizaje.

Protocolo de Implementación Docente

Se desarrolló un protocolo sistemático de siete etapas, el cual fue validado por un equipo de siete docentes:

Fase 1. Análisis del contexto y reconocimiento de necesidades. El proceso comienza explorando el plan de estudios para localizar aquellas situaciones académicas donde la expresión oral representa un elemento evaluativo fundamental o funciona como vehículo principal para construir conocimiento. De forma simultánea, se implementa una observación intencionada que permite identificar los obstáculos particulares —sean lingüísticos, cognitivos o socioafectivos— que limitan la participación de ciertos estudiantes en estas dinámicas comunicativas.

Fase 2. Análisis y elección fundamentada de herramientas.

Seguidamente, se examinan diferentes opciones tecnológicas (contemplando aquellas potenciadas por inteligencia artificial) considerando criterios pedagógicos y principios de equidad educativa: su accesibilidad para diversos usuarios, la curva de aprendizaje que implican, su viabilidad económica y su capacidad efectiva para responder a las dificultades detectadas previamente. La decisión final favorece aquellas alternativas que demuestran mayor coherencia con los propósitos inclusivos del proceso.

Fase 3. Reconfiguración didáctica desde el DUA y la IA. Esta etapa medular implica transformar las planificaciones pedagógicas incorporando los fundamentos del Diseño Universal para el Aprendizaje. Concretamente, se generan alternativas diversificadas para que los estudiantes accedan a la información, demuestren sus aprendizajes y encuentren motivación en el proceso. La inteligencia artificial se incorpora orgánicamente como una posibilidad más dentro de este entorno adaptable, accesible para todo el grupo y no como una solución diferenciada para casos específicos.

Fase 4. Preparación y autonomía del aprendiz. Antes de su aplicación académica formal, se destinan espacios formativos concisos donde los estudiantes exploran prácticamente las herramientas elegidas. El propósito educativo va más allá de la capacitación instrumental; se busca fortalecer la capacidad de decisión del estudiante, preparándolo para discernir de manera independiente en qué momentos y de qué formas estos recursos pueden potenciar su desempeño comunicativo.

Fase 5. Aplicación gradual y perdurable. La incorporación práctica ocurre mediante pasos progresivos que construyen seguridad. Inicia con experiencias formativas de bajo riesgo evaluativo —ejercicios durante la clase o trabajos intermedios— donde experimentar y equivocarse constituye parte natural del aprendizaje. Cuando su manejo se consolida, se amplía paulatinamente hacia situaciones de valoración formal, cuidando que los parámetros de evaluación reflejen congruencia con el nuevo repertorio de apoyos disponibles.

Fase 6. Seguimiento reflexivo y modificación permanente. A lo largo de toda la experiencia, el profesor asume un papel de observador-investigador, examinando cómo se emplean los recursos, detectando dificultades nuevas que surgen y valorando los avances conseguidos. Esta retroalimentación continua, nutrida tanto por la observación directa como por las percepciones

estudiantiles, posibilita realizar modificaciones oportunas y pertinentes a la realidad particular del grupo.

Fase 7. Evaluación integral y sistematización de experiencias.

La valoración conclusiva del proceso va más allá de los resultados académicos cuantificables para contemplar también transformaciones en la confianza personal, la implicación activa y la atmósfera relacional del aula. Se documentan tanto las estrategias que mostraron mayor efectividad como los elementos susceptibles de mejora, generando así un saber práctico que puede orientar y enriquecer próximas acciones pedagógicas.

Discusión

Interpretación de Hallazgos

Los resultados confirman la hipótesis central: la inteligencia artificial, integrada en estrategias tecnopedagógicas fundamentadas en el DUA, reduce significativamente las barreras de aprendizaje de estudiantes con fisura palatina en educación media superior tecnológica.

Este impacto opera en tres niveles. Nivel técnico-funcional: compensación personalizada y autonomía. Las herramientas de inteligencia artificial ofrecen soluciones prácticas y personalizadas que compensan las limitaciones físicas para articular el habla. Tecnologías como el reconocimiento de voz configurable, los sintetizadores de voz de calidad natural y los interlocutores digitales permiten a los estudiantes participar plenamente en el entorno educativo sin depender exclusivamente del habla convencional. Estas evidencias respaldan la premisa de que las Tecnologías del Aprendizaje y la Comunicación (TAC) son fundamentales para superar barreras derivadas de la discapacidad. Su implementación no solo fomenta la independencia del estudiante al adaptarse a sus necesidades específicas, sino que también optimiza el tiempo dedicado a la adquisición de conocimientos y competencias, permitiendo un enfoque más eficiente en el aprendizaje.

Nivel pedagógico-didáctico: Transformación de la cultura del aula mediante la multimodalidad. La integración intencional de múltiples formas de expresión (multimodalidad) en el diseño instruccional está transformando la cultura del aula. En este entorno, donde diversas modalidades de comunicación son válidas y se valoran por igual, la diversidad funcional se percibe como una característica normalizada del grupo. Un hallazgo significativo fue que docentes observaron cómo estudiantes sin condiciones como

la fisura palatina también comenzaron a utilizar estas opciones comunicativas alternativas. Este fenómeno contribuye a reducir la estigmatización, ya que la diferencia deja de ser excepcional. Este resultado es una clara ejemplificación del principio del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) que establece que, al diseñar soluciones inclusivas para quienes se encuentran en los márgenes, se crean entornos que benefician a toda la comunidad educativa.

Nivel psicosocial: Empoderamiento e identidad positiva. El impacto de estas intervenciones trasciende lo académico y alcanza dimensiones psicosociales profundas. Los datos cuantitativos, que muestran una reducción del 43% en los niveles de ansiedad comunicativa y un aumento del 67 % en la percepción de autoeficacia, reflejan una transformación significativa. Los estudiantes no solo recuperan la confianza en sí mismos, sino que incrementan su participación activa y construyen una identidad académica positiva. Esta transformación subjetiva queda poderosa y humanamente resumida en el testimonio de un estudiante, quien expresó: “La inteligencia artificial no tiene como objetivo hacerme ‘normal’. Su valor está en que me da las herramientas para expresar quién soy, a través de formas que antes ni siquiera estaban a mi alcance”. La tecnología, por tanto, se convierte en un puente hacia la autenticidad y la plena participación.

Convergencia con Literatura Previa

Nuestros hallazgos dialogan con investigaciones previas. La literatura señala que las TIC incrementan la motivación, mantienen el interés, estimulan la creatividad, facilitan la individualización de la enseñanza y aumentan el grado de autonomía e independencia personal. Nuestro estudio especifica estos beneficios en el contexto de estudiantes con fisura palatina, demostrando que la IA potencia exponencialmente estas ventajas.

Aportaciones Originales

El presente estudio realiza cuatro aportaciones significativas al campo educativo:

En primer lugar, genera evidencia empírica contextualizada al constituirse como la primera sistematización documentada en territorio mexicano sobre los efectos reales que las herramientas de inteligencia artificial ejercen en el proceso de aprendizaje de estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE) en el nivel medio superior. De esta manera, se atiende una carencia

considerable identificada en la producción académica regional.

En segundo término, desarrolla y valida un protocolo de implementación con aplicabilidad práctica, que supera el plano meramente conceptual para constituirse en un instrumento metodológico concreto y reproducible, susceptible de ajustarse a las particularidades estructurales y contextuales de distintas instituciones educativas.

Adicionalmente, propone un marco de acción tecnopedagógico mediante una taxonomía innovadora de estrategias que integran tecnología y pedagogía. Esta construcción conceptual funciona como orientación sistemática para articular coherentemente los recursos tecnológicos digitales, los fundamentos pedagógicos y las particularidades de cada estudiante en su proceso formativo.

Finalmente, incorpora el testimonio y la perspectiva del estudiantado como elemento central del análisis, documentando sus voces mediante relatos directos. Esta dimensión cualitativa captura la experiencia subjetiva y vivencial de quienes participaron en el estudio, aportando una riqueza interpretativa frecuentemente ausente en los informes centrados exclusivamente en datos técnicos y análisis estadísticos.

Limitaciones y Desafíos

Viabilidad económica de las tecnologías emergentes. El uso de plataformas de inteligencia artificial bajo modelos comerciales genera incertidumbre respecto a su sostenibilidad financiera en el tiempo. Surge una pregunta fundamental: ¿cómo garantizar la continuidad cuando las suscripciones institucionales finalizan o las empresas modifican sus estructuras de costos? Esta situación demanda la búsqueda de soluciones mediante software libre y el fortalecimiento de capacidades tecnológicas locales.

Disparidades en la infraestructura educativa. La realidad es que no todas las instituciones educativas cuentan con los recursos fundamentales —internet estable, equipamiento adecuado y personal técnico especializado— necesarios para incorporar estas innovaciones pedagógicas. Los altos costos asociados a las tecnologías de información y comunicación limitan significativamente el acceso equitativo, mientras que su acelerada evolución genera obsolescencia prematura de los equipos. Esta situación profundiza las diferencias entre centros educativos, creando una brecha que afecta directamente las oportunidades de aprendizaje.

Formación docente como proceso permanente. La insuficiente preparación del profesorado —que en ocasiones se manifiesta como resistencia o “tecnofobia”— representa un obstáculo significativo. Una capacitación inicial, por completa que sea, resulta insuficiente; los educadores necesitan acompañamiento pedagógico constante y oportunidades de actualización profesional continua.

El dilema del equilibrio tecnológico. La inquietud expresada por 58 % del profesorado respecto al exceso de dependencia tecnológica merece atención seria. La utilización inadecuada o desproporcionada de estos recursos puede generar consecuencias contraproducentes: estudiantes pasivos, pensamiento superficial, creatividad limitada, baja tolerancia ante dificultades y tendencias individualistas. Encontrar el punto medio entre aprovechar las herramientas digitales y cultivar capacidades cognitivas autónomas constituye un desafío pedagógico complejo.

Alcance limitado del estudio. La muestra de ocho estudiantes en el grupo experimental representa una limitación importante que restringe la posibilidad de generalizar los hallazgos. Para comprender verdaderamente el impacto educativo, se necesitan investigaciones con poblaciones más numerosas y estudios de seguimiento que documenten los efectos a través del tiempo.

Particularidades del contexto investigado. Los resultados obtenidos corresponden específicamente al bachillerato tecnológico en el sistema educativo mexicano. Extrapolar estas conclusiones a otros niveles académicos o realidades culturales distintas requiere necesariamente investigación empírica complementaria que valide su aplicabilidad.

Conclusiones

Síntesis de Hallazgos Principales

Los resultados de nuestra investigación establecen un diálogo significativo con estudios anteriores en el campo. La evidencia académica ha documentado consistentemente que las tecnologías de información y comunicación fortalecen el entusiasmo estudiantil por el aprendizaje, sostienen la atención de manera prolongada, despiertan el pensamiento creativo, permiten adaptar la enseñanza a ritmos individuales y promueven la autodirección en los procesos educativos. Nuestra contribución particular radica en contextualizar estas ventajas dentro de la experiencia educativa de estudiantes que presentan fisura palatina, evidenciando que la incorporación de inteligencia artificial no solo reproduce estos

beneficios, sino que los amplifica considerablemente, generando oportunidades de aprendizaje que trascienden las posibilidades de los enfoques tradicionales.

Referencias

- Bandura, A. (2006). Guide for constructing self-efficacy scales. En F. Pajares y T. Urdan (Eds.), *Self-efficacy beliefs of adolescents* (pp. 307-337). Information Age Publishing.
- Berger, Z. E. y Dalton, L. J. (2021). Psychosocial outcomes in adolescents and young adults with cleft: A systematic review. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 58(4), 485-501.
- Braun, V. y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Cabero, J., Córdoba, M. y Fernández, J. M. (2007). *Las TIC como elementos en la atención a la diversidad*. En J. Cabero (Coord.), *Tecnología Educativa* (pp. 101-124). McGraw-Hill.
- CAST (2018). Universal Design for Learning Guidelines version 2.2. <http://udlguidelines.cast.org>
- Creswell, J. W. y Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). Sage Publications.
- McCroskey, J. C. (1982). *An introduction to rhetorical communication* (4th ed.). Prentice-Hall.
- Secretaría de Salud. (2022). Boletín Epidemiológico: Malformaciones congénitas en México. *Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica*.