

# Investigación y Cultura Académica

**Estrategia pedagógica mediada por entornos virtuales para la formación docente en la Carrera de Software en la atención a estudiantes con necesidades educativas especiales**

**Pedagogical strategy mediated by virtual environments for teacher training in the Software Engineering Major to attend to students with special educational needs**

**Estratégia pedagógica mediada por ambientes virtuais para a formação docente no Curso de Software na atenção a estudantes com necessidades educativas especiais**



Josue Daniel Clery Aguirre  
Universidad de Guayaquil  
<https://orcid.org/0000-0001-6018-7928>  
[josue.clerya@ug.edu.ec](mailto:josue.clerya@ug.edu.ec)



Carlos Eduardo González Rodríguez  
Universidad del Pacífico  
Universidad de Guayaquil  
<https://orcid.org/0009-0005-6663-9725>  
[carlos.eduardo.gonzalez@upacifico.edu.ec](mailto:carlos.eduardo.gonzalez@upacifico.edu.ec)



Eduardo Aladino Flor Calva  
Universidad de Guayaquil  
<https://orcid.org/0009-0005-3151-7808>  
[eduardo.florc@ug.edu.ec](mailto:eduardo.florc@ug.edu.ec)



Rodolfo Bohórquez Sánchez  
Universidad de Guayaquil  
<https://orcid.org/0009-0009-4725-7042>  
[rodolfo.bohorquezs@ug.edu.ec](mailto:rodolfo.bohorquezs@ug.edu.ec)



*Ciencias de la Educación*  
*Artículo de Investigación*

Cómo citar  
este artículo:

Clery Aguirre, J. D., González Rodríguez, C. E., Flor Calva, E. A., & Bohórquez Sánchez, R. (2026). Estrategia pedagógica mediada por entornos virtuales para la formación docente en la Carrera de Software en la atención a estudiantes con necesidades educativas especiales. *Investigación y Cultura Académica*, 2(2), 139–166.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.20616525>

## Estrategia pedagógica mediada por entornos virtuales para la formación docente en la Carrera de Software en la atención a estudiantes con necesidades educativas especiales

### Resumen

La inclusión educativa en la educación superior exige que los docentes de áreas técnicas adquieran competencias pedagógicas para atender la diversidad. El presente estudio aborda la formación de los profesores de la carrera de Software en la atención a estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE). El objetivo general fue evaluar el impacto de una estrategia pedagógica mediada por entornos virtuales de aprendizaje en el fortalecimiento de las competencias inclusivas de los docentes de la carrera de Software. La metodología aplicada siguió un enfoque mixto con un diseño pre experimental de tipo antes y después, empleando una muestra intencional de 22 docentes. La intervención consistió en el desarrollo de un programa formativo interactivo en la plataforma Moodle, estructurado en cuatro módulos enfocados en el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y pautas de accesibilidad digital. Los resultados procesados mediante la prueba de Wilcoxon demostraron una mejora estadísticamente significativa ( $p = 0.000$ ), donde el Índice Global de Competencia Inclusiva se elevó de una media inicial desfavorable de 2.42 a un promedio sobresaliente de 4.54 puntos tras la intervención. Se concluye que la mediación tecnológica a través de entornos virtuales facilita la actualización didáctica continua del profesorado técnico, derribando las barreras pedagógicas en las carreras informáticas y garantizando un entorno de aprendizaje equitativo para los estudiantes con NEE.

**Palabras clave:** Formación docente; inclusión educativa; necesidades educativas especiales; ingeniería de software; entornos virtuales de aprendizaje.

### Pedagogical strategy mediated by virtual environments for teacher training in the Software Engineering Major to attend to students with special educational needs

### Abstract

Educational inclusion in higher education requires teaching staff in technical areas to acquire pedagogical competencies to address diversity. This study addresses teacher training within the

Software Engineering major for attending to students with Special Educational Needs (SEN). The general objective was to evaluate the impact of a pedagogical strategy mediated by virtual learning environments on strengthening the inclusive competencies of faculty members in the Software Engineering major. The methodology followed a mixed approach with a pre-experimental before-and-after design, utilizing a purposive sample of 22 teachers. The intervention consisted of developing an interactive training program on the Moodle platform, structured into four modules focusing on the Universal Design for Learning (UDL) and digital accessibility standards. The results, processed using the Wilcoxon signed-rank test, showed a statistically significant improvement ( $p = 0.000$ ), where the Global Index of Inclusive Competence rose from an unfavorable initial mean of 2.42 to an outstanding average of 4.54 points after the intervention. It is concluded that technological mediation through virtual environments facilitates continuous didactic updating for technical faculty, breaking down pedagogical barriers in computer science majors and guaranteeing an equitable learning environment for students with SEN.

**Keywords:** Teacher training; educational inclusion; special educational needs; software engineering; virtual learning environments.

### Estratégia pedagógica mediada por ambientes virtuais para a formação docente no Curso de Software na atenção a estudantes com necessidades educativas especiais

### Resumo

A inclusão educacional no ensino superior exige que o corpo docente de áreas técnicas adquira habilidades pedagógicas para lidar com a diversidade. Este estudo aborda a capacitação de docentes de Engenharia de Software no apoio a estudantes com Necessidades Educativas Especiais (NEE). O objetivo geral foi avaliar o impacto de uma estratégia pedagógica mediada por ambientes virtuais de aprendizagem no fortalecimento das competências inclusivas de docentes de Engenharia de Software. A metodologia empregada seguiu uma abordagem mista com um delineamento pré-experimental, pré-pós, utilizando uma amostra intencional de 22 docentes. A intervenção consistiu no desenvolvimento de um programa de treinamento interativo na plataforma Moodle, estruturado em quatro módulos focados em Desenho Universal

para Aprendizagem (DUA) e diretrizes de acessibilidade digital. Os resultados, processados pelo teste de Wilcoxon, demonstraram uma melhora estatisticamente significativa ( $p = 0,000$ ), com o Índice Global de Competência Inclusiva elevando-se de uma média inicial desfavorável de 2,42 para uma média excelente de 4,54 pontos após a intervenção. Conclui-se que a mediação tecnológica por meio de ambientes virtuais facilita o desenvolvimento profissional contínuo do corpo

docente de áreas técnicas, superando barreiras pedagógicas em cursos de informática e garantindo um ambiente de aprendizagem equitativo para alunos com necessidades educacionais especiais.

**Palavras-chave:** Formação de professores; Inclusão educacional; necessidades educacionais especiais; engenharia de software; ambientes virtuais de aprendizagem.

## Introducción

En la actualidad, la educación superior enfrenta el desafío impostergable de consolidar entornos de aprendizaje verdaderamente inclusivos, equitativos y de calidad. A nivel internacional, marcos normativos y agendas globales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas enfatizan la necesidad de garantizar el acceso y la permanencia de todos los estudiantes en las aulas universitarias, prestando especial atención a aquellos que presentan Necesidades Educativas Especiales (NEE), ya sean estas asociadas o no a una discapacidad. Sin embargo, la brecha entre las políticas de inclusión y la práctica pedagógica real sigue siendo significativa, especialmente en disciplinas de las ciencias técnicas e informáticas.

La carrera de Ingeniería de Software de la Universidad de Guayaquil, se caracteriza por una tradición formativa predominantemente técnica, orientada al desarrollo de código, algoritmos y sistemas computacionales. Históricamente, el perfil del cuerpo docente en estas áreas corresponde a profesionales de la computación con una sólida preparación en su campo de especialidad, pero que con frecuencia carecen de una formación pedagógica formal en didáctica inclusiva, metodologías de atención a la diversidad y Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA). Esta limitación metodológica se agudiza cuando el docente debe realizar adaptaciones curriculares para estudiantes con NEE (como discapacidades sensoriales, motrices, o trastornos del neurodesarrollo), lo que puede comprometer el rendimiento académico y la retención de estos estudiantes en la educación superior.

La formación docente continua surge, por lo tanto, como el mecanismo idóneo para transformar esta realidad. No obstante, los métodos tradicionales de capacitación presencial suelen presentar limitaciones de tiempo y flexibilidad para el profesorado universitario. En este escenario, los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) y las plataformas de gestión del conocimiento digital ofrecen una alternativa estratégica viable. La mediación tecnológica no solo democratiza el acceso a la capacitación del profesorado, sino que además sitúa a los docentes de la carrera de Software en el rol de usuarios de entornos accesibles, permitiéndoles experimentar de primera mano cómo las tecnologías de la información pueden ser diseñadas y utilizadas para derribar barreras de aprendizaje.

A pesar de la relevancia de esta problemática, la literatura científica actual muestra una escasa producción orientada de manera específica a la capacitación de docentes de software en materia de inclusión educativa. La mayoría de las estrategias de formación docente en NEE se diseñan para las áreas de humanidades o educación básica, dejando un vacío metodológico en las facultades de ingeniería. Por ende, resulta imperativo diseñar e implementar alternativas formativas virtuales que articulen los fundamentos de la educación inclusiva con las particularidades didácticas de las ciencias de la computación.

Para dar respuesta a esta necesidad en el argumento de la educación técnica, el presente estudio plantea una alternativa de solución fundamentada en la gestión pedagógica virtual. El objetivo general de esta investigación es evaluar el impacto de una estrategia pedagógica mediada por entornos virtuales de aprendizaje en el fortalecimiento de las competencias inclusivas de los docentes de la carrera de Software para la atención efectiva a estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE).

### **Metodología**

El desarrollo de la presente investigación se fundamentó en un enfoque mixto (cualicuantitativo), el cual facilitó la recolección, el análisis y la vinculación de datos numéricos y descriptivos para comprender de manera integral el impacto de la estrategia propuesta. El diseño de la investigación fue de tipo preexperimental con un solo grupo, estructurado bajo la modalidad de pretest y posttest. Esta configuración metodológica permitió establecer una línea base respecto al estado de las competencias inclusivas de los docentes antes de la intervención mediada por el entorno virtual, para posteriormente contrastar dichos resultados con las mediciones obtenidas tras la ejecución del programa formativo.

### **Población y Muestra**

La población objeto de estudio estuvo constituida por la totalidad del cuerpo docente de la carrera de Ingeniería de Software de la institución de educación superior bajo análisis. Para la selección de la muestra, se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia o intencional, seleccionando un total de 22 docentes que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión, encontrarse en funciones de docencia activa frente

a grupo en la carrera de Software durante el periodo académico vigente; manifestar la voluntad de participar en el estudio mediante la firma de un consentimiento informado; y poseer acceso regular a las plataformas digitales de la institución. La caracterización de la muestra evidenció que el 68% de los participantes poseía una formación técnica pura de nivel de posgrado en ciencias de la computación, mientras que el 32% restante contaba con maestrías afines a los sistemas de información, denotando una marcada homogeneidad en la falta de formación pedagógica previa orientada a la inclusión.

### ***Variables e Indicadores de la Investigación***

A fin de operativizar el estudio y dar cumplimiento a los estándares de normalización métrica observados en las publicaciones de la Serie Científica de la UCI, se procedió a la definición conceptual y operacional de las variables intervinientes. La variable independiente quedó constituida por la Estrategia pedagógica mediada por entornos virtuales, definida operacionalmente como el conjunto estructurado de módulos formativos, recursos interactivos y actividades de aprendizaje distribuidos en una plataforma Moodle, orientados a la capacitación sobre el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y accesibilidad digital. Por su parte, la variable dependiente fue identificada como las Competencias inclusivas para la atención a las NEE, desglosada en tres dimensiones fundamentales para su medición cuantitativa.

A continuación, se detalla la operacionalización de las variables en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Operacionalización de las variables: estrategia pedagógica mediada por entornos virtuales y competencias inclusivas para la atención a las NEE*

Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
Variable Independiente: Estrategia pedagógica mediada por entornos virtuales	Gestión del Entorno Virtual	- Nivel de interactividad de los recursos pedagógicos. - Frecuencia de acceso y participación en foros y talleres. - Usabilidad de la plataforma LMS.	Registro de trazas de la plataforma (Moodle Analytics).
Variable Dependiente: Competencias inclusivas para la atención a las NEE	Dimensión Cognitivo-Teórica (Saber)	- Conocimiento de los fundamentos normativos y pedagógicos de la educación inclusiva. - Identificación de las tipologías de NEE	Cuestionario de Competencias Inclusivas Docentes (Pretest/Posttest).

	(asociadas o no a discapacidad).	
	- Comprensión de los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA).	
Dimensión Metodológica-Práctica (Saber Hacer)	- Capacidad para diseñar sílabos y planes de clase con adaptaciones curriculares específicas. - Selección y configuración de herramientas de software accesibles. - Evaluación del aprendizaje técnico considerando ritmos diversos.	Rúbrica de evaluación de productos didácticos inclusivos.
Dimensión Actitudinal-Axiológica (Saber Ser)	- Percepción sobre el derecho a la inclusión en carreras tecnológicas. - Disposición motivacional para atender la diversidad en el laboratorio. - Valoración de la accesibilidad digital como estándar técnico básico.	Escala tipo Likert de Actitud Docente ante la Inclusión.

Nota. *Elaboración propia a partir de los requerimientos metodológicos del estudio (2026).*

### **Instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de los datos empíricos, se diseñó y validó el Cuestionario de Competencias Inclusivas Docentes en Carreras de Software (CCID-CS). Este instrumento constó de un total de 24 reactivos estructurados bajo una escala de valoración tipo Likert de cinco puntos (desde "Totalmente en desacuerdo" hasta "Totalmente de acuerdo"). La validación de contenido se realizó mediante el juicio de cinco expertos en las áreas de educación inclusiva y tecnología educativa, obteniendo un coeficiente de validez de contenido de Hernández-Nieto (CVC) superior a 0.85 en todos los ítems. Asimismo, la confiabilidad del cuestionario fue evaluada mediante un estudio piloto con docentes no pertenecientes a la muestra final, arrojando un coeficiente Alfa de Cronbach global de 0.89, lo que certificó una consistencia interna óptima para su aplicación científica.

El proceso metodológico se dividió en tres fases consecutivas:

1. Fase Diagnóstica (Pretest): Aplicación automatizada del cuestionario a través de formularios digitales para determinar el nivel de partida de los 22 docentes muestreados.
2. Fase de Implementación (Intervención): Ejecución de la estrategia formativa a través del entorno virtual de aprendizaje durante un periodo de seis semanas, con un total de 40 horas cronológicas (20 horas síncronas de tutoría y 20 horas asíncronas de trabajo autónomo en plataforma).
3. Fase de Evaluación (Posttest): Reaplicación del mismo instrumento (CCID-CS) a los docentes participantes para cuantificar los cambios significativos inducidos por la estrategia pedagógica.

## Resultados

En correspondencia con el molde analítico de la revista, los datos derivados de la aplicación de los instrumentos pretest y posttest fueron procesados estadísticamente mediante el software estadístico SPSS. Debido al tamaño de la muestra ( $N=22$ ), se aplicó inicialmente la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para determinar la distribución de los datos. Al demostrarse una distribución no paramétrica en los puntajes acumulados de las dimensiones, se seleccionó la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para la contrastación de hipótesis del antes y el después con un nivel de significación estadística del 95% ( $\alpha = 0.05$ ).

### *Análisis del diagnóstico inicial (Pretest)*

Los resultados obtenidos en la fase diagnóstica preliminar revelaron deficiencias críticas en la preparación de los profesores de software para abordar la diversidad estudiantil. En la Dimensión Cognitivo-Teórica, el 73% de los docentes manifestó desconocer los lineamientos operativos del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) aplicados a las ciencias de la computación. Asimismo, en la Dimensión Metodológica-Práctica, un alarmante 81% de los encuestados afirmó que nunca había realizado una adaptación curricular formal en los componentes de programación estructurada o bases de datos para estudiantes con NEE específicas, tales como trastornos del neurodesarrollo (TDAH) o discapacidades sensoriales moderadas.

Los docentes encuestados argumentaron que sus perfiles profesionales como ingenieros o desarrolladores de software enfocaban tradicionalmente el rigor evaluativo en el funcionamiento estricto del código sintáctico, sin considerar las

barreras cognitivas o visuales que limitan el acceso de un estudiante con necesidades especiales a los entornos integrados de desarrollo (IDEs).

### ***Impacto de la Estrategia Pedagógica Virtual (Posttest)***

Tras la implementación de la estrategia formativa a través de los entornos virtuales, se observó una transformación sustancial en las competencias declaradas por los docentes. La plataforma virtual permitió a los ingenieros-docentes interactuar de forma flexible con simuladores de accesibilidad digital, guías de adaptación metodológica y metodologías de codificación accesible. Al procesar las respuestas del posttest, los indicadores de las tres dimensiones evaluadas mostraron incrementos estadísticamente significativos.

A continuación, la Tabla 2 presenta el contraste de los valores medios obtenidos antes y después de la intervención en las dimensiones analizadas

**Tabla 2**

*Contraste pretest-posttest del impacto de la estrategia pedagógica virtual en las competencias inclusivas docentes*

Dimensión Analizada	Media Pretest (Máx. 5.00)	Desviación Estándar (Pretest)	Media Posttest (Máx. 5.00)	Desviación Estándar (Posttest)	Incremento Neto	Valor Z (Wilcoxon)	Valor p (Sig.)
Dimensión Cognitivo-Teórica	2.14	0.45	4.58	0.31	+2.44	-4.113	0.000
Dimensión Metodológica-Práctica	1.86	0.52	4.32	0.38	+2.46	-4.119	0.000
Dimensión Actitudinal-Axiológica	3.27	0.61	4.72	0.22	+1.45	-3.984	0.000
Índice Global de Competencia Inclusiva	2.42	0.53	4.54	0.30	+2.12	-4.126	0.000

Nota. *Datos procesados a partir del instrumento CCID-CS (2026).*

Como se aprecia de manera fehaciente en la Tabla 2, el Índice Global de Competencia Inclusiva pasó de un promedio inicial desfavorable de 2.42 a una media sobresaliente de 4.54 puntos tras la mediación del entorno virtual. El análisis estadístico mediante la prueba de Wilcoxon corroboró la alta significación de este incremento en todos los casos ( $p = 0.000 < 0.05$ ), permitiendo rechazar formalmente la hipótesis nula y demostrando que la estrategia pedagógica influyó de manera directa en la mejora de las competencias del profesorado.

El cambio más pronunciado se localizó en la Dimensión Metodológica-Práctica (+2.46), lo cual resulta altamente relevante considerando que esta dimensión evalúa la capacidad operativa del docente de software para adecuar sus estrategias didácticas en el laboratorio de cómputo. Al finalizar la intervención, los docentes demostraron ser capaces de estructurar guías de laboratorio accesibles utilizando lectores de pantalla, configurando entornos de desarrollo con tipografías adaptadas para estudiantes con dislexia o baja visión, y flexibilizando las rúbricas de evaluación de proyectos de desarrollo de sistemas informáticos sin sacrificar las competencias núcleo de la ingeniería de software.

### ***Desglose operativo de la estrategia pedagógica virtual***

A fin de comprender la naturaleza de la intervención que propició el incremento significativo en las competencias inclusivas de los 22 docentes de la carrera de Software, es necesario detallar la arquitectura curricular de la Estrategia pedagógica mediada por entornos virtuales. La estrategia no se concibió como un repositorio estático de documentos, sino como un ecosistema de aprendizaje interactivo implementado sobre la plataforma institucional Moodle, estructurado en cuatro módulos técnico-pedagógicos interconectados.

Cada módulo combinó de manera equilibrada los fundamentos de las ciencias de la educación (didáctica, inclusión y NEE) con los entornos prácticos donde los docentes ejercen su labor (laboratorios de computación, lenguajes de programación y diseño de interfaces).

A continuación, se detalla la planificación curricular y operativa de la estrategia en la siguiente tabla.

**Tabla 3**

#### *Estructura curricular del programa virtual de formación docente inclusiva.*

Módulo	Objetivos Específicos	Contenidos Clave	Actividades de Aprendizaje Virtual	Horas (Síncronas / Asíncronas)
Módulo 1: Fundamentos de la Inclusión y Marco Legal en la Educación Técnica	Sensibilizar al docente sobre las normativas de inclusión y clasificar las NEE en el aula universitaria.	Modelos de la discapacidad y diversidad. Leyes de educación superior e inclusión.	Foro de debate y análisis de casos reales de estudiantes con NEE en ingeniería. Glosario colaborativo de	4h / 6h

			Tipologías de NEE (asociadas y no asociadas a discapacidad).	términos inclusivos.	
Módulo 2: El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) aplicado al Software	Adaptar los principios del (representación, acción/expresión motivación) a las asignaturas de programación y matemática.	tres DUA y las de lógica	Pautas e indicadores del DUA. Flexibilización del currículo de software. Estrategias didácticas multitarea para laboratorios de cómputo.	Taller de rediseño de un sílabo técnico aplicando pautas DUA. Co-evaluación formativa mediante rúbricas en plataforma.	6h / 4h
Módulo 3: Accesibilidad Digital y Entornos de Desarrollo Inclusivos	Capacitar en estándares internacionales de accesibilidad web (WCAG) y su uso como herramientas pedagógicas de inclusión.		Pautas de accesibilidad para contenido web. Lectores de pantalla (NVDA, JAWS) e IDEs accesibles. Herramientas de evaluación automática de código de accesibilidad.	Simulación interactiva de navegación sin visión (uso de lectores de pantalla). Auditoría de accesibilidad a los recursos didácticos propios del docente.	6h / 6h
Módulo 4: Evaluación Inclusiva y Adaptaciones de Proyectos Informáticos	Diseñar mecanismos de evaluación formativa y sumativa que reconozcan los ritmos diversos de aprendizaje sin perder el rigor técnico.		Ajustes razonables en rúbricas de programación. Evaluación basada en proyectos con roles diversificados. Gestión de la frustración y la ansiedad ante el error de sintaxis en NEE.	Simulación de defensas de proyectos de software con adaptaciones metodológicas. Elaboración del portafolio final de recursos inclusivos.	4h / 4h

Nota. Diseño curricular adaptado para el proyecto FCI (2026).

### **Descripción Detallada de la Intervención por Módulos**

#### **Módulo 1: Fundamentos de la Inclusión y Marco Legal en la Educación Técnica**

Este módulo inicial abordó la necesidad de desmitificar la inclusión educativa en el ámbito de las ingenierías. Tradicionalmente, los docentes con perfiles puramente técnicos tienden a asociar las Necesidades Educativas Especiales de forma exclusiva

con discapacidades físicas severas, asumiendo erróneamente que la carrera de Software es incompatible con estas condiciones.

A través de lecturas interactivas, videoconferencias síncronas y el análisis de casos de estudio, los profesores comprendieron el espectro de las NEE no asociadas a la discapacidad (como el Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad - TDAH, la dislexia, la discalculia y los trastornos de ansiedad), los cuales tienen una alta incidencia en las aulas universitarias y afectan directamente la capacidad de abstracción lógica requerida para la programación. El foro de discusión digital permitió colectivizar las experiencias previas de los docentes, identificando las barreras actitudinales institucionalizadas que era necesario erradicar.

### ***Módulo 2: El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) aplicado al Software***

El DUA constituyó el eje vertebral del cambio metodológico. Los docentes aprendieron a romper el esquema de la "clase magistral de código" (donde el profesor proyecta una línea de comandos en una pantalla y espera que el 100% de los estudiantes la procese al mismo ritmo). Aplicando el principio de Múltiples formas de representación, se entrenó a los profesores para que ofrecieran el material didáctico en formatos alternativos: diagramas de flujo interactivos, video tutoriales subtítulos con la explicación paso a paso del código y repositorios de software con comentarios detallados.

En cuanto a las Múltiples formas de acción y expresión, la estrategia virtual capacitó a los docentes para estructurar evaluaciones donde el estudiante con NEE pudiera demostrar su competencia lógica mediante la resolución algorítmica oral, la creación de pseudocódigo o el desarrollo modular en equipos de trabajo cooperativo, donde se asignarán roles adaptados a sus fortalezas individuales.

### ***Módulo 3: Accesibilidad Digital y Entornos de Desarrollo Inclusivos***

Este módulo representó el puente directo entre la pedagogía y la ingeniería informática. Aprovechando el perfil técnico de los docentes de la muestra, la formación se centró en la aplicación de las directrices WCAG (Web Content Accessibility Guidelines). Los docentes comprendieron que la accesibilidad no es un añadido opcional, sino un requisito de calidad en la ingeniería de software actual.

Al experimentar ellos mismos con herramientas como el lector de pantalla NVDA dentro de entornos de desarrollo integrados (IDEs) como Visual Studio Code o NetBeans, los profesores detectaron las inmensas barreras que imponen a un estudiante con baja visión o ceguera cuando no se configuran correctamente los contrastes de color, los tamaños de fuente o el etiquetado semántico del código. La actividad práctica consistió en que cada docente tomara una de sus guías de laboratorio habituales y la transformara en un documento digital 100% accesible, validado mediante herramientas automatizadas.

#### ***Módulo 4: Evaluación Inclusiva y Adaptaciones de Proyectos Informáticos***

La fase de cierre abordó el componente más sensible del proceso, la asignación de calificaciones y la acreditación de asignaturas técnicas. Se analizó cómo las rúbricas tradicionales de software suelen penalizar de forma severa el tiempo de entrega o la velocidad de mecanografía de código, factores que afectan desproporcionadamente a estudiantes con NEE de tipo motriz o con trastornos de aprendizaje que ralentizan el procesamiento cognitivo.

El módulo capacitó a los docentes para reconfigurar sus rúbricas de evaluación, priorizando la arquitectura lógica, la optimización algorítmica y el cumplimiento de requerimientos funcionales por encima de la velocidad temporal. Asimismo, se discutieron metodologías para mitigar la frustración y la ansiedad estudiantil que provoca la depuración de errores sintácticos complejos en entornos de desarrollo, promoviendo una retroalimentación docente de carácter formativo y constructivo.

#### **Discusión**

El contraste de los hallazgos empíricos obtenidos en esta investigación con la literatura científica contemporánea permite situar el impacto de la estrategia en una dimensión teórica y social más amplia. El incremento neto del Índice Global de Competencia Inclusiva (+2.12 puntos en la escala Likert, evidenciado en la Tabla 2) corrobora de manera contundente la tesis de que los docentes de ciencias técnicas no presentan una resistencia intrínseca a la inclusión, sino que sufren de un estado de "orfandad metodológica-pedagógica" debido a sus perfiles de formación inicial en ingeniería.

Los resultados coinciden plenamente con lo planteado por diversos autores a nivel latinoamericano, quienes señalan que la educación superior técnica ha operado históricamente bajo un modelo de homogeneidad académica, asumiendo que los estudiantes de ingeniería deben poseer un perfil de aprendizaje estandarizado. Al respecto, los datos de la fase diagnóstica (donde el 81% de los docentes afirmó no haber realizado nunca adaptaciones curriculares) concuerdan con estudios previos que demuestran que las facultades de ingeniería presentan los índices más bajos de aplicación de ajustes razonables en comparación con las facultades de ciencias sociales o de la salud. Esta brecha no se debe a una falta de ética profesional, sino a que los docentes técnicos tienden a confundir la "flexibilización metodológica" con la "pérdida de rigor científico", temiendo que al adaptar un examen de bases de datos o de redes se esté reduciendo el nivel de calidad exigido por el mercado laboral.

Sin embargo, la implementación de la estrategia a través de entornos virtuales demostró que es perfectamente factible articular el rigor de la ingeniería con la sensibilidad de la educación inclusiva. Al respecto, el uso de las tecnologías LMS como Moodle funcionó como un catalizador del aprendizaje por partida doble. Por un lado, dotó a la formación de la flexibilidad horaria que requiere el profesorado universitario (quien usualmente divide su tiempo entre la docencia, la investigación y la gestión administrativa). Por otro lado, obligó a los ingenieros-docentes a interactuar de manera directa con interfaces digitales diseñadas bajo criterios de usabilidad y accesibilidad, sirviendo como un modelo de "aprendizaje por modelado".

Un hallazgo particularmente valioso de este estudio radica en el comportamiento de la Dimensión Actitudinal-Axiológica, la cual, a pesar de haber partido de una media inicial moderadamente aceptable (3.27), se elevó a un nivel casi óptimo de 4.72 en el posttest. Esto demuestra que la capacitación técnica en pautas de accesibilidad digital y DUA actúa como un agente sensibilizador. Cuando un profesor de software comprende la fundamentación algorítmica de un lector de pantalla o las directrices internacionales de accesibilidad web, deja de ver a la inclusión educativa como una "imposición burocrática" de las autoridades universitarias y comienza a entenderla como un estándar de competencia profesional técnica e indispensable que él mismo debe modelar y transmitir a sus estudiantes.

No obstante, las bondades demostradas por la estrategia virtual, es necesario reconocer ciertas limitaciones observadas durante el proceso de intervención. Aunque la traza analítica de la plataforma Moodle registró una alta participación asíncrona, se identificaron cuellos de botella temporales en el Módulo 3 (Accesibilidad Digital), debido al tiempo requerido por los docentes para familiarizarse con la configuración técnica de las herramientas de asistencia informática. Esto sugiere que las futuras réplicas de este programa formativo deben extender la carga horaria práctica dedicada exclusivamente a la interacción con software accesible, garantizando un acompañamiento tecno-pedagógico personalizado para mitigar la curva de aprendizaje técnica de los docentes menos habituados a las interfaces adaptativas.

## Conclusiones

Se identificó una marcada carencia inicial en las competencias pedagógicas inclusivas de los docentes de la carrera de Software, caracterizada por un desconocimiento generalizado de los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y una escasa aplicación de adaptaciones curriculares en laboratorios de computación, lo cual ratifica la urgencia de diseñar programas de capacitación continua contextualizados a las ciencias técnicas.

La estrategia pedagógica mediada por entornos virtuales demostró ser una alternativa didáctica altamente eficaz, flexible y viable para la formación docente. La integración de módulos formativos estructurados que combinaron la sensibilización legal, el diseño curricular inclusivo y los estándares técnicos de accesibilidad digital, propició una asimilación holística de la inclusión por parte del profesorado de ingeniería.

La contrastación estadística formal mediante la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon confirmó un impacto altamente significativo de la intervención virtual en todas las dimensiones evaluadas ( $p = 0.000$ ). El incremento notable en la Dimensión Metodológica-Práctica ratifica que los docentes adquirieron capacidades operativas reales para rediseñar sus sílabos, guías de laboratorio y rúbricas de evaluación, garantizando un entorno accesible para estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE) sin detrimento del rigor técnico e informático de la carrera.

## Referencias

- Alba Pastor, C. (2019). *Diseño Universal para el Aprendizaje: Un modelo didáctico para una educación inclusiva*. Ediciones Morata.
- Arias, F. G. (2020). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (8va ed.). Episteme.
- Burgstahler, S. (2021). *Universal Design in Higher Education: From Principles to Practice*. Harvard Education Press.
- Fernández-Batanero, J. M., Montenegro-Rueda, M., & Tadeu, P. (2022). Competencias digitales docentes para la inclusión del alumnado con discapacidad en la educación superior. *Revista de Educación Inclusiva*, 15(1), 112-131.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2023). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2020). *Informe de seguimiento de la educación en el mundo 2020: Inclusión y educación: Todos y cada uno*. UNESCO.
- Seale, J. (2020). *E-learning and disability in higher education: Accessibility research and practice* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429461972>
- World Wide Web Consortium (W3C). (2025). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2*. W3C Recommendation. <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.