

Recursos táctiles y accesibles para la enseñanza de la gramática inglesa: una propuesta inclusiva

María Antonella Parodi

Unidad de Lenguas, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
E.S.E.T.P. N° 760 “Guardacostas Río Iguazú”

Liceo Militar General Roca

maria.antonella.parodi@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-7092-0163>

Jéssica Yanina Santibañez

E.S.E.T.P. N° 760 “Guardacostas Río Iguazú”

I.S.E.T. N° 812 “CeRET”

jessy.yanina@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-3531-2437>

Resumen

La accesibilidad en la enseñanza de lenguas extranjeras continúa siendo un desafío en instituciones educativas de Comodoro Rivadavia, especialmente para estudiantes con discapacidad visual. Este proyecto presenta el diseño y producción de materiales táctiles en braille e impresos en 3D destinados a la enseñanza de los tiempos verbales del inglés en niveles superiores, con posibilidad de adaptación a otros niveles educativos. A través del uso de herramientas digitales como OpenLIO y Tinkercad, junto con impresión 3D en filamento PLA, se desarrollaron catorce plantillas en relieve que permiten la exploración autónoma de estructuras gramaticales. El recurso, organizado en formato de llavero accesible, busca promover prácticas docentes inclusivas, reducir barreras de acceso al contenido y favorecer la participación plena de estudiantes con disminución visual. La propuesta se enmarca en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje y en los marcos normativos vigentes, aportando una solución replicable y sostenible para contextos educativos diversos.

Palabras clave:

Accesibilidad, braille, impresión 3D, gramática inglesa, inclusión educativa.

Abstract

Accessibility in foreign language teaching remains a significant challenge in educational institutions in Comodoro Rivadavia, particularly for students with visual impairments. This

project presents the design and production of tactile materials in braille and 3D printing aimed at teaching English verb tenses at the tertiary level, with the potential for adaptation to other educational levels. Using digital tools such as OpenLIO and Tinkercad, together with PLA 3D printing, fourteen raised templates were developed to allow students to explore grammatical structures autonomously. The resource, assembled as an accessible keychain, seeks to promote inclusive teaching practices, reduce barriers to content access, and foster full participation of visually impaired learners. The proposal is framed within the principles of Universal Design for Learning and current accessibility regulations, offering a replicable and sustainable solution for diverse educational contexts.

Keywords: Accessibility, braille, 3D printing, English grammar, educational inclusion.

Introducción

En la ciudad de Comodoro Rivadavia, Chubut, la inclusión educativa es un desafío constante, especialmente en el área de la enseñanza de lenguas extranjeras. En línea con la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (ONU, 2006), garantizar accesibilidad constituye una condición indispensable para una educación en igualdad de oportunidades. No obstante, la falta de materiales accesibles para estudiantes con disminución visual representa una barrera concreta y significativa en el aprendizaje del inglés. Actualmente, los contenidos suelen transmitirse de forma escrita y visual, lo que limita el acceso equitativo a la información de aquellos estudiantes que dependen del tacto o la audición para aprender.

Este proyecto tiene como propósito diseñar y producir material accesible en braille y en formato 3D de las estructuras gramaticales del inglés (tiempos verbales en presente, pasado y futuro) para favorecer la inclusión de estudiantes con disminución visual en nivel superior, siendo replicable en otros niveles educativos.

La propuesta surge ante la experiencia de tener un estudiante con dicha dificultad visual en el aula de la lengua extranjera Inglés, pudiéndose evidenciar la falta de accesibilidad/capacitación para la enseñanza adaptada. Es por esta razón, que con esta propuesta se busca garantizar la igualdad de oportunidades, brindar autonomía al estudiante y enriquecer las prácticas docentes en contextos inclusivos, teniendo en cuenta los fundamentos teóricos y normativos vigentes de accesibilidad e inclusión que respaldan la propuesta, el diseño y desarrollo del material, así como los resultados esperados y las proyecciones futuras.

Fundamentación

La garantía del derecho a la educación inclusiva para personas con discapacidad visual implica no sólo un marco normativo, sino también la implementación de estrategias concretas que aseguren la accesibilidad de los materiales educativos y la formación docente adecuada. Como señalan María Fernanda Pietroboni (2023), la incorporación de contenidos accesibles en

entornos digitales y virtuales permite superar barreras tecnológicas que dificultan la participación plena de estudiantes con discapacidad visual.

Asimismo, según María Emilia Toala Monge y Arturo Damián Rodríguez Zambrano (2024), la inclusión efectiva requiere adaptaciones curriculares, uso de tecnologías asistivas y políticas institucionales que promuevan entornos escolares inclusivos. En conjunto, estos estudios evidencian que la accesibilidad de materiales y la formación docente especializada son condiciones necesarias para transformar el derecho a la educación inclusiva en una práctica real y efectiva para estudiantes con discapacidad visual.

De la misma manera, normativas específicas como la Resolución CFE N.º 311/2016 reafirman el derecho de los estudiantes con discapacidad a estudiar en escuelas comunes, recibir apoyos pedagógicos adecuados y acceder a certificaciones escolares oficiales (Ministerio de Educación de la Nación, 2016), consolidando el compromiso del sistema educativo con la eliminación de barreras para el aprendizaje y la participación.

En el contexto de la provincia del Chubut, la Ley Provincial N° 5.413 crea el Sistema de Protección Integral de las Personas con Discapacidad, promoviendo la equiparación de oportunidades, la integración educativa y la accesibilidad a los entornos escolares (Provincia del Chubut, 2005). Asimismo, la Ley 746/2022 dispone la capacitación obligatoria en derechos de las personas con discapacidad para todos los trabajadores estatales, lo que refuerza el compromiso institucional con la inclusión. La Constitución Provincial del Chubut (Art. 30) reafirma el deber del Estado de garantizar educación y capacitación a todas las personas sin discriminación.

A nivel provincial, en los últimos años se han desarrollado iniciativas de gran relevancia, como las capacitaciones gratuitas en tecnologías para la inclusión de personas con discapacidad, promovidas por la Secretaría de Ciencia, Tecnología, Innovación Productiva y Cultura junto a la Dirección de Educación Especial. Dichas capacitaciones responden a la necesidad detectada en relevamientos provinciales de incorporar tecnologías accesibles en las aulas de educación especial y común (Secretaría de Ciencia y Tecnología del Chubut, 2023). Asimismo, el Laboratorio de Tecnologías Inclusivas (LTI) de Chubut trabaja desde el modelo social de la discapacidad, diseñando soluciones personalizadas de hardware y software que favorecen la autonomía de las personas (LTI Chubut, 2023).

Sin embargo, a pesar de estos marcos y avances provinciales, en la práctica persiste la falta de materiales específicos y accesibles para la enseñanza de la gramática inglesa en formatos braille y 3D dentro de las escuelas de la ciudad. Esta ausencia de recursos concretos evidencia una brecha entre las normativas vigentes y las posibilidades reales de acceso al aprendizaje para estudiantes con discapacidad visual.

La utilización de braille y de recursos táctiles, como la impresión 3D, constituye una estrategia pedagógica innovadora que combina tecnología y accesibilidad. Este enfoque se encuentra alineado con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), propuestos por CAST (2018), que promueven ofrecer múltiples formas de representación e interacción con los contenidos para garantizar el acceso de todos los estudiantes. En este marco, la creación de plantillas en braille y en relieve mediante impresión 3D permitirá que los estudiantes con discapacidad visual exploren las estructuras gramaticales del inglés de manera autónoma, aprovechando el canal táctil, al tiempo que se favorece el trabajo colaborativo en el aula y la sensibilización del grupo respecto de la diversidad funcional.

En la enseñanza de lenguas extranjeras, la accesibilidad sigue siendo un desafío. Investigaciones como las de Pietroboni (2021) señalan la necesidad de producir materiales accesibles para estudiantes con discapacidad visual mediante el uso de lectores de pantalla, braille y contenidos digitales adaptados. De manera complementaria, Martín y Verde (2017) demuestran que la digitalización y adaptación de textos en braille constituyen una estrategia efectiva para garantizar el acceso equitativo al aprendizaje.

Experiencias como las desarrolladas en el Centro de Rehabilitación y Biblioteca Popular “Luis Braille” de Bahía Blanca confirman que la utilización de materiales táctiles y auditivos mejora la participación y la comprensión de los contenidos para estudiantes ciegos o con baja visión (CONICET, 2023).

De esta manera, el proyecto no solo responde a un problema pedagógico concreto —la falta de materiales de gramática en inglés en formatos accesibles— sino que también contribuye al cumplimiento de normativas vigentes, promueve la equidad y genera un recurso tecnológico innovador y replicable en otras instituciones de Comodoro Rivadavia, Chubut y del país. Asimismo, la producción de plantillas táctiles y modelos tridimensionales fortalece la incorporación de tecnologías inclusivas dentro del aula, favoreciendo prácticas docentes alineadas con el Diseño Universal para el Aprendizaje.

Además, una vez desarrollados los modelos 3D, estos podrán compartirse en repositorios abiertos como Cults3D, Thingiverse o YouMagine, plataformas que permiten alojar y difundir archivos STL para impresión 3D, de manera gratuita o bajo licencia. Al tratarse de un desarrollo original, el producto también podrá registrarse en el Registro Nacional de la Propiedad Intelectual (Dirección Nacional del Derecho de Autor) o en el sistema de Registro de Desarrollos Inéditos del Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Nación, garantizando su resguardo legal y facilitando su futura transferencia a otras comunidades educativas.

En este marco, la propuesta se sustenta en la convergencia entre accesibilidad, tecnología educativa y enseñanza del inglés, promoviendo la creación de materiales inclusivos que respondan a un enfoque pedagógico, social y tecnológico.

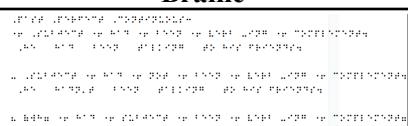
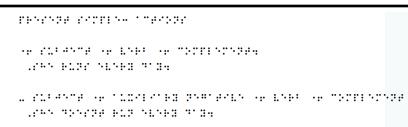
Diseño del producto tecnológico

El producto tecnológico consiste en el diseño y la producción de materiales accesibles en braille y en formato tridimensional para la enseñanza de las estructuras gramaticales del idioma inglés. El objetivo es generar recursos táctiles y visuales inclusivos que permitan a estudiantes con discapacidad visual comprender y manipular de forma concreta las distintas formas verbales (present, past y future tenses), sus estructuras y usos comunicativos.

El diseño contempla plantillas en relieve e impresas en 3D, que representarán las estructuras básicas de las oraciones afirmativas, negativas e interrogativas, acompañadas de etiquetas en braille y símbolos táctiles que faciliten la organización gramatical. Además, se prevé la creación de tarjetas de vocabulario y estructuras en braille, que podrán utilizarse en actividades interactivas de aula, y la incorporación de audios explicativos grabados por docentes de inglés para reforzar el aprendizaje auditivo y multimodal.

De este modo, el producto busca articular tecnología, pedagogía e inclusión, promoviendo la autonomía del estudiante y sensibilizando a toda la comunidad educativa sobre la importancia de la accesibilidad en el aula de lengua extranjera.

Tabla 1. *Ejemplo de producto:*

Tense (Tiempo Verbal)	Braille	STL Format
<p>Past perfect continuous: + Subject + had + been + verb -ing + complement. He had been talking to his friends. - Subject + had not + been + verb -ing + complement. He hadn't been talking to his friends. ? (WH) + had + subject + been + verb -ing + complement? (Why) Had he been talking to his friends?</p>		
<p>Present Simple: Actions + Subject + verb + complement. She runs every day.</p>		

<p>- Subject + auxiliary negative + verb + complement She doesn't run every day. ? (WH) + Auxiliary + subject + verb + complement? Why she run every day?</p>		
<p>Future Simple: + Subject + will + verb + complement. She will graduate from college next year. - Subject + will negative + verb + complement She will not graduate from college next year. ? (WH) + Will+ subject + verb + complement? - Will she graduate from college next year?</p>	<p>Placa de ejemplos</p> 	

Nota. Elaboración Propia.

Para el desarrollo del producto tecnológico se emplearon recursos digitales y materiales específicos vinculados al diseño accesible y a la impresión 3D. En primer lugar, se utilizó la plataforma online OpenLIO Braille Translator (<https://openl.io/es/translate/braille>) para convertir cada una de las estructuras gramaticales del inglés (tiempos verbales en presente, pasado y futuro) al sistema braille estandarizado. Posteriormente, dichas imágenes fueron trabajadas en el entorno de diseño Tinkercad, donde se transformaron en archivos SVG y luego se modelaron como plantillas tridimensionales listas para impresión.

El diseño final de cada placa táctil se exportó en formato STL, compatible con la mayoría de los softwares de impresión 3D. Para la producción física del material se utilizó una impresora 3D (modelo según disponibilidad institucional) con filamento PLA, elegido por su resistencia, ligereza, textura adecuada al tacto y accesibilidad económica.

Además, se emplearon herramientas propias del proceso de impresión, como software de laminado (slicer) para preparar los archivos STL y ajustar parámetros de impresión. Para el montaje final de las piezas se utilizaron aros metálicos o llavero tipo mosquetón, permitiendo agrupar las 14 plantillas y facilitar su transporte y manipulación por parte del estudiante.

El proceso de elaboración del material accesible se organizó en etapas consecutivas que integran diseño pedagógico, modelado digital y producción física:

1. Selección de los contenidos gramaticales.

Se definieron los tiempos verbales del inglés (present, past, future) que serían incluidos en el recurso accesible, priorizando claridad, utilidad y secuenciación pedagógica.

2. Conversión al sistema braille.

Cada estructura verbal fue ingresada en el traductor online OpenLIO, obteniendo la representación braille correspondiente en formato digital. Esta etapa garantizó la fidelidad del código utilizado.

3. Diseño digital de las plantillas.

Las imágenes exportadas del traductor fueron cargadas en Tinkercad, donde se transformaron en archivos SVG. Luego se procedió a modelar cada plantilla en relieve, definiendo dimensiones, espesor, alineación del texto braille y espacio para perforación de llavero.

4. Generación de archivos STL.

Una vez finalizado el diseño, cada modelo fue exportado en formato STL, adecuado para impresión 3D.

5. Preparación para impresión (slicing).

Los archivos STL fueron procesados en un software de laminado para ajustar parámetros como altura de capa, porcentaje de relleno, soportes y temperatura, en función del uso de filamento PLA.

6. Impresión 3D de las plantillas.

Se imprimieron las 14 piezas individuales, verificando la calidad del relieve braille y la legibilidad táctil mediante control de textura y altura.

7. Ensamblado del producto final.

Todas las plantillas se montaron en un llavero accesible, permitiendo al estudiante manipularlas de manera autónoma.

8. Validación pedagógica.

El material fue revisado en relación con su pertinencia didáctica, su legibilidad táctil y su funcionalidad dentro del aula de inglés.

Resultados e impacto esperado

La elaboración de las plantillas en braille y en relieve responde a una necesidad concreta: la ausencia de materiales accesibles para la enseñanza de la gramática inglesa en instituciones educativas de Comodoro Rivadavia. El principal resultado esperado es mejorar el acceso a los contenidos lingüísticos para estudiantes con discapacidad visual, permitiendo que exploren los tiempos verbales de manera autónoma mediante el canal táctil. Este recurso de apoyo directo contribuye a eliminar barreras que actualmente dificultan el aprendizaje y a garantizar una participación plena en las clases de inglés.

Asimismo, se espera un impacto significativo en las prácticas docentes, promoviendo enfoques pedagógicos más inclusivos y alineados con el Diseño Universal para el Aprendizaje. El material también favorecerá la sensibilización del grupo de estudiantes, fortaleciendo la construcción colectiva de entornos educativos más accesibles. A nivel institucional, el proyecto ofrece un modelo replicable que puede integrarse en distintas asignaturas o niveles, potenciando la innovación educativa mediante tecnología 3D y recursos accesibles.

Discusión y reflexión

El desarrollo del material permitió identificar tanto fortalezas como desafíos propios del trabajo con accesibilidad y tecnologías emergentes. Entre los aprendizajes más relevantes se destaca la importancia de articular conocimientos pedagógicos, tecnológicos y de accesibilidad, disponiendo tiempos específicos para la verificación de la legibilidad táctil, el diseño en relieve y el ajuste de parámetros de impresión.

No obstante, el proyecto también enfrentó limitaciones. Una de ellas fue la disponibilidad de equipamiento, ya que no todas las instituciones cuentan con impresoras 3D o materiales adecuados para producir recursos accesibles. Asimismo, la capacitación docente en accesibilidad táctil y diseño universal aún es incipiente, lo que demanda instancias formativas sostenidas para garantizar la continuidad del trabajo. A futuro, se identifica como posibilidad de mejora la incorporación de retroalimentación de estudiantes con discapacidad visual durante las etapas iniciales del diseño, así como la inclusión de audios descriptivos como complemento multimodal.

Conclusiones

El proyecto logró desarrollar un recurso tecnológico accesible que responde de manera concreta a una necesidad presente en las aulas de inglés: la falta de materiales adaptados para estudiantes con discapacidad visual. La producción de 14 plantillas en braille impresas en 3D y organizadas en un llavero accesible constituye un avance significativo en términos pedagógicos, tecnológicos y sociales, favoreciendo la autonomía del estudiante y fortaleciendo las prácticas docentes inclusivas.

Además, la experiencia permitió comprender el potencial de la impresión 3D y del diseño accesible como herramientas transformadoras en contextos educativos. Las proyecciones futuras incluyen la ampliación del recurso a otros contenidos lingüísticos, la incorporación de audios complementarios y la difusión del material en repositorios de acceso abierto, asegurando su disponibilidad para otras instituciones. En síntesis, este proyecto constituye un aporte real a la construcción de una educación más equitativa, accesible y alineada con las políticas de inclusión vigentes en la provincia y el país.

Declaración de uso de herramientas de Inteligencia Artificial

Para la elaboración del presente trabajo se utilizaron herramientas de Inteligencia Artificial generativa (ChatGPT, modelo GPT-5.1, OpenAI) exclusivamente como apoyo en la revisión lingüística, reformulación de párrafos y organización de ideas. El contenido conceptual, las decisiones metodológicas, el análisis y la redacción final del proyecto son responsabilidad exclusiva de las autoras, quienes verificaron de manera independiente toda la información incorporada. La herramienta no produjo contenido académico original ni reemplazó el proceso de investigación.

Referencias

- CAST. (2018). *Universal Design for Learning Guidelines version 2.2*. Recuperado de <http://udlguidelines.cast.org>
- CONICET. (2023). *Contenidos científicos en entornos de discapacidad visual: Experiencia inclusiva en educación no formal*. Repositorio Institucional CONICET Digital. Recuperado de <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/212622>
- Ley de Educación Nacional 26.206. (2006). Boletín Oficial de la República Argentina. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-26206-123542>
- Ley Provincial N° 5.413 de la Provincia del Chubut. (2005). Sistema Provincial de Protección Integral a las Personas con Discapacidad. Boletín Oficial de la Provincia del Chubut. Recuperado de <https://www.cofepres.org.ar/cofepres/index.php/biblioteca/biblioteca-legislacion/provincial/chubut/send/15-chubut/139-ley-5413-proteccion-integral-a-las-personas-con-discapacidad>
- Ley 746 de la Provincia del Chubut. (2022). Capacitación obligatoria en derechos de las personas con discapacidad. Boletín Oficial de la Provincia del Chubut. Recuperado de https://universojus.com/UJ-12694_ley-746-de-chubut
- LTI Chubut. (2023). *Laboratorio de Tecnologías Inclusivas*. Secretaría de Ciencia, Tecnología, Innovación Productiva y Cultura del Chubut. Recuperado de <https://ciencia.chubut.gov.ar/lti>
- Martín, S. G., y Verde, M. (2017). Inclusión educativa de personas con discapacidad visual a través del trabajo cooperativo y el voluntariado en la digitalización de textos. *Voces de la Educación*, 2(3), 1–15. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/12769>

Ministerio de Educación de la Nación. (2016). *Resolución CFE N° 311/16. Educación de estudiantes con discapacidad*. Consejo Federal de Educación. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/educacion/cfe/resoluciones/2016>

OpenAI. (2025). *ChatGPT* [Modelo de lenguaje grande]. Recuperado de <https://chat.openai.com>

Organización de las Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*. Recuperado de <https://sid-inico.usal.es/la-convencion-de-la-onu-sobre-los-derechos-de-las-personas-con-discapacidad/>

Pietroboni, M. F. (2021). La práctica docente con contenidos accesibles para estudiantes con discapacidad visual. *Trayectorias Universitarias*, 7(12), 21–35. Recuperado de <https://revistas.unlp.edu.ar/TrayectoriasUniversitarias/article/view/15361>

Pietroboni, M. F. (2023). La práctica docente con contenidos accesibles para estudiantes con discapacidad visual. *Trayectorias Universitarias*, 9(16), e126. <https://doi.org/10.24215/24690090e126>

Provincia del Chubut. (1957). *Constitución de la Provincia del Chubut*. Artículo 30. Recuperado de https://leyes-ar.com/constitucion_chubut/30.htm

Secretaría de Ciencia y Tecnología del Chubut. (2023). *Chubut desarrolla capacitaciones gratuitas en tecnologías para la inclusión de personas con discapacidad*. Gobierno de la Provincia del Chubut. Recuperado de <https://ciencia.chubut.gov.ar/chubut-desarrolla-capacitaciones-gratuitas-en-tecnologias-para-la-inclusion-de-personas-con-discapacidad>

Toala Monge, M. E., & Rodríguez Zambrano, A. D. (2024). Discapacidad visual e inclusión escolar: una revisión sistemática con PRISMA y VOSviewer. *Ibero-American Journal of Education & Society Research*, 4(1), 23–30. <https://doi.org/10.56183/iberoeds.v4i1.649>