

Proyecto IDiLyCo: Tecnologías Lingüísticas para la Inclusión Digital con un Enfoque Centrado en el Usuario

IDIyCo Project: Linguistic Technologies for Digital Inclusion with a User-Centered Approach

Raquel Hervás

Facultad de Informática / Instituto de Tecnología del
Conocimiento

Universidad Complutense de Madrid (UCM), España
raquelhb@fdi.ucm.es

Virginia Francisco

Facultad de Informática / Instituto de Tecnología del
Conocimiento

Universidad Complutense de Madrid (UCM), España
virginia@fdi.ucm.es

Recibido: 07.06.2024 | Aceptado: 24.06.2024

Palabras Clave

Inclusión digital
Lenguaje natural
Comunicación
Accesibilidad
Discapacidad
Simplificación
Resúmenes
CAA
Emociones
DCU

Resumen

El proyecto IDiLyCo tiene como objetivo facilitar la comunicación y el acceso a la información digital a personas con discapacidad que enfrentan dificultades con el lenguaje. Basado en experiencias previas en generación y procesamiento de lenguaje natural, el proyecto desarrolla soluciones tecnológicas para promover la inclusión digital de manera sencilla y configurable siguiendo una metodología de diseño centrada en el usuario. Las áreas exploradas incluyen la simplificación de textos, que permite reescribir textos complejos de forma más simple; la generación de resúmenes, que condensa los componentes esenciales de un texto; la comunicación aumentativa y alternativa, que facilita la comunicación a usuarios que no pueden usar el lenguaje natural; y el análisis de emociones, que identifica y clarifica las emociones en un texto. IDiLyCo se enfoca en acercar estas innovaciones a los usuarios finales mediante un ecosistema de servicios que facilita la inclusión digital y aplicaciones configurables según las necesidades de cada usuario. Esto permite a las personas con discapacidad acceder a herramientas adaptadas a sus necesidades y a los desarrolladores integrar estos servicios en sus implementaciones. Todas las aplicaciones y servicios del proyecto son gratuitos y de uso libre.

Keywords

Digital Inclusion
Natural Language
Communication
Accessibility
Disability
Simplification
Summarization
AAC
Emotions
UCD

Abstract

The IDiLyCo project aims to facilitate communication and access to digital information for people with disabilities who face language difficulties. Based on previous experiences in natural language generation and processing, the project develops technological solutions to promote digital inclusion in a simple and configurable way following a user-centered design methodology. Areas explored include text simplification, which allows complex texts to be rewritten in simpler ways; summary generation, which condenses the essential components of a text; augmentative and alternative communication, which facilitates communication for users who cannot use natural language; and emotion analysis, which identifies and clarifies emotions in a text. IDiLyCo focuses on bringing these innovations closer to final users through an ecosystem of services that facilitate digital inclusion and configurable applications according to the needs of each user. This allows people with disabilities to access tools adapted to their needs and developers to integrate these services into their implementations. All applications and services of the project are free and open to use.

1. Introducción

En la era de la información, la comunicación y el acceso a la información digital se han vuelto elementos fundamentales para el ejercicio de los derechos ciudadanos, la participación social y el desarrollo personal. Sin embargo, en muchas ocasiones esta nueva realidad tecnológica deja de lado a un sector importante de la población: las personas con diversidad funcional que, por diferentes motivos, encuentran dificultades para utilizar el lenguaje natural de forma convencional.

En la era de la información, la comunicación y el acceso a la información digital se han vuelto elementos fundamentales para el ejercicio de los derechos ciudadanos, la participación social y el desarrollo personal. Sin embargo, en muchas ocasiones esta nueva realidad tecnológica deja de lado a un sector importante de la población: las personas con diversidad funcional que, por diferentes motivos, encuentran dificultades para utilizar el lenguaje natural de forma convencional.

La inclusión digital, entendida como un movimiento social que busca democratizar el acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se convierte en un imperativo para garantizar la igualdad de oportunidades y la participación plena de todos los ciudadanos en la sociedad. En este contexto, el proyecto IDiLyCo (Inclusión Digital, Lenguaje Natural y Comunicación) surge como una iniciativa innovadora que busca acercar los avances en Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) a los usuarios finales con discapacidad, con el objetivo de facilitar la comunicación y el acceso a la información digital para personas con diversidad funcional.

El proyecto IDiLyCo, financiado por el MINECO y con fondos FEDER, se enfoca en la creación de un ecosistema de servicios y aplicaciones configurables que adaptan las soluciones tecnológicas a las necesidades específicas de cada usuario. La metodología seguida en el proyecto sigue un Diseño Centrado en el Usuario (DCU), contando con los usuarios finales en todos los pasos de la investigación y el desarrollo. Este enfoque permite a las personas con discapacidad acceder a herramientas personalizadas que les ayudan a superar las barreras de comunicación y acceder a la información de manera efectiva, y que además han sido desarrolladas teniendo en cuenta sus necesidades de primera mano.

Para cumplir este objetivo el proyecto explora diversas áreas dentro del PLN con alto potencial para la inclusión digital como la simplificación de textos, la generación de resúmenes, la comunicación aumentativa y alternativa (CAA) y el análisis de emociones. Estas tecnologías pueden proporcionar soluciones para diferentes tipos de discapacidades, desde la dificultad de comprensión lectora hasta la imposibilidad de expresarse verbalmente.

Las principales contribuciones del proyecto IDiLyCo son:

- Enfoque en el usuario final: IDiLyCo se centra en acercar los avances tecnológicos en el campo del PLN a las personas con diversidad funcional, asegurando que las soluciones sean útiles y fáciles de usar para estos colectivos.
- Ecosistema de servicios web: IDiLyCo va más allá del desarrollo de herramientas aisladas y propone la implementación de una API de servicios web que resuelven pequeños problemas de accesibilidad y se adaptan a las necesidades de cada usuario.
- Aplicaciones configurables: Las herramientas desarrolladas en el proyecto no son soluciones únicas, sino que pueden personalizarse para responder a las características específicas de cada persona.
- Software libre y gratuito: Todas las aplicaciones y servicios desarrollados en el marco del proyecto son gratuitos y de uso libre, promoviendo la accesibilidad y la democratización de la tecnología.

En este artículo se presentará el proyecto IDiLyCo profundizando en las áreas de trabajo de este, analizando los retos y desafíos encontrados durante su desarrollo, y destacando los resultados obtenidos en colaboración con los usuarios con discapacidad y usando un enfoque de diseño y desarrollo centrado en el usuario.

2. Marco teórico

El proyecto IDiLyCo se apoya en los significativos avances en los campos del procesamiento y la generación de lenguaje natural durante los últimos años. A continuación, se realiza una breve introducción teórica de las cuatro áreas fundamentales en las que se apoya el proyecto: simplificación de textos, generación de resúmenes, comunicación aumentativa y alternativa, y análisis emocional.

2.1 Simplificación de textos

La simplificación de textos (Al-Thanyyan & Azmi, 2022) surge con el objetivo de hacer que los textos sean más accesibles y comprensibles para una audiencia más amplia, incluyendo personas con dificultades de lectura, baja alfabetización y hablantes no nativos. En el ámbito de la accesibilidad, la simplificación de textos juega un papel crucial al facilitar la comprensión de la información para inmigrantes (Rets & Rogaten, 2021), personas con dislexia (Rello et al., 2013), o personas con alguna discapacidad que pueda afectar al uso del lenguaje (Bott & Saggion, 2012). Aunque existen organizaciones y entidades que se dedican a simplificar contenidos a formato de lectura fácil (noticias, libros, documentos), muchas de estas elaboraciones son principalmente manuales y el número de herramientas disponibles para automatizar el proceso es escaso, sobre todo en español.

La simplificación automática de textos implica la transformación automática de textos complejos en versiones más sencillas sin perder la información esencial (Saggion, 2017). Las técnicas de simplificación se dividen generalmente

en dos grandes categorías: léxicas y sintácticas. La simplificación léxica consiste en sustituir palabras difíciles o raras por sinónimos más comunes y fáciles de entender mientras que la simplificación sintáctica implica reestructurar frases complejas para hacerlas más cortas y sencillas de entender.

Con objeto de realizar la simplificación de los textos de manera automática o semiautomática, se pueden encontrar en la literatura diversos métodos y herramientas (Espinosa-Zaragoza et al., 2023), que en mayor o menor medida aprovechan los avances en los campos del PLN y el aprendizaje automático. Aunque los primeros sistemas de simplificación automática se basaban en reglas predefinidas (Chandrasekar et al., 1996), los enfoques más modernos intentan aprender las transformaciones a realizar utilizando corpus paralelos de oraciones originales-simplificadas alineadas (Vajjala & Lucic, 2018) (Zhang et al., 2020). En (Alva-Manchego et al., 2020) y (Al-Thanyyan & Azmi, 2022) se pueden encontrar estudios exhaustivos sobre estos enfoques. Los trabajos más recientes se apoyan en los modelos basados en redes neuronales profundas como los *Transformers* (Alissa & Wald, 2023) y los modelos de lenguaje preentrenados (Qiang et al., 2021) (Alarcon et al., 2021), que en la actualidad muestran resultados prometedores en la simplificación automática de textos.

A pesar de estos avances, la simplificación de textos enfrenta varios desafíos. La preservación del significado original, la coherencia del texto simplificado y la adaptación a diferentes públicos con necesidades específicas son algunos de los principales retos. Además, la evaluación de la efectividad de los métodos de simplificación sigue siendo un área de investigación activa. En el futuro, se espera que los avances en Inteligencia Artificial, en particular en modelos de lenguaje generativo y aprendizaje profundo, mejoren la calidad y precisión de la simplificación automática de textos. Sin embargo, en el momento de realizar este proyecto los modelos basados en redes neuronales profundas estaban dando sus primeros pasos y aún no existían resultados sólidos que se pudiesen aplicar en el proyecto, por lo que no se integraron este tipo de soluciones.

2.2 Generación de resúmenes

La generación de resúmenes busca condensar la información esencial de un texto largo en una versión más corta y manejable (Lloret & Palomar, 2012) (El-Kassas et al., 2021). Estos resúmenes se pueden clasificar en dos categorías principales: extractivos y abstractivos. Los resúmenes extractivos contienen frases o pasajes relevantes directamente del texto original combinados para formar el resumen, mientras que los resúmenes abstractivos capturan la esencia del documento original, reescribiendo y parafraseando el contenido. Los resúmenes abstractivos son más desafiantes ya que requieren una comprensión profunda del texto y habilidades avanzadas de generación de lenguaje natural.

Los enfoques tradicionales de generación de resúmenes automáticos se basan en técnicas de extracción de oraciones en función de heurísticas que reflejan la importancia de la oración en el documento (Gupta & Lehal, 2010). Después surgieron métodos basados en grafos que seleccionan las oraciones según su grado de conectividad en un grafo de conceptos en el que las aristas representan similitud semántica (Mallick et al., 2019) (Baralis et al., 2013). Estos enfoques permiten considerar relaciones semánticas más complejas entre los conceptos para detectar los temas principales del documento y seleccionar las oraciones relevantes para esos temas. Este tipo de enfoques son adecuados si queremos obtener un resumen extractivo. Para obtener resúmenes abstractivos surgieron los métodos basados en Redes Neuronales Recurrentes (RNNs) utilizados para modular la secuencialidad del texto (Chen & Nguyen, 2019). Los enfoques más actuales se basan en *Transformers* y modelos de atención que han revolucionado el campo del PLN (Guan et al., 2020) (Alomari et al., 2022). Estos modelos permiten modelar dependencias largas y capturar mejor el contexto del texto, lo cual es crucial para generar resúmenes abstractivos coherentes y precisos. Otro enfoque son los sistemas híbridos que combinan técnicas extractivas y abstractivas para aprovechar lo mejor de ambos enfoques (Lloret et al., 2013) (Rudra et al., 2019). Estos sistemas pueden extraer primero las partes más relevantes del texto y luego reescribirlas para mejorar la fluidez y cohesión del resumen.

En el ámbito de la accesibilidad, la generación de resúmenes se puede entender como un paso previo a la simplificación de textos. Un texto más simple debe contener la información esencial del texto original, eliminando información adicional o superflua que pueda confundir al lector con dificultades. Además, es fundamental garantizar que los resúmenes no solo sean concisos, sino también comprensibles y útiles para personas con diversas capacidades.

2.3 Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA)

La Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA) (Loncke, 2020) está orientada a usuarios que no pueden utilizar el lenguaje natural en ninguna de sus formas debido a discapacidades temporales o permanentes, o para los que el uso del lenguaje natural supone un esfuerzo importante. Los SAACs (Sistemas de Comunicación Aumentativa y Alternativa) se utilizan para complementar o sustituir el habla o la escritura cuando estas habilidades son insuficientes para la comunicación efectiva (Syriopoulou-Delli & Eleni, 2022). Estos sistemas son esenciales para mejorar la calidad de vida de personas con diversas condiciones, como autismo, parálisis cerebral, esclerosis lateral amiotrófica (ELA) y discapacidades intelectuales, entre otras.

En los últimos años, los SAACs han avanzado significativamente gracias a los avances en tecnología y ciencia cognitiva, incluyendo las tecnologías del lenguaje. Algunos de los enfoques y herramientas más relevantes

incluyen las aplicaciones que utilizan pictogramas y permiten a los usuarios comunicarse seleccionando imágenes que representan palabras o frases. Aunque los métodos de predicción de texto son las técnicas más extendidas para mejorar el ritmo de comunicación de las personas que utilizan SAACs debido a algún tipo de discapacidad motora o del habla (Garay-Vitoria & Abascal, 2006), solo se encuentran unos pocos casos en la literatura en los que se ha aplicado algún tipo de método de predicción a los pictogramas (García et al., 2015) (García et al., 2016) (Hervás et al., 2020).

Otro aspecto a tener en cuenta cuando se trabaja con SAACs basados en pictogramas es que en ocasiones las personas que necesitan los pictogramas para comunicarse se encuentran con que la información a la que quieren acceder está escrita en lenguaje natural. En estos casos, el disponer de aplicaciones que automáticamente puedan traducir texto a pictogramas, o pictogramas a texto, pueden suponer salvar una barrera de comunicación importante. Así, existen diferentes desarrollos que han explorado de diferentes maneras la traducción de texto a pictogramas, como AraWord (Baldassarri et al., 2014), AraTraductor (Bautista et al., 2017) y Text-to-Picto (Norré et al., 2021).

Una parte importante de la investigación en este ámbito se centra en mejorar la efectividad y accesibilidad de los SAACs como herramientas de comunicación. Los usuarios que se apoyan en estos sistemas necesitan mejorar sus posibilidades de interacción con las aplicaciones que ofrecen las TICs (buscadores, chats o redes sociales) pero sin restringirse únicamente a la utilización de medios y herramientas diseñados para su forma de comunicación, de modo que puedan interactuar de la manera más natural posible con el resto de los internautas. Sin embargo, actualmente aún encuentran multitud de barreras. Por ello, resulta necesario abordar desarrollos que garanticen la compatibilidad en el uso de nuevas tecnologías independientemente de los dispositivos utilizados y de la forma de representar el mensaje (texto o pictogramas). Desarrollar sistemas que se adapten dinámicamente a las necesidades cambiantes de los usuarios depende del uso de metodologías de diseño centrado en el usuario que consideren a los usuarios con diversidad funcional en todas las etapas del proceso y aseguren la personalización de estas herramientas.

2.4 Análisis emocional

El análisis emocional, también conocido como análisis de sentimiento, es una rama del PLN que se centra en identificar y extraer información subjetiva de textos (Birjali et al., 2021). Este tipo de análisis intenta identificar la actitud del escritor respecto a lo que escribe, ya sea evaluando si la información es objetiva o subjetiva, determinando su estado afectivo al escribir el texto, o identificando la emoción que trata de transmitir con lo escrito.

Las técnicas utilizadas para el análisis emocional han evolucionado significativamente con los avances en Inteligencia Artificial y aprendizaje automático. Los primeros métodos estaban basados en reglas predefinidas y diccionarios de sentimientos (Francisco & Gervás, 2013) (Poria et al., 2014). Sin embargo, estos métodos a menudo presentaban limitaciones en la gestión del contexto y la ambigüedad del lenguaje natural. Para abordar estos problemas surgieron los métodos basados en modelos estadísticos y aprendizaje automático (Agarwal & Mittal, 2016) (Alslaity & Orji, 2024), que aprenden a clasificar sentimientos a partir de datos etiquetados. Estos modelos son capaces de capturar patrones complejos en los datos, pero requieren grandes conjuntos de datos para entrenarse. En los últimos años, han proliferado los enfoques basados en redes neuronales y modelos de aprendizaje profundo (Yadav & Vishwakarma, 2020) (Basiri et al., 2021). Estos modelos captan contextos largos y matices sutiles del lenguaje, dando resultados más precisos y detallados.

En el ámbito de la accesibilidad, el análisis emocional tiene multitud de aplicaciones para mejorar la calidad de vida de personas con discapacidad. Por ejemplo, la detección de emociones en personas con discapacidades comunicativas, como el autismo o parálisis cerebral, pueden ayudar a los cuidadores y profesionales de la salud a comprender mejor los estados emocionales del individuo mediante sus interacciones textuales o vocales. Por otro lado, las personas con Trastornos del Espectro Autista (TEA) o síndrome de Asperger presentan un déficit significativo en la percepción de las emociones, que constituye un elemento esencial para contribuir al desarrollo afectivo y emocional del sujeto (Zunic et al., 2020).

3. Descripción del proyecto

La expansión de las nuevas tecnologías y el auge de la Sociedad de la Información han llevado a la sociedad actual hacia un entorno digital que se extiende a todos los sectores de actividad, desde la organización del trabajo hasta las relaciones sociales. Sin embargo, este entorno digital puede representar una barrera insalvable para ciertos colectivos, como las personas con diversidad funcional o discapacidad, que no pueden utilizar las tecnologías digitales en su forma actual. Es esencial enfrentar este desafío para garantizar el principio de accesibilidad universal y asegurar que todas las personas con discapacidad puedan participar plenamente en la Sociedad de la Información.

3.1. Objetivos

El objetivo general de IDiLyCo es facilitar la comunicación y el acceso a la información digital a colectivos que, por su discapacidad, puedan encontrar problemas al usar el lenguaje para comunicarse o acceder a ella. Basándose en experiencias previas en campos relacionados, el proyecto busca desarrollar soluciones tecnológicas concretas, fáciles de usar y altamente configurables, para promover la inclusión digital de personas

con diversidad funcional. Es crucial que estas soluciones sean personalizables, ya que las necesidades de cada persona pueden variar considerablemente, incluso dentro del mismo tipo de discapacidad. De ahí la importancia de seguir en todo momento una aproximación de Diseño Centrado en el Usuario (DCU).

Las áreas de investigación clave del proyecto son la simplificación de textos, la generación de resúmenes, la comunicación aumentativa y alternativa y el análisis de emociones. Los avances en cada una de estas áreas se integran para abordar los problemas específicos de los usuarios finales mediante un enfoque doble:

1. Desarrollo de servicios orientados a la inclusión digital: Estos servicios se publicarán como una API de servicios accesibles que encapsulará tareas complejas dentro de cada área, permitiendo a terceros utilizarlos sin necesidad de comprender los detalles técnicos de cada tarea.
2. Implementación de aplicaciones personalizables: Las aplicaciones desarrolladas serán altamente configurables según las necesidades individuales de los usuarios y utilizarán los servicios proporcionados por la API según sea necesario.

Este enfoque permite a los usuarios con diversidad funcional disponer de herramientas adaptables a sus necesidades personales, facilitando que ellos mismos, sus tutores o familiares, seleccionen y configuren los servicios necesarios. Además, permite a diseñadores y desarrolladores de nuevas herramientas integrar estos servicios en sus propias soluciones, reduciendo significativamente los costos de investigación y desarrollo de tecnologías accesibles.

El proyecto IDiLyCo se estructura en tres niveles de desarrollo, tal y como se muestra en la Figura 1:

1. Investigación: Enfocado en las tareas propias del Procesamiento del Lenguaje Natural (simplificación de textos, generación de resúmenes, comunicación aumentativa y alternativa, y análisis emocional).
2. Servicios: Aquí se alberga la API de servicios para la inclusión social, encapsulando tareas complejas dentro de cada área y permitiendo su uso por parte de terceros.
3. Aplicaciones: Desarrollo de aplicaciones tanto de comunicación como de acceso a la información, diseñadas para ser altamente configurables según las necesidades de cada usuario.

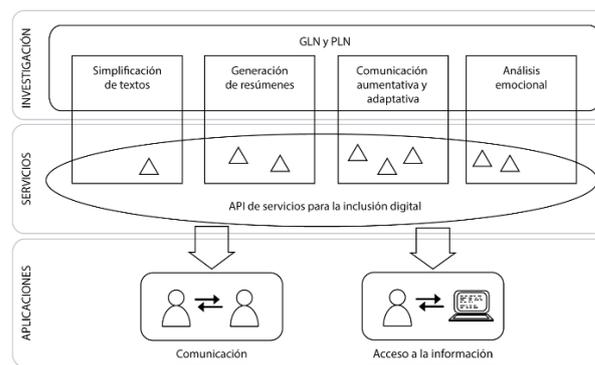


Figura 1: Esquema del proyecto IDiLyCo

3.2. Metodología

Con el objetivo de garantizar la inclusión de las personas con discapacidad, la metodología del proyecto se basa en un enfoque de investigación-acción participativa e iterativa, involucrando a las personas con discapacidad y a las entidades colaboradoras en todas las fases del proyecto. Esta metodología se estructura en cuatro fases principales:

1. Investigación de las áreas de trabajo según las necesidades de las personas con discapacidad.
2. Especificación de los servicios concretos a implementar.
3. Desarrollo de servicios y herramientas.
4. Evaluación de las implementaciones realizadas.

El proyecto adopta una metodología ágil, trabajando en estrecha colaboración con entidades interesadas y usuarios finales. Algunos de los principales socios con los que se ha trabajado en el proyecto son la Confederación Autismo España, la Asociación Asperger Madrid, la Asociación Autismo Sevilla y su colegio CEE Ángel Riviere, el Colegio de Educación Especial Estudio3 Afanias, la Asociación para la ayuda a la atención a las personas con parálisis cerebral (ATENPACE), la Confederación ASPACE y la Asociación Neurofuturo Segovia. Todas estas entidades mantienen contacto directo con los usuarios finales beneficiarios del proyecto y cuentan con profesionales expertos en las problemáticas de las personas con discapacidad. También se han realizado contactos con otras asociaciones y colegios con los que se espera poder seguir colaborando en el futuro.

Desde el punto de vista del trabajo con las entidades y los usuarios finales, se sigue además la metodología MeDeC@ (Hervás et al., 2019), formalizada en el marco del proyecto. MeDeC@ adapta los enfoques clásicos de diseño centrado en el usuario para el diseño y desarrollo de tecnologías de asistencia. El objetivo de esta metodología no es diseñar para un grupo amplio de usuarios, sino diseñar herramientas altamente personalizables para que puedan adaptarse fácilmente a situaciones específicas y pequeños grupos de usuarios. MeDeC@ se basa en tres principios básicos:

- Personalización: Las soluciones para las personas con discapacidad deben ser altamente configurables, ya que cada persona tiene capacidades y necesidades específicas que no siempre coinciden con las de los demás, incluso dentro de la misma discapacidad. Siguiendo el enfoque defendido por (Harper, 2007), se propone un diseño para uno en lugar de uno para todos.
- Interacción con usuarios y expertos: Aunque el usuario final de las tecnologías de apoyo es la persona con discapacidad, la experiencia demuestra que estos usuarios no siempre están disponibles, o pueden no estar dispuestos o capacitados para colaborar en el proceso de diseño. En esos casos, los expertos se convierten en un valioso recurso para obtener la información necesaria, convirtiéndose también en usuarios colaterales. Se integran no solo a los usuarios finales en los procesos de diseño e implementación, sino también a sus tutores, cuidadores y/o familiares expertos en sus necesidades y capacidades.
- Arquitecturas orientadas a servicios: MeDeC@ propone implementar aplicaciones de asistencia siguiendo una arquitectura orientada a servicios web. Este enfoque es especialmente adecuado por dos razones fundamentales. Primero, permite a los usuarios disponer de herramientas adaptables a sus necesidades personales, ya que la aplicación les ayudará a decidir qué servicios necesitan y cómo deben configurarse. Segundo, los diseñadores o programadores de nuevas aplicaciones de asistencia podrán integrar los servicios ya creados en sus implementaciones, reduciendo significativamente los costes de investigación y desarrollo de estas tecnologías accesibles.

Esta metodología abarca todas las etapas del diseño centrado en el usuario (captura de requisitos, diseño, implementación y evaluación), especificando para cada una de ellas las subtarefas y resultados a obtener, así como la forma de abordarlas desde el punto de vista del diseño de este tipo de aplicaciones.

4. Resultados

Desde el punto de vista del ecosistema de servicios, se propuso una solución basada en el concepto de “*API economy*”. Esta solución ofrece una mejor cobertura a las necesidades a largo plazo del proyecto, permitiendo la publicación de servicios simples y la localización, indexación y composición de estos servicios en soluciones más complejas. La API final desarrollada durante el proyecto IDiLyCo es accesible mediante dos tecnologías diferentes, ambas de ellas punteras en el ámbito de las APIs y las arquitecturas orientadas a servicios:

- Interfaz web (API) pública a través de OpenAPI: <https://holstein.fdi.ucm.es/nil-ws-api/>
- Interfaz web (API) pública a través de GraphQL: <https://holstein.fdi.ucm.es/nil-ws-api/graphql>

En las siguientes subsecciones se describen en detalle los resultados obtenidos en cada una de las áreas que abarca el proyecto, así como las aplicaciones desarrolladas y otros resultados adicionales.

4.1. Resultados en simplificación de textos

Se revisaron los trabajos desarrollados en el área de simplificación de textos para analizar las sinergias y aplicabilidad en la inclusión digital de las personas con discapacidad que precisan adaptación de contenidos en los textos con lo que se trabaja en el proyecto. Como parte de este trabajo, se realizó un estudio de servicios y tecnologías existentes a nivel léxico de cara a identificar palabras difíciles de un texto y simplificar el vocabulario de este, así como para traducir términos a pictogramas, lo cual enlaza con el área de la CAA.

En este área se han desarrollado los siguientes servicios:

- Palabras difíciles: decide si una palabra en castellano se considera difícil o no.
- Sinónimos: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de sinónimos.
- Antónimos: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de antónimos.
- Definiciones: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de definiciones.
- Traducción al inglés: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de traducciones posibles al inglés.
- Palabra difícil a sencilla: dada una palabra en castellano, devuelve un sinónimo que sea considerado palabra fácil.
- Hiperónimos fáciles: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de sus hiperónimos que, además, son palabras fáciles.
- Hipónimos fáciles: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de sus hipónimos que, además, son palabras fáciles.
- Ejemplos: dada una palabra en castellano, devuelve frases de ejemplo que contengan dicha palabra.

Además, algunas de las lecciones aprendidas durante el trabajo con los usuarios finales en las fases de investigación, diseño y prueba de los servicios y aplicaciones relacionadas con simplificación de texto son:

- Adaptación personalizada del texto: Para los usuarios es más útil guiar su propia adaptación del texto que recibir una simplificación genérica completa. Si no conocen una palabra o frase, les resulta más útil buscar simplificaciones específicas para esas dificultades en lugar de para todo el texto en general. Esto es importante porque personas con una misma discapacidad y nivel cognitivo no necesariamente enfrentan las mismas dificultades al acceder a un texto.
- Diversidad en las interacciones: Es importante que los usuarios puedan obtener las simplificaciones a través de diferentes tipos de interacciones. Por

ejemplo, para algunos usuarios es más fácil seleccionar un texto y activar sobre él las funcionalidades deseadas, mientras que para otros es más fácil escribir el texto problemático en espacios específicos habilitados para ello.

- Funcionalidades configurables: Las funcionalidades de las aplicaciones deben poder ser activadas o desactivadas según las necesidades de los usuarios. Por ejemplo, no todos los usuarios encontrarán útiles las definiciones o ejemplos, pero les confundirá tener muchas opciones disponibles que no saben usar.

4.2. Resultados en generación de resúmenes

Durante el proyecto se ha desarrollado un servicio web que permite la generación de resúmenes extractivos. Este servicio está basado en la utilización de la librería Grafeno (Sevilla et al., 2016) que permite la construcción y manipulación de grafos semánticos extraídos a partir de documentos. Esta librería se ha diseñado de forma modular para poder realizar distintas tareas basadas en grafos semánticos. En particular, el servicio anteriormente citado es un *workflow* concreto implementado para la generación de resúmenes extractivos que ha sido evaluado con una colección de resúmenes estándar. También se han desarrollado servicios web para la extracción de información de varias fuentes y su combinación para la generación de resúmenes multidocumento.

Con la intención de explorar la utilidad de la combinación de la simplificación y la generación de resúmenes para las personas con dificultades de acceso al lenguaje escrito, se ha prototipado una herramienta de apoyo para la generación de resúmenes fáciles de leer para personas con dificultades de comprensión. Para ello se han combinado los servicios con funcionalidades de generación de resúmenes extractivos y los que implementan técnicas básicas de simplificación como detección y sustitución de palabras difíciles.

Una de las principales lecciones aprendidas en este área fue que la generación de resúmenes por sí sola tiene menos utilidad que si se generan resúmenes adaptados a niveles de dificultad adecuados para colectivos concretos.

4.3. Resultados en Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA)

En el marco del proyecto se ha trabajado con dos sistemas alternativos y aumentativos diferentes: los pictogramas y la lengua de signos.

Desde el punto de vista de los pictogramas, se mantuvieron reuniones con las EPOs Confederación Autismo España y la Asociación Asperger Madrid de cara a identificar las necesidades específicas de estos colectivos. En concreto, se determinó que las personas con síndrome de Asperger no tienen necesidad del uso de pictogramas, ya que pueden desarrollar de manera normal la comunicación a través de lenguaje oral y escrito. Sin embargo, otros trastornos del

espectro autista distintos de Asperger sí requieren la comunicación en forma de pictogramas, por lo que en este área del proyecto nos centramos en ellos. Así, se ha determinado que la principal necesidad de este tipo de colectivos es el acceso a la información previamente existente en lenguaje natural (mayoritariamente escrito), y que por tanto las herramientas que les pueden resultar más útiles son aquellas que permiten la “traducción” de lenguaje escrito a pictogramas y viceversa. Para resolver ambos problemas se han implementado los siguientes servicios:

- Conversión palabra a pictograma: dada una palabra, devuelve el pictograma que le corresponde.
- Traducción texto a pictogramas: dado un texto, devuelve su traducción en pictogramas.
- Traducción de pictogramas a texto: dada una secuencia de pictogramas, devuelve su traducción a un texto en lenguaje natural.

Otra necesidad también importante es la de disponer de mecanismos que les faciliten expresarse a través del lenguaje pictográfico, e interactuar fácilmente con las aplicaciones informáticas mediante mecanismos de tipo barrido y dispositivos alternativos de acceso.

En cuanto a la lengua de signos, los usuarios se encuentran con problemas similares de traducción automática hacia y desde lenguaje natural. Por ello, se han implementado servicios de “traducción” de texto escrito en Lenguaje Natural (LN) a Lengua de Signos Española (LSE). En concreto, se han implementado los siguientes servicios:

- Conversión de palabra a imagen de la palabra en LSE: dada una palabra, devuelve la imagen en LSE que se corresponde con la palabra.
- Conversión de palabra a vídeo de la palabra en LSE: dada una palabra, devuelve un vídeo con la palabra en LSE.
- Traducción de frase en LN a una imagen con la frase en LSE: dada una frase, devuelve una imagen con la frase en LSE.
- Traducción frase en LN a vídeo con la frase en LSE: dada una frase, devuelve su traducción a LSE en un vídeo.

Además, algunas de las lecciones aprendidas durante el trabajo con los usuarios finales en las fases de investigación, diseño y prueba de los servicios y aplicaciones relacionadas con CAA son:

- Personalización de pictogramas: Es crucial permitir el uso de pictogramas o imágenes propias además de los conjuntos estándar como ARASAAC, ya que los usuarios pueden identificar así más fácilmente conceptos más personales como comidas o lugares conocidos, o a sus propios familiares.
- Soporte para usuarios en transición al lenguaje escrito: Los usuarios de pictogramas pero que están adquiriendo el lenguaje escrito pueden también beneficiarse de las utilidades de traducción para

comprobar si están escribiendo correctamente. Sin embargo, es importante considerar que suelen escribir con faltas de ortografía y confundiendo caracteres. Por ello, es útil utilizar la corrección ortográfica antes de intentar realizar las traducciones para evitar problemas con palabras mal escritas.

- Necesidad de una base de datos de LSE extensa: Es fundamental contar con una base de datos amplia y bien documentada de signos para cubrir un mayor espectro de palabras y frases en LSE. Esto facilita una traducción más precisa y útil para los usuarios.

4.4. Resultados en análisis emocional

Se realizó una revisión exhaustiva del estado del arte de la detección emocional en castellano, que se encuentra más retrasada que para el inglés, en búsqueda de herramientas que puedan ser utilizadas en el proyecto. Las conclusiones son que prácticamente no existen actualmente diccionarios afectivos en castellano que empleen categorías emocionales, ya que la mayoría están marcados con dimensiones emocionales que, por el grado de abstracción matemática involucrado, tendrían riesgo de ser excesivamente complejas de entender para los colectivos objetivo de este proyecto. Por ello, se ha utilizado el único diccionario encontrado con categorías emocionales básicas, pero ha sido necesario un trabajo de adaptación para los objetivos del proyecto. Además, se colaboró estrechamente con la Asociación Asperger Madrid dada la mayor dificultad que presentan las personas con síndrome de Asperger en la identificación y gestión de emociones.

Como resultado del estudio de las necesidades de los usuarios, se han implementado los siguientes servicios:

- Detección del grado de enfado: dado un texto, se determina si la emoción transmitida es de enfado o no. En caso de detectar enfado el servicio determina también el grado de dicha emoción.
- Detección de las emociones básicas asociadas a una palabra (varios servicios): dada una palabra, devuelve las distintas emociones asociadas a la misma y sus intensidades, la emoción mayoritaria o la emoción consensuada según el diccionario.
- Detección de las emociones básicas transmitidas en un texto: dado un texto, devuelve la emoción básica que mejor se ajuste a dicho texto.
- Palabras emocionales de un texto: dado un texto, devuelve la lista de palabras emocionales del mismo, sus emociones asociadas y sus intensidades.

Además, algunas de las lecciones aprendidas durante el trabajo con los usuarios finales en las fases de investigación, diseño y prueba de los servicios y aplicaciones relacionadas con el análisis emocional son:

- Identificación de emociones: Las personas con síndrome de Asperger a menudo tienen dificultades para interpretar emociones, lo que puede afectar su integración social. Por ejemplo, pueden no entender el tono de un compañero o jefe, o malinterpretar interacciones en redes sociales.

- Detección de carga emocional específica: Identificar la emoción general de un texto no es suficiente para abordar las necesidades mencionadas en el punto anterior. Es crucial que cualquier sistema de análisis emocional indique claramente en qué parte del texto está la carga emocional y de qué tipo es, facilitando así su interpretación.
- Terminología accesible: Los usuarios con discapacidad intelectual no comprenden términos como "emoción neutral" que usan comúnmente los investigadores. Por ello, es preferible utilizar terminología como "sin emoción".
- Tratamiento del lenguaje coloquial: Es importante que los sistemas puedan manejar lenguaje coloquial, incluyendo frases hechas y dobles significados, ya que las aplicaciones donde se necesita la interpretación emocional (redes sociales, blogs, chats) suelen contener este tipo de lenguaje.

4.5. Otros resultados adicionales

En el contexto del proyecto también se han desarrollado como servicios algunas funcionalidades de análisis de lenguaje que han demostrado ser útiles al poner en marcha otros servicios y aplicaciones. Estas funcionalidades son transversales a los distintos desarrollos y son usadas por varios de ellos. En concreto, se han desarrollado los siguientes servicios sobre la librería spaCy² y el recurso léxico WordNet (Miller, 1995):

- Análisis morfológico de palabra: analiza una palabra y devuelve los resultados de los análisis morfológicos de la misma.
- Análisis gramatical del texto: dado un texto devuelve distintos análisis gramaticales sobre el mismo (separación en oraciones, entidades nombradas, sintagmas nominales, ...)
- *Synsets* de Wordnet: devuelve distintas informaciones sobre *synsets* de Wordnet, como una lista de lemas que pertenecen al *synset*, y otros *synsets* que son hiperónimos o hipónimos del solicitado.

En conversaciones con expertos colaboradores del proyecto se identificó que el vehículo habitual de comunicación, actuación y formación de los expertos que trabajan con personas con dificultades de inclusión son pequeños textos en forma de historias. Estos textos se utilizan como herramienta de trabajo en dinámicas de terapia y formación. Durante estas reuniones, se reconoció la necesidad prioritaria de funcionalidades para la manipulación y generación dinámica de textos narrativos. En respuesta a esta necesidad, se desarrolló un servicio de generación de métricas narrativas que evalúa las propiedades del contenido narrativo. Este servicio puede recibir fragmentos estructurados de mensajes narrativos y devolver una lista de diferentes métricas sobre ellos.

² <https://spacy.io/>

Además, se identificó el potencial de utilizar figuras retóricas como metáforas o analogías para explicar conceptos desconocidos mediante la relación con conceptos conocidos. Estas soluciones combinan módulos de generación de lenguaje con modelos de asociaciones semánticas entre palabras y pueden combinarse con métricas de evaluación de la dificultad relativa de un concepto frente a otro para usuarios concretos o con la presentación de los resultados usando alternativas al lenguaje natural como son los pictogramas. Dentro de esta funcionalidad se desarrollaron los siguientes servicios:

- Metáforas: dada una palabra en castellano, devuelve metáforas adecuadas para dicha palabra que incluyan conceptos más fáciles de entender.
- Símbolos: dada una palabra en castellano, devuelve símbolos adecuados para dicha palabra que incluyan conceptos más fáciles de entender.

4.6. Aplicaciones creadas

Por otro lado, en el marco del proyecto se implementaron una serie de aplicaciones altamente configurables que usan los servicios anteriores según las necesidades de cada usuario. Todas las aplicaciones implementadas en el marco del proyecto IDiLyCo pueden encontrarse en <http://nil.fdi.ucm.es/aplicaciones/accesibilidad> y son gratuitas y de acceso libre.

ReadIt (Jiménez Corta, 2018) (Hervás et al., 2019) es una extensión para el navegador Chrome que permite a los usuarios navegar por el contenido original de cualquier otra web añadiéndole diferentes funcionalidades con el objetivo de facilitar la comprensión y simplificación de toda la información escrita. Cada una de estas funcionalidades usa alguno de los servicios implementados en la API, lo que permite gran flexibilidad para la introducción de nuevas funciones. ReadIt se evaluó con estudiantes con discapacidad intelectual y sus profesores en un aula de informática, y fue posible comprobar cómo la aplicación asistía a personas con diferentes habilidades de comprensión lectora. Los estudiantes y los profesores consideraron útiles todas las funcionalidades disponibles, especialmente algunas como el resumen o las definiciones. La interfaz también fue considerada simple y práctica, aunque los profesores señalaron que algunos términos en los menús y opciones podrían simplificarse. Un hallazgo interesante fue que ReadIt no solo facilitó a los usuarios la comprensión de los textos en una página web, sino que también promovió y fomentó su aprendizaje e independencia.

LeeFácil (Agüero Selva & Sande Soltero, 2019) está orientado a aquellas personas con discapacidad cognitiva que tienen dificultades lectoras y que se pueden beneficiar de un apoyo que les permita entender textos en cualquier lugar y sin necesidad de un ordenador. Para ello, se ha creado una aplicación móvil en la que el usuario, si tiene dificultades al entender un texto, sólo tiene que hacer una foto al texto que

no entiende e ir activando las distintas opciones de simplificación sobre este mismo texto que se carga en la aplicación (transformar un texto en pictogramas, convertir una palabra compleja en una más sencilla, obtener la definición de una palabra, ...). Esta aplicación usa los mismos servicios de la API que ReadIt y algunos extra, demostrando así la flexibilidad de la solución tecnológica empleada en el proyecto. La aplicación fue evaluada con estudiantes de un colegio de educación especial con discapacidad cognitiva pero que eran capaces de leer textos básicos. Aunque los usuarios tuvieron algunos problemas para capturar los textos que se les presentaban, en muchos casos debido a impedimentos motores, una vez que tenían el texto en la aplicación encontraron muchas de las funcionalidades muy útiles. Por ejemplo, expresaron que la opción de lectura en voz alta y la traducción de texto a pictogramas podrían ser muy útiles cuando se encuentran en entornos con muchas instrucciones o texto, como museos o lugares nuevos.

PICTAR (Martín Guerrero, 2018) (Martín et al., 2018) es un SAAC orientado a personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA), que facilita el trabajo con pictogramas y la elaboración de materiales en la educación especial. Para ello, la aplicación no sólo permite crear materiales basados en pictogramas de una manera cómoda y sencilla, sino que incluye capacidades de traducción de texto a pictogramas para facilitar el trabajo del usuario. La aplicación fue evaluada tanto con expertos en educación especial como con usuarios con discapacidad cognitiva que se comunican a través de pictogramas. Los resultados de estas evaluaciones demostraron que la herramienta puede ser útil no sólo para los profesores que desarrollan materiales en pictogramas, sino también para estudiantes con TEA que pueden trabajar con ella sus habilidades en alfabetización, comunicación y motivación.

Pict2Text (González Álvarez & López Pulido, 2019) es una aplicación que permite la traducción de textos escritos con pictogramas a lenguaje natural. Pict2Text posee un buscador de pictogramas que sirve para obtener los pictogramas con los que construir el mensaje que se desea traducir, y permite buscar los pictogramas de ARAASAC asociados a una determinada palabra que se colocan en el área del mensaje para ser traducidos a texto. En el proceso de generación del texto final se tienen en cuenta los pictogramas que puedan marcar temporalidad, género y número para realizar las concordancias adecuadamente. Las traducciones generadas por la aplicación fueron evaluadas utilizando cuatro corpus diferentes de textos en lenguaje natural con pictogramas. Los resultados mostraron que se obtuvieron correctamente traducciones sencillas, incluso teniendo en cuenta los pictogramas que indican temporalidad, género y número. Sin embargo, cuando los mensajes con pictogramas eran muy complejos, aún había margen de mejora.

CHATAACSApp (Gil García, 2015) es una herramienta tipo chat que permite a los usuarios comunicarse de forma sencilla y accesible a través tanto de texto como pictogramas. El primer punto clave de esta herramienta es su accesibilidad mediante dispositivos alternativos de entrada como el pulsador para adaptarse a la gran diversidad funcional motriz de un conjunto de usuarios potenciales. También ha sido importante la implementación de un sistema básico de traducción que permite la conversión automática de cualquier mensaje de texto a pictogramas y viceversa. Los mensajes podrán así ser redactados en formato pictográfico o en formato texto. Para ambos casos, el sistema cuenta con una funcionalidad básica de traducción automática de texto a pictograma y de pictograma a texto. Otro de los puntos clave de la herramienta es el almacenamiento de históricos de conversación por cada sesión de chat realizada.

PicTableros (López Gonzalo, 2019) es una herramienta online que permite generar plantillas de tableros de comunicación que luego podrán ser reutilizadas para crear tableros de comunicación específicos, agilizando así su creación. PicTableros puede generar las plantillas sin ningún tipo de restricción, permitiendo cambiar la posición y el tamaño de los elementos que las forman. Una vez generadas las plantillas, los usuarios pueden usarlas para crear tableros rápidamente cambiando textos o añadiendo los pictogramas específicos que puedan necesitar (por ejemplo, si tenemos una plantilla para tableros de elección, al crear un tablero concreto solo habría que modificar los pictogramas para las distintas opciones de elección). La aplicación fue evaluada con trabajadoras de la Asociación Autismo Sevilla o el Colegio Ángel Riviere, todas ellas familiarizadas con el uso de tableros de comunicación y con este tipo de herramientas. Las usuarias terminaron satisfechas con el uso de la herramienta, y el tiempo necesario para la creación de plantillas y tableros fue disminuyendo según avanzaban las pruebas. La aplicación les permitía generar plantillas muy similares a las que actualmente generan de manera manual, permitiendo digitalizar estos formatos para utilizarlos tantas veces como sea necesario.

EmoTraductor (Eugercios Suárez et al., 2018) (Hervás et al., 2019) es una aplicación orientada a personas con síndrome de Asperger que permite introducir un texto y obtener las emociones básicas presentes en dicho texto, así como identificar las palabras emocionales del mismo. El objetivo de EmoTraductor es ser una herramienta de apoyo para estos usuarios cuando tengan dudas sobre si un texto escrito transmite una u otra emoción, y poder identificar dónde está la carga emocional del mismo. La herramienta fue evaluada con usuarios con síndrome de Asperger y terapeutas de la Asociación Asperger Madrid. La aplicación la valoraron positivamente los terapeutas y los usuarios finales, aunque los resultados emocionales obtenidos para algunos textos no fueron precisos cuando había palabras con significados

ambiguos o negaciones. El lenguaje coloquial también resultó problemático para la aplicación.

AprendeFácil (Martín Berlanga & García Hernández, 2019) es una aplicación web destinada a ayudar a personas con dificultades de comprensión del lenguaje natural cuando encuentran un concepto que no pueden entender. La solución más fácil en este caso sería buscar el concepto desconocido en un diccionario. Sin embargo, esta no siempre es una solución adecuada para usuarios con discapacidades cognitivas, ya que las definiciones de los diccionarios suelen incluir vocabulario e ideas complejas que también son difíciles de entender. En AprendeFácil, el usuario puede buscar cualquier palabra difícil y obtener una definición usando un vocabulario más simple, comparaciones con otros conceptos simples mediante símiles y metáforas, y pictogramas. La aplicación fue evaluada con estudiantes con diferentes discapacidades cognitivas y sus profesores. Los resultados mostraron que la herramienta fue útil para los usuarios con niveles cognitivos más altos, ya que a veces las comparaciones requerían un nivel de abstracción complejo para entenderse. La comprensión de los conceptos también dependía de la polisemia, ya que las palabras con más significados diferentes eran también más complejas para los evaluadores.

El **termómetro de la ira** (Gil Moral, 2020) es una herramienta que se emplea con personas con discapacidad que tienen problemas de conducta. Dicha herramienta sirve para que la persona con problemas pueda identificar de forma visual lo enojado que está señalando en el termómetro su nivel de enfado. El terapeuta, según el nivel seleccionado por la persona, le da unas pautas determinadas para conseguir disminuir su nivel de enfado. Sin embargo, expertos en psicología nos indicaron que muchas veces a las personas con discapacidad les cuesta identificar su nivel de enfado, así que en esta aplicación los pacientes no tienen que señalar el nivel de enfado, sino que éste será detectado de forma automática. El usuario irá introduciendo frases en la aplicación y se detectará automáticamente su nivel de enfado a partir de los textos introducidos. La aplicación le dará pautas de actuación según el nivel detectado.

5. Conclusiones finales

El proyecto IDiLyCo ha tenido un impacto significativo en el ámbito de la inclusión digital de personas con discapacidad cognitiva, tanto desde un punto de vista técnico como científico y social.

Desde el punto de vista técnico, el proyecto ha desarrollado un ecosistema de servicios y herramientas que facilitan la inclusión digital de las personas con discapacidad cognitiva. Este ecosistema se basa en una aproximación de "API economy" y utiliza la metodología MeDeC@, diseñada específicamente para el desarrollo de tecnologías de asistencia para personas con discapacidad cognitiva. Las herramientas

desarrolladas son altamente configurables y se adaptan a las necesidades de cada usuario.

Desde el punto de vista científico, el proyecto ha avanzado en la investigación de las áreas de trabajo involucradas (simplificación de textos, generación de resúmenes, comunicación aumentativa y alternativa y análisis de emociones) desde el punto de vista de su aplicación al problema de la inclusión digital de las personas con discapacidad. Las lecciones aprendidas serán útiles para otros investigadores en este campo, y servirán como base para las futuras investigaciones en los campos de la discapacidad y la accesibilidad a través del lenguaje.

Desde el punto de vista social, el proyecto ofrece herramientas que pueden influir positivamente en la vida de las personas con discapacidad, mejorando su acceso a la información digital y su comunicación mediante las tecnologías modernas. Estas herramientas pueden ayudar a las personas con

discapacidad cognitiva a ser más independientes, participar más plenamente en la sociedad y mejorar su calidad de vida.

Todas las aplicaciones implementadas en el marco del proyecto IDiLyCo pueden encontrarse en <http://nil.fdi.ucm.es/aplicaciones/accesibilidad> y son gratuitas y de uso libre. También está públicamente disponible el ecosistema de servicios implementado para su uso por terceros en <https://holstein.fdi.ucm.es/nil-ws-api/>.

El proyecto IDiLyCo es un ejemplo de cómo la tecnología puede ser utilizada para mejorar la vida de las personas con discapacidad. Es importante que la sociedad en general tome conciencia de la importancia de la inclusión digital de las personas con discapacidad y que se continúe investigando en este área. Por ello, se necesitan nuevas herramientas y servicios que se adapten a las necesidades específicas de estas personas y que les permitan participar plenamente en la sociedad digital.

Referencias

- Agarwal, B., & Mittal, N. (2016). Machine Learning Approach for Sentiment Analysis (pp. 21-45). https://doi.org/10.1007/978-3-319-25343-5_3
- Agüero Selva, E. M., & Sande Soltero, I. (2019). Asistente móvil para la interpretación de texto dirigido a personas con discapacidad cognitiva. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/15193>
- Alarcon, R., Moreno, L., & Martinez, P. (2021). Lexical Simplification System to Improve Web Accessibility. *IEEE Access*, 9, 58755-58767. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3072697>
- Alissa, S., & Wald, M. (2023). Text Simplification Using Transformer and BERT. *Computers, Materials & Continua*, 75(2), 3479-3495. <https://doi.org/10.32604/cmc.2023.033647>
- Alomari, A., Idris, N., Sabri, A. Q. M., & Alsmadi, I. (2022). Deep reinforcement and transfer learning for abstractive text summarization: A review. *Computer Speech & Language*, 71, 101276. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2021.101276>
- Alslaity, A., & Orji, R. (2024). Machine learning techniques for emotion detection and sentiment analysis: current state, challenges, and future directions. *Behaviour & Information Technology*, 43(1), 139-164. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2156387>
- Al-Thanyyan, S. S., & Azmi, A. M. (2022). Automated Text Simplification. *ACM Computing Surveys*, 54(2), 1-36. <https://doi.org/10.1145/3442695>
- Alva-Manchego, F., Scarton, C., & Specia, L. (2020). Data-Driven Sentence Simplification: Survey and Benchmark. *Computational Linguistics*, 46(1), 135-187. https://doi.org/10.1162/coli_a_00370
- Baldassarri, S., Rubio, J. M., Azpiroz, M. G., & Cerezo, E. (2014). AraBoard: A Multiplatform Alternative and Augmentative Communication Tool. *Procedia Computer Science*, 27, 197-206. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.023>
- Baralis, E., Cagliero, L., Mahoto, N., & Fiori, A. (2013). GraphSum: Discovering correlations among multiple terms for graph-based summarization. *Information Sciences*, 249, 96-109. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.06.046>
- Basiri, M. E., Nemati, S., Abdar, M., Cambria, E., & Acharya, U. R. (2021). ABCDM: An Attention-based Bidirectional CNN-RNN Deep Model for sentiment analysis. *Future Generation Computer Systems*, 115, 279-294. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.08.005>
- Bautista, S., Hervás, R., Hernández-Gil, A., Martínez-Díaz, C., Pascua, S., & Gervás, P. (2017). Aratractor: text to pictogram translation using natural language processing techniques. *Proceedings of the XVIII International Conference on Human Computer Interaction*, 1-8. <https://doi.org/10.1145/3123818.3123825>
- Birjali, M., Kasri, M., & Beni-Hssane, A. (2021). A comprehensive survey on sentiment analysis: Approaches, challenges and trends. *Knowledge-Based Systems*, 226, 107134. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107134>

- Bott, S., & Saggion, H. (2012). Automatic Simplification of Spanish Text for e-Accessibility (pp. 527-534). https://doi.org/10.1007/978-3-642-31522-0_79
- Chandrasekar, R., Doran, C., & Srinivas, B. (1996). Motivations and Methods for Text Simplification. COLING 1996 Volume 2: The 16th International Conference on Computational Linguistics. <https://aclanthology.org/C96-2183>
- Chen, L., & Nguyen, M. Le. (2019). Sentence Selective Neural Extractive Summarization with Reinforcement Learning. 2019 11th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE), 1-5. <https://doi.org/10.1109/KSE.2019.8919490>
- El-Kassas, W. S., Salama, C. R., Rafea, A. A., & Mohamed, H. K. (2021). Automatic text summarization: A comprehensive survey. *Expert Systems with Applications*, 165, 113679. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113679>
- Espinosa-Zaragoza, I., Abreu-Salas, J., Lloret, E., Moreda, P., & Palomar, M. (2023). A Review of Research-Based Automatic Text Simplification Tools. In R. Mitkov & G. Angelova (Eds.), *Proceedings of the 14th International Conference on Recent Advances in Natural Language Processing* (pp. 321-330). INCOMA Ltd., Shoumen, Bulgaria. <https://aclanthology.org/2023.ranlp-1.36>
- Eugercios Suárez, G., Gutiérrez Merino, P., & Kaloyanova Popova, E. (2018). Análisis emocional para la inclusión digital. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/20574>
- Francisco, V., & Gervás, P. (2013). EmoTag: An Approach to Automated Markup of Emotions in Texts. *Computational Intelligence*, 29(4), 680-721. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8640.2012.00438.x>
- Garay-Vitoria, N., & Abascal, J. (2006). Text prediction systems: a survey. *Universal Access in the Information Society*, 4(3), 188-203. <https://doi.org/10.1007/s10209-005-0005-9>
- Garcia, L. F., de Oliveira, L. C., & de Matos, D. M. (2016). Evaluating pictogram prediction in a location-aware augmentative and alternative communication system. *Assistive Technology*, 28(2), 83-92. <https://doi.org/10.1080/10400435.2015.1092181>
- García, P., Lleida, E., Castán, D., Marcos, J. M., & Romero, D. (2015). Context-Aware Communicator for All (pp. 426-437). https://doi.org/10.1007/978-3-319-20678-3_41
- Gil García, E. M. (2015). INTERacción comunicativa en mensajería instantánea bajo sistemas SAACs. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/36495>
- Gil Moral, A. (2020). Termómetro emocional para medir la ira a partir de su fisiología. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/9090>
- González Álvarez, S., & López Pulido, J. M. (2019). Traductor de pictogramas a texto. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/15223>
- Guan, W., Smetannikov, I., & Tianxing, M. (2020). Survey on Automatic Text Summarization and Transformer Models Applicability. 2020 International Conference on Control, Robotics and Intelligent System, 176-184. <https://doi.org/10.1145/3437802.3437832>
- Gupta, V., & Lehal, G. S. (2010). A Survey of Text Summarization Extractive Techniques. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, 2(3). <https://doi.org/10.4304/jetwi.2.3.258-268>
- Harper, S. (2007). Is there design-for-all? *Universal Access in the Information Society*, 6(1), 111-113. <https://doi.org/10.1007/s10209-007-0071-2>
- Hervás, R., Bautista, S., Méndez, G., Galván, P., & Gervás, P. (2020). Predictive composition of pictogram messages for users with autism. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11(11), 5649-5664. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-01925-z>
- Hervás, R., Francisco, V., Méndez, G., & Bautista, S. (2019). A User-Centred Methodology for the Development of Computer-Based Assistive Technologies for Individuals with Autism (pp. 85-106). https://doi.org/10.1007/978-3-030-29381-9_6
- Jiménez Corta, L. (2018). Herramienta de apoyo a la navegación web para personas con discapacidad. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/20592>
- Lloret, E., & Palomar, M. (2012). Text summarisation in progress: a literature review. *Artificial Intelligence Review*, 37(1), 1-41. <https://doi.org/10.1007/s10462-011-9216-z>
- Lloret, E., Romá-Ferri, M. T., & Palomar, M. (2013). COMPENDIUM: A text summarization system for generating abstracts of research papers. *Data & Knowledge Engineering*, 88, 164-175. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2013.08.005>
- Loncke, F. (2020). *Augmentative and alternative communication: Models and applications*. Plural publishing.
- López Gonzalo, C. (2019). Tablero de comunicación configurable basado en pictogramas. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/15203>
- Mallick, C., Das, A. K., Dutta, M., Das, A. K., & Sarkar, A. (2019). Graph-Based Text Summarization Using Modified TextRank (pp. 137-146). https://doi.org/10.1007/978-981-13-0514-6_14

- Martín, A., Hervás, R., Méndez, G., & Bautista, S. (2018). PICTAR: Una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas. XIX International Conference on Human-Computer Interaction (Interacción 2018).
- Martín Berlanga, I., & García Hernández, P. (2019). Mejora de la comprensión lectora para la inclusión mediante figuras retóricas. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/15189>
- Martín Guerrero, A. (2018). PICTAR: una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/19948>
- Miller, G. A. (1995). WordNet: a lexical database for English. *Communications of the ACM*, 38(11), 39-41. <https://doi.org/10.1145/219717.219748>
- Norré, M., Vandeghinste, V., Bouillon, P., & François, T. (2021). Extending a Text-to-Pictograph System to French and to Arasaac. In R. Mitkov & G. Angelova (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Recent Advances in Natural Language Processing (RANLP 2021)* (pp. 1050-1059). INCOMA Ltd. <https://aclanthology.org/2021.ranlp-1.118>
- Poria, S., Cambria, E., Winterstein, G., & Huang, G.-B. (2014). Sentic patterns: Dependency-based rules for concept-level sentiment analysis. *Knowledge-Based Systems*, 69, 45-63. <https://doi.org/10.1016/j.knsys.2014.05.005>
- Qiang, J., Li, Y., Zhu, Y., Yuan, Y., Shi, Y., & Wu, X. (2021). LSBert: Lexical Simplification Based on BERT. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 29, 3064-3076. <https://doi.org/10.1109/TASLP.2021.3111589>
- Rello, L., Bayarri, C., Görriz, A., Baeza-Yates, R., Gupta, S., Kanvinde, G., Saggion, H., Bott, S., Carlini, R., & Topac, V. (2013). DysWebxia 2.0!: more accessible text for people with dyslexia. *Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*, 1-2. <https://doi.org/10.1145/2461121.2461150>
- Rets, I., & Rogaten, J. (2021). To simplify or not? Facilitating English L2 users' comprehension and processing of open educational resources in English using text simplification. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 705-717. <https://doi.org/10.1111/jcal.12517>
- Rudra, K., Goyal, P., Ganguly, N., Imran, M., & Mitra, P. (2019). Summarizing Situational Tweets in Crisis Scenarios: An Extractive-Abstractive Approach. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 6(5), 981-993. <https://doi.org/10.1109/TCSS.2019.2937899>
- Saggion, H. (2017). *Automatic Text Simplification*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-02166-4>
- Sevilla, A. F. G., Fernandez-Isabel, A., & Diaz, A. (2016). Grafeno: Semantic graph extraction and operation. 2016 Eleventh International Conference on Digital Information Management (ICDIM), 133-138. <https://doi.org/10.1109/ICDIM.2016.7829770>
- Syriopoulou-Delli, C. K., & Eleni, G. (2022). Effectiveness of Different Types of Augmentative and Alternative Communication (AAC) in Improving Communication Skills and in Enhancing the Vocabulary of Children with ASD: a Review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 9(4), 493-506. <https://doi.org/10.1007/s40489-021-00269-4>
- Vajjala, S., & Lucic, I. (2018). OneStopEnglish corpus: A new corpus for automatic readability assessment and text simplification. *Proceedings of the Thirteenth Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications*, 297-304. <https://doi.org/10.18653/v1/W18-0535>
- Yadav, A., & Vishwakarma, D. K. (2020). Sentiment analysis using deep learning architectures: a review. *Artificial Intelligence Review*, 53(6), 4335-4385. <https://doi.org/10.1007/s10462-019-09794-5>
- Zhang, X., Zhao, H., Zhang, K., & Zhang, Y. (2020). SEMA: Text Simplification Evaluation through Semantic Alignment. In E. YANG, E. XUN, B. ZHANG, & G. RAO (Eds.), *Proceedings of the 6th Workshop on Natural Language Processing Techniques for Educational Applications* (pp. 121-128). Association for Computational Linguistics. <https://aclanthology.org/2020.nlp-tea-1.17>
- Zunic, A., Corcoran, P., & Spasic, I. (2020). Sentiment Analysis in Health and Well-Being: Systematic Review. *JMIR Medical Informatics*, 8(1), e16023. <https://doi.org/10.2196/16023>