



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
MÉXICO  
CENTRO UNIVERSITARIO UAEM ZUMPANGO

---

---

INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN

INCLUAVENTURAS, UN CUENTACUENTOS  
INFANTIL BASADO EN IA GENERATIVA

TESIS

Que para obtener el título de Ingeniera en Computación

PRESENTA

**Keren Mitsue Ramírez Vergara**

Director de Tesis  
Dr. Asdrúbal López Chau

Zumpango, Estado de México. Septiembre 2024.



# Resumen

Esta tesis presenta el diseño y evaluación de un sistema digital de cuentacuentos dirigido a niños de 4 a 6 años en Latinoamérica, basado en inteligencia artificial generativa. El sistema utiliza modelos avanzados para la creación de contenido y la conversión de texto a voz, con el objetivo de generar cuentos personalizados que promuevan la inclusión de personas con discapacidad.

Se realizaron pruebas que evaluaron el funcionamiento del sistema, la diversidad de los cuentos, los tiempos de generación y la calidad de las voces sintéticas empleadas en la narración. El proyecto aborda la falta de herramientas tecnológicas impulsadas por IA que fomenten empatía y respeto hacia personas con discapacidad. Para esto, se diseñó un "prompt" que asegura la creación de historias con mensajes inclusivos.

Los resultados indican que el sistema es funcional, intuitivo y genera contenido diverso. El análisis de similitud entre treinta cuentos reveló un índice máximo de Jaccard de 0.2, reflejando una notable diversidad. Los tiempos de generación varían según la longitud de los cuentos, y las voces "Onyx" y "Fable" de OpenAI se destacaron como las mejores opciones para la narración, aunque todas presentaron errores de pronunciación.

En conclusión, el sistema cumple con su objetivo de generar cuentos originales que promueven la inclusión y valores educativos, lo que lo convierte en una herramienta prometedora para la educación inclusiva en niños hispanohablantes.

# Abstract

This thesis presents the design and evaluation of a digital storytelling system aimed at children aged 4 to 6 in Latin America, based on generative artificial intelligence. The system uses advanced models for content creation and text-to-speech conversion, with the goal of generating personalized stories that promote the inclusion of people with disabilities.

Tests were conducted to evaluate the system's performance, the diversity of the stories, generation times, and the quality of the synthetic voices used in the narration. The project addresses the lack of AI-driven technological tools that foster empathy and respect for people with disabilities. To this end, a 'prompt' was designed to ensure the creation of stories with inclusive messages.

The results indicate that the system is functional, intuitive, and generates diverse content. The similarity analysis of thirty stories revealed a maximum Jaccard index of 0.2, reflecting notable diversity. Generation times vary depending on the length of the stories, and OpenAI's 'Onyx' and 'Fable' voices stood out as the best options for narration, although all presented pronunciation errors.

In conclusion, the system meets its goal of generating original stories that promote inclusion and educational values, making it a promising tool for inclusive education in Spanish-speaking children.

# Producción académica

Durante el desarrollo de esta tesis, colaboré con investigadores de la UAEM realizando la publicación de artículos, participé en congresos internacionales y en proyectos de investigación, los principales productos se presentan en la siguiente lista.

1. Ramírez Vergara, K. M.; López-Chau, A. and Rojas Hernández, R. "Storytelling Utilizing Generative AI to Foster Inclusion of Individuals with Disabilities," Ingenius, Revista de Ciencia y Tecnología, N.º 32, pp. 101-113, 2024, doi: <https://doi.org/10.17163/ings.n32.2024.10>
2. Ramírez Vergara, K., López-Chau, A., Rojas Piloni, F., Rojas Hernández, R., & Trujillo Mora, V. (2024). Cuentos inclusivos con inteligencia artificial generativa. UNIVERSITARIA, 7(49), 64-67. Consultado de <https://revistauniversitaria.uaemex.mx/article/view/23074>
3. R. V. Keren Mitsue, B. P. Luis Arturo, L. C. Asdrúbal , R. H. Rafael and B. L. Jorge, "Nube dinámica de palabras basada en SenticNet para contexto político mexicano," Journal Coloquio de Investigación Multidisciplinaria, pp. 1578-1587, Octubre 2022.
4. B. P. Luis Arturo , R. V. Keren Mitsue , L. C. Asdrúbal , T. M. Valentín and G. M. C, "Medición del desempeño de clasificadores usando atributos con MrMR," Journal Coloquio de Investigación Multidisciplinaria, vol. 10, no. 1, pp. 1550-1558, Octubre 2022.
5. "IncluAventuras, un cuento para niños basado en IA Generativa" presentado en el XVI Congreso Mexicano de Inteligencia Artificial 2024, en Celaya, Guanajuato, México. El artículo está todavía en edición para publicarse en la revista Research in Computing Science.
6. Participé en la Tercera Bienal de Ciencia y Tecnología 2022 de la UAEM, siendo finalista con el proyecto "Nube Dinámica de Palabras para Contexto Político Mexicano"

7. Participé como ayudante de investigación en el proyecto con financiamiento "Desarrollo de un sistema de traducción de texto a Braille de bajo costo para dispositivos móviles" con clave 7018/2024CIB de la Universidad Autónoma del Estado de México.

# Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
1.1	Antecedentes . . . . .	3
1.1.1	La problemática de la discriminación . . . . .	7
1.2	Planteamiento del problema . . . . .	9
1.3	Objetivos . . . . .	10
1.3.1	Objetivo general . . . . .	10
1.3.2	Objetivos específicos . . . . .	10
1.4	Alcance . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Marco teórico</b>	<b>12</b>
2.1	Estado del Arte . . . . .	12
2.1.1	Cuentos digitales en el desarrollo infantil . . . . .	13
2.1.2	Inteligencia Artificial generativa y su apoyo en la creatividad .	15
2.1.3	Inteligencia artificial en el desarrollo infantil . . . . .	16
2.1.4	Inteligencia Artificial para desarrollar una educación inclusiva	17
2.2	Inteligencia Artificial . . . . .	18
2.3	Inteligencia Artificial Generativa . . . . .	25
2.3.1	Codificadores automáticos variacionales . . . . .	26
2.3.2	Modelos Autorregresivos . . . . .	26
2.3.3	Redes Generativas Adversarias . . . . .	27
2.3.4	Modelos basados en Transformadores . . . . .	28
2.4	Impacto de los cuentacuentos en la educación infantil . . . . .	32
2.5	Uso de IA en la educación infantil y la narración de cuentos . . . . .	35
2.6	Metodologías de desarrollo . . . . .	39
2.7	Tecnologías involucradas en el desarrollo del sistema . . . . .	42
2.7.1	Typescript . . . . .	42
2.7.2	Angular JS . . . . .	43
2.7.3	API de OpenAI . . . . .	44

2.7.4	Generador de imágenes en Bing . . . . .	45
<b>3</b>	<b>Desarrollo del sistema cuenta cuentos</b>	<b>46</b>
3.1	Metodología . . . . .	46
3.1.1	Desarrollo con metodología SCRUM . . . . .	46
3.1.2	Descripción general del proyecto . . . . .	50
3.1.3	Requerimientos funcionales y no funcionales . . . . .	50
3.2	Arquitectura del sistema . . . . .	55
3.2.1	Desarrollo de la interfaz del usuario . . . . .	55
3.2.2	Diseño de la estructura del prompt . . . . .	63
3.2.3	Conexión con la API de OpenAI . . . . .	65
<b>4</b>	<b>Presentación y discusión de resultados</b>	<b>69</b>
4.1	Metodología de pruebas . . . . .	69
4.2	Pruebas de interacción con la aplicación . . . . .	70
4.3	Medición de similitud entre los cuentos . . . . .	71
4.4	Evaluación de la generación de cuentos . . . . .	74
4.5	Análisis de las voces sintéticas de OpenAI . . . . .	75
4.6	Resultados obtenidos . . . . .	76
4.6.1	Limitaciones del sistema . . . . .	87
	<b>Conclusiones y sugerencias</b>	<b>90</b>
<b>5</b>	<b>Conclusiones y sugerencias</b>	<b>90</b>
	<b>Referencias</b>	<b>93</b>

# Lista de figuras

3.1	Definición de Sprints para el desarrollo del sistema. Elaboración propia	47
3.2	Arquitectura del sistema. Elaboración propia . . . . .	56
3.3	Boceto de la interfaz para seleccionar el tipo de cuento. Elaboración propia . . . . .	57
3.4	Boceto de la interfaz para seleccionar los personajes. Elaboración propia	58
3.5	Boceto de la interfaz para seleccionar el tema. Elaboración propia . .	58
3.6	Boceto de la interfaz del cuento creado. Elaboración propia . . . . .	59
3.7	Prompt para la creación de imágenes que representen el tipo de cuento	60
3.8	Prompt para la creación de la imagen representativa del personaje . .	60
3.9	Personaje Fernanda, una niña sorda. Bing Image Creator . . . . .	61
3.10	Prompt final para la creación de la imagen representativa del personaje	61
3.11	Personaje Fernanda, una niña sorda. Bing Image Creator . . . . .	62
3.12	Prompt para la creación de la imagen que representa el tema a tratar	62
3.13	Primera versión de prompt para la generación de cuentos . . . . .	64
3.14	Segunda versión de prompt para la generación de cuentos . . . . .	66
3.15	Prompt para la generación de cuentos . . . . .	68
4.1	Interfaz de selección del tipo de cuento. Elaboración propia . . . . .	72
4.2	Interfaz de selección de los personajes. Elaboración propia . . . . .	72
4.3	Interfaz de selección del tema a tratar. Elaboración propia . . . . .	73
4.4	Ejemplo de cuento generado. Elaboración propia . . . . .	76
4.5	Nube de palabras de los títulos. Elaboración propia . . . . .	79
4.6	Nube de palabras de los contenidos de los cuentos. Elaboración propia	80
4.7	Índices de Jaccard entre cuentos con personajes, tipo y tema fijos. Elaboración propia . . . . .	80
4.8	Índices de Jaccard entre cuentos con personajes, tipo y tema elegidos aleatoriamente. Elaboración propia . . . . .	81



# Lista de tablas

2.1	Algunos de los principales LLM y sus proveedores . . . . .	30
3.1	Requerimientos funcionales de la aplicación . . . . .	51
3.2	Requerimientos no funcionales de la aplicación . . . . .	54
4.1	Evaluación en la generación de los cuentos . . . . .	78
4.2	Comparación de tiempos de creación y duración de los cuentos . . . .	82
4.3	Comparación de tonos de voz en la reproducción de cuentos . . . . .	83
4.4	Variación de entonación en la reproducción de cuentos . . . . .	84
4.5	Comparación de la velocidad del habla en la reproducción de cuentos	85
4.6	Comparación de la claridad de pronunciación en la reproducción de cuentos . . . . .	86

# Capítulo 1

## Introducción

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG) presenta un avance significativo en el campo de la Inteligencia Artificial (IA), siendo capaz de producir una amplia gama de contenidos, como lo son: textos, imágenes, código fuente para distintos lenguajes de programación, diseño de escenarios, argumentos legales y vídeos de alta definición, entre otros.

Para la generación automática de textos, actualmente se usan modelos de lenguaje de gran tamaño (*large language models*, LLM), los cuales producen documentos inéditos, basados en una gran cantidad de texto extraído de internet. Estas creaciones son posibles gracias a las arquitecturas modernas de aprendizaje por refuerzo con retroalimentación humana y de aprendizaje profundo [10], y en particular a los transformadores.

Dadas las capacidades mencionadas anteriormente, ChatGPT ha emergido como una poderosa herramienta en diversos ámbitos, como educación, mercadotecnia, finanzas, servicio al cliente, entre otros.

En el ámbito educativo, la aplicación de la inteligencia artificial generativa de

textos ha aumentado considerablemente a nivel mundial en la era digital [54], ya que nos puede apoyar en la comprensión de conceptos al explicarlos en términos más sencillos, en la resolución de ejercicios al demostrar una variedad de enfoques, y en el desarrollo de habilidades de lectura y comprensión de textos en los alumnos de los primeros años escolares, entre muchas otras aplicaciones.

Esta nueva tecnología impulsa la transición hacia una educación más inmersiva, dinámica, participativa e inclusiva, destacando la importancia de los docentes y estudiantes como agentes de cambio en esta transformación [14]. En el futuro, la integración de sistemas como ChatGPT en la educación debería impulsar el desarrollo de las capacidades humanas, al mismo tiempo que contribuya positivamente a la reducción de las desigualdades y fomente los valores fundamentales. Una excelente manera de fomentar estos valores es a través de la narración de cuentos a niños, ya que esta actividad facilita la comprensión del mundo, estimula la imaginación y promueve la resolución de conflictos. Incluso, tiene el poder de transmitir mensajes importantes, ampliar horizontes y fomentar la participación activa en el entorno, así como promover habilidades de comunicación, debate o interpretación [25].

Como herramienta educativa, la narración de cuentos resulta eficaz en el proceso de enseñanza y aprendizaje al hacer la adquisición de conocimientos sea divertida. Si bien, la narración de cuentos ayuda a generar reflexiones y considerar las moralejas; es un proceso que se necesita enfatizar desde una edad temprana, para estimular adecuadamente el desarrollo cognitivo e intelectual del niño [25]. Por lo tanto, es importante enriquecer la experiencia de contar cuentos con valores humanos desde una edad temprana. Es por ello que la aplicación está dirigida a niños entre 4 y 6 años; dado que es una etapa en la cual los niños comienzan a familiarizarse con el texto escrito.

La orientación de la aplicación hacia la educación inclusiva, responde a la

creciente importancia que se ha dado en las últimas décadas en la eliminación de la discriminación hacia los grupos más vulnerables. La intención es contribuir a la disminución de esta problemática, específicamente en México, donde la implementación de la educación inclusiva es escasa.

## 1.1 Antecedentes

La discapacidad se refiere a una condición física, mental, intelectual o sensorial de mediano o largo plazo que coloca a una persona en una situación de desventaja al interactuar en la sociedad. Esta condición restringe, limita e impide su participación plena y efectiva, Además de afectar su desarrollo personal, familiar y ciudadano [17].

Existen diversos tipos de discapacidades, de los cuales se pueden clasificar de la siguiente forma, según [17]:

- **Discapacidad intelectual:** Se refiere a las limitaciones del funcionamiento intelectual, que restringen la participación en actividades cognitivas.
- **Discapacidad psicosocial:** Incluye diferentes alteraciones psicológicas asociadas con algún trastorno mental, ya sea temporal o permanente.
- **Discapacidad motriz:** Se refiere a las alteraciones físicas del aparato motor, relacionadas con el funcionamiento del sistema muscular, óseo o nervioso, o incluso con la interrelación de estos tres sistemas.
- **Discapacidad auditiva:** Incluye alteraciones en la capacidad de escuchar sonidos, lo que limita la comunicación a través del lenguaje oral. Estas alteraciones se clasifican en hipoacusia y sordera.

- **Discapacidad visual:** Incluye alteraciones en el funcionamiento y la estructura de la visión que afectan la agudeza visual. Estas alteraciones se clasifican según el grado de afectación, como la ceguera y la baja visión.

La discapacidad existe en todos los grupos sociales, independientemente de la nacionalidad, religión, género, raza, etnicidad o edad. Sin embargo, diversos factores socioeconómicos y culturales pueden agravar las dificultades que enfrentan las personas con discapacidades [35].

En Latinoamérica, se estima que 85 millones de personas tienen alguna discapacidad [49]. Las principales causas de discapacidad en esta región son las siguientes:

- **Enfermedades crónicas:** Los adultos mayores son más propensos a presentar una discapacidad debido a complicaciones de salud y condiciones crónicas.
- **Envejecimiento:** A medida que las personas envejecen, aumenta el riesgo de presentar dificultades físicas, sensoriales o mentales como secuela de alguna enfermedad o por el deterioro natural [35].
- **Accidentes laborales:** América Latina y el Caribe tiene una de las tasas de accidentes de tráfico más altas del mundo.
- **Contextos socioeconómicos:** Existe una gran cantidad de personas con discapacidad en zonas rurales, que están íntimamente relacionadas con la pobreza.

A continuación, se presentan algunos de los datos estadísticos sobre la discapacidad en Latinoamérica:

- En América Latina y el Caribe, hay 3.2 millones de personas con pérdida de visión y 26.6 millones con dificultades para ver.
- Desde el 2000, un 70,0% de las personas con discapacidad en la región Latinoamericana estaban desempleadas o excluidas de la fuerza laboral [49].
- De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020, del total de la población en México, 5.1% de mujeres y 4.7% de hombres en el país son personas con discapacidad [17].
- En México, los porcentajes más altos de población con discapacidad se ubican en las siguientes entidades: Guerrero, Oaxaca, Tabasco, Veracruz, Campeche, Yucatán, Durango y Zacatecas [17].
- En Colombia, 12 de cada 100 estudiantes que experimentan dificultades de aprendizaje carecen de un diagnóstico concreto.
- En El Salvador, más de la mitad de los niños con discapacidad reportaron ser víctimas de violencia por su discapacidad. Las mujeres con discapacidad sufren violencia sexual y de género en tasas más altas que sus pares sin discapacidad [35].

Las personas con discapacidad han sido objeto de altos grados de marginación, discriminación y exclusión social, enfrentando actitudes y prácticas como el rechazo, la indiferencia, la sobreprotección y la segregación. Además enfrentan barreras que dificultan su capacidad de participar plenamente en la sociedad, como el acceso limitado a la educación, la falta de beneficios educativos y las barreras para acceder al mercado laboral. Estas barreras están relacionadas con constructos sociales que derivan de prejuicios y estereotipos sobre sus capacidades [17].

Desde un punto de vista educativo, se observa que, con frecuencia, las familias excluyen a sus hijos de la escuela por preocupaciones sobre discriminación o violencia. En México, por ejemplo, alrededor de 37% de las personas con discapacidad reportaron no haber asistido a la escuela porque sus padres no lo consideraron necesario. Además, aquellos estudiantes que sí asisten son víctimas de bullying en niveles más altos que sus compañeros sin discapacidad [35].

Los planes y materiales de estudios son inadecuados. Solo el 9% de los materiales de enseñanza mencionaban los derechos de las personas con discapacidad, lo que indica que las representaciones erróneas y escasas en estos materiales pueden perpetuar los estereotipos negativos [35]. En países como Guatemala, muchos maestros y el personal educativo no han recibido la capacitación necesaria para identificar y apoyar a los niños con discapacidad, mostrando una actitud negativa hacia la educación inclusiva y considerando difícil su implementación en las aulas [62].

Globalmente, se reconoce que las personas con discapacidad tiene los mismos derechos y obligaciones, que cualquier otra persona, aunque está definida por un conjunto de características que la distinguen. Este reconocimiento ha llevado a una mejor apreciación de la diversidad y a la comprensión de que esta es una fuente valiosa de enriquecimiento [17].

En este contexto, la inclusión social se define como el “proceso de mejorar la habilidad, la oportunidad y la dignidad de las personas que se encuentran en desventaja debido a su identidad, para que puedan participar en la sociedad” [35]. La educación inclusiva es crucial no solo para estudiantes con discapacidad o necesidades especiales, sino para todos, garantizando un acceso equitativo a una educación de calidad sin discriminación [34].

Las escuelas inclusivas promueven la participación, el respeto mutuo, la sensibilidad, el apoyo a aquellos con mayores dificultades de aprendizaje, y el

reconocimiento de los grupos minoritarios. Fomenta la confianza y las altas expectativas sobre las posibilidades futuras de todos los alumnos, formando así ciudadanos justos y solidarios [34]. La inclusión de estudiantes con discapacidad en las escuelas regulares ofrece importantes ventajas psicológicas, intelectuales y, sobre todo, sociales y emocionales, a través de una interacción regular y natural con un grupo diverso de estudiantes.

Cada vez más docentes están adoptando una actitud favorable hacia la inclusión, reconociendo su papel fundamental en el cambio social [62]. La apuesta por una ciudadanía inclusiva requiere de un sistema educativo que abra sus puertas a todos los alumnos y les asegure una enseñanza capaz de atender las diferencias existentes [34].

En resumen, para lograr un sistema educativo inclusivo, es fundamental concientizar y sensibilizar sobre la discapacidad, promoviendo un cambio de paradigmas desde una temprana edad. Esto permitirá que las futuras generaciones valoren la diversidad y trabajen juntas para garantizar la igualdad de oportunidades.

### **1.1.1 La problemática de la discriminación**

La discriminación de personas con discapacidad es un problema complejo y multidimensional. Esta discriminación puede manifestarse de diversas maneras, desde actos de bullying y violencia hasta formas más sutiles e indirectas, como el humor inapropiado o la evasión. Estas actitudes y creencias, que refuerzan ideas sesgadas y estigmatizadoras, continúan permeando en espacios institucionales y laborales. A menudo, las personas transmiten y reproducen estas ideas sin ser conscientes de su impacto dañino, afectando no solo entornos sociales amplios, sino también en contextos más íntimos, como entre vecinos y miembros de la familia. Por ejemplo, en El Salvador, 5 de cada 10 personas con discapacidad se sintieron



discriminadas por sus propios vecinos y 4 de 10 por sus familias [35].

Diversas formas de discriminación y prejuicios limitan las aspiraciones de movilidad social de las personas con discapacidad. Ejemplos de estas barreras incluye la desestimación laboral de candidatos con discapacidad, la percepción de la discapacidad como un castigo divino en contextos religiosos, y la consideración de la discapacidad como sinónimo de incapacidad. Además, abundan los estereotipos que consideran a las personas con discapacidad, especialmente a aquellas con deficiencia cognitiva o trastornos mentales, como seres peligrosos y pertenecientes a mundos distantes y completamente diferentes.

La discriminación hacia las personas con discapacidad es un fenómeno creciente en muchos países del mundo y es una preocupación de las políticas públicas, especialmente en América Latina [34].

Esta región, que está envejeciendo más rápido, verá el número de personas de 60 años o más aumentar de 59 millones a 196 millones entre 2021 y 2050. Dado que las discapacidades tienden a acumularse con la edad, se espera que el número de personas con discapacidad también aumente. Sin la inclusión de las personas con discapacidad, el desarrollo y la prosperidad de las sociedades de América Latina y el Caribe será insostenible, ya que una gran proporción de la población enfrentará barreras para trabajar, utilizar el espacio público, ejercer su derecho al voto o vivir de manera autónoma [35].

Poco a poco, se está transformando el modo en que miramos, tratamos, y nos relacionamos con la discapacidad, una condición que forma parte de la diversidad humana [17].

Por ejemplo, en Chile ha estado transitando hacia una educación inclusiva de las personas con discapacidad desde los años 1990, en gran medida a través del Programa de Integración Escolar (PIE) [35].

Además, algunos países como Chile y México, han emprendido reformas en los planes de estudios que promueven la inclusión de las personas con discapacidad y las pedagogías flexibles. Sin embargo, en la mayoría de los países latinoamericanos, todavía existen planes de “educación especial” separados de los utilizados en las escuelas convencionales [35].

Un aspecto prioritario en esta transformación es la concientización sobre la discriminación hacia las personas con discapacidad. Es crucial eliminar las representaciones estereotípicas y las nociones sesgadas sobre la discapacidad para fomentar un entorno verdaderamente inclusivo.

## 1.2 Planteamiento del problema

A pesar de las reformas en la educación inclusiva mencionadas anteriormente, es necesario sensibilizar a la sociedad latinoamericana desde una edad temprana, ya que es un aspecto que debe de ser trabajado de forma transversal en la etapa escolar. Comprender la discapacidad no es sencillo a ninguna edad, y mucho menos en edades tempranas, por lo que debemos encontrar recursos y estrategias para poder explicarla adecuadamente.

Padres, estudiantes y autoridades educativas deben colaborar y sentirse parte del cambio que busca la educación inclusiva. La educación es “un agente incomparable de cambio social” que puede influir en las dinámicas de poder dentro de los hogares y en las sociedades. Una transición exitosa requiere que los maestros, sus asistentes, los maestros especializados, los voluntarios de la comunidad y los líderes de las escuelas se conviertan en agentes de cambio [35].

La problemática específica abordada en esta tesis, es la falta de una herramienta que use inteligencia artificial generativa, y que esté orientada al público infantil de

Latinoamérica, para poder promover en los niños los valores de inclusión hacia las personas con alguna discapacidad.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un cuentacuentos digital basado en inteligencia artificial generativa para producir y contar historias en las que participen personajes que tengan discapacidades, dirigidas al público infantil, mediante la aplicación de metodologías ágiles de desarrollo y tecnologías web.

### 1.3.2 Objetivos específicos

1. Realizar una revisión de la literatura especializada sobre la aplicación de la inteligencia artificial generativa para educación infantil.
2. Proponer una alternativa para abordar el desafío de fomentar la inclusión de personas con discapacidades en América Latina, mediante una solución tecnológica del estado del arte.
3. Diseñar un sistema de software basado en IAG orientado a generar y contar historias para niñas y niños de habla hispana.
4. Presentar el diseño de un *prompt* especialmente desarrollado para generar distintos cuentos que promueven valores de empatía y respeto hacia personas con discapacidad.

5. Evaluar del sistema en cuanto a la diversidad de historias generadas, así como entonación, velocidad y calidad de pronunciación en las narrativas de los cuentos.
6. Compartir públicamente el código fuente completo del sistema y también los archivos complementarios para fines no comerciales a través de un repositorio de github <sup>1</sup>.

## 1.4 Alcance

IncluAventuras hace uso de la tecnología de Open AI a través de la API (*Application Programming Interface*, interfaz para programación de aplicaciones) proporcionada por dicha empresa. La cantidad de cuentos generados está restringida por el número de *tokens* que Open AI establece para usuarios del modelo Turbo. Actualmente, IncluAventuras requiere conexión a internet para poder funcionar.

---

<sup>1</sup><https://github.com/kerenmitsue18/Cuentacuentos/tree/master/data>

# Capítulo 2

## Marco teórico

### 2.1 Estado del Arte

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura utilizando las bases de datos electrónicas IEEE Explore, Science Direct y Scopus. Los idiomas de los artículos buscados fueron inglés y español. Se restringieron los resultados a artículos de revista, libros y artículos de conferencia publicados entre los años 2021 y 2024. Esta selección de fechas se basó en el hecho de que la inteligencia artificial generativa de texto se hizo accesible para el público a nivel mundial en 2021. En total, se recolectaron 91 documentos, de los cuales 85 son artículos, 5 son libros y 1 es un manual.

Las búsquedas se realizaron usando las palabras claves y operadores lógicos mostrados a continuación:

- *"inclusiveness AND AI AND education"*,
- *"disability AND AI AND education"*,
- *"storytelling AND inclusiveness AND education"*, y

- *"apps AND inclusiveness AND AI"*

El análisis de las fuentes obtenidas de bases de datos reconocidas, revela que Scopus contribuyó con 18 documentos, ACM Digital Libray con 4, ScienceDirect con 47 y IEEE Explore con 4 documentos. Se descartaron los artículos que no tenían relación directa con el presente artículo, quedando solamente 23 artículos revisados.

La revisión del estado del arte se centró en cuatro categorías fundamentales que fueron identificadas como objeto de investigación:

- La aplicación de cuentos digitales en el desarrollo infantil.
- La aplicación de la inteligencia artificial en la creatividad.
- El impacto de cuentos digitales en el desarrollo infantil, y
- su potencial para promover la educación inclusiva.

A continuación, se presenta la revisión de la literatura relacionada.

### 2.1.1 Cuentos digitales en el desarrollo infantil

La importancia y el impacto significativo que los cuentos digitales tienen en el desarrollo infantil ha sido resaltada por varios autores. De acuerdo con Bratitsis et al. [8], una historia se define como una serie de oraciones que describen eventos o experiencias, generalmente relacionadas con actores principales. A través de las historias para niños se destacan temas como la compasión, la solidaridad y la empatía.

Además de lo mencionado anteriormente, Juppi [27] señala que un cuento digital incorpora elementos tales como texto, música, efectos de audio o voz grabadas del autor, y sugiere que la duración de la historia digital dure aproximadamente de entre 2 y 4 minutos. Este mismo autor aclara que las narraciones digitales a menudo

buscan empoderar a las personas, aumentando su crecimiento personal, el control de su propia vida y la capacidad de actuar como un ciudadano consiente. Este empoderamiento se logra gracias a la habilidad técnica y creativa de expresión y comunicación que caracteriza a las narraciones digitales. Finalmente, Juppi sugiere que las instituciones educativas de diferentes niveles académicos aprovechen la narración digital como herramienta para fomentar la educación inclusiva, la empatía, el respeto, el compromiso cívico, y la participación democrática.

El estudio de la influencia de los cuentos digitales en niños ha sido objeto de estudios previos. En [8], Bratitsis y Ziannas exploraron el desarrollo de la empatía social en niños mayores de 6 años mediante la narración digital interactiva del cuento "El pollito triste", desarrollada en el bien conocido entorno de programación Scratch. En el estudio participaron 25 niños de sexto grado de educación infantil, quienes leyeron el cuento y participaron en actividades interactivas diseñadas para observar sus reacciones emocionales. Los resultados fueron positivos, evidenciando el interés y la sensibilidad hacia personaje principal, así como su comprensión de la empatía y su aplicación en situaciones cotidianas. Este estudio demostró que las historias digitales facilitan la comprensión de valores inclusivos y la empatía entre los niños.

Por otra parte, Tseng et al. [60] desarrollaron una herramienta llamada PlushPal que permite convertir juguetes de peluche en objetos digitales interactivos usando técnicas de aprendizaje automático. PlushPal permite a los niños hacer que sus peluches digitalizados reconozcan gestos y emitan sonidos personalizados. Además, combina técnicas de narración de cuentos para dar vida a los muñecos, agregándoles habilidades, lo que permite a los niños conectar con recuerdos positivos y experiencias previas.

Los resultados reportados en [60] fueron positivos, ya que los niños que participaron en el estudio lograron crear su juguete interactivo en PlushPal en tan

solo 20 minutos. Sin embargo, no se realizó algún análisis sobre cómo influyen los cuentos contados por PlushPal en los niños.

### 2.1.2 Inteligencia Artificial generativa y su apoyo en la creatividad

La creatividad puede definirse como la capacidad de crear algo nuevo, único y útil [23]. Actualmente, esta capacidad puede ser apoyada por sistemas de IAG. Por ejemplo, Haase y Hanel argumentan que los chatbots, al contar con una amplia base de datos, pueden realizar una recombinación de ideas para generar contenido con niveles similares de creatividad, en especial en el nivel de la creatividad cotidiana [23].

Por otro lado, Li [30] considera que la IA es una herramienta valiosa para los escritores humanos al potenciar ideas cada vez más complejas, con capacidad de expandirse y divergir. Además, prevé que una futura colaboración entre la IA y los humanos será participativa, dinámica e interactiva. Por su parte, Habib et al. [24] evalúan la creatividad en sistemas de IAG en el contexto educativo; analizando la flexibilidad, la elaboración y originalidad de las respuestas mediante pruebas de aceptación del usuario. En [24] se destaca la mejora en el pensamiento divergente y la oferta de diferentes perspectivas. También se enfatiza que una integración cuidadosa de la IAG en la educación creativa, promueve una relación simbiótica entre la creatividad humana y la IA. Li coincide en esta idea, sugiriendo que el uso ético de ChatGPT podría fomentar la inclusión y la diversidad en la educación [30].

Pese a todas las ventajas del uso de IAG para potenciar la creatividad, se han señalado varias desventajas. Entre ellas, se encuentran las limitaciones en las respuestas [23], el sesgo en los resultados y los posibles problemas que esto puede generar. Además, hay que considerar que los contenidos generados por la IAG se



basan en datos preexistentes, lo que aumenta la probabilidad de que se reproduzcan secuencias de texto previamente escritas por humanos, y por lo tanto, esto podría tener repercusiones éticas relacionadas con la propiedad intelectual y el plagio [24].

### 2.1.3 Inteligencia artificial en el desarrollo infantil

Actualmente, hay escasos artículos que aborden el uso de la IAG en el desarrollo infantil, esto se debe a que esta tecnología ha sido introducida recientemente al público.

En una investigación reciente, Kalantari et al. [28] estudiaron el impacto de la IA en la educación infantil. En este estudio se llevó a cabo un análisis cualitativo exploratorio en el que participaron niños de entre 6 y 7 años, junto con sus padres, para evaluar una aplicación de software llamada "Kids Story Builder". Los resultados del estudio revelaron que la tecnología refuerza la comprensión y vínculo de los niños con ellos mismos y sus familias, promoviendo incluso el pensamiento narrativo durante la creación de historias.

Jiahong y Yang [57] presentan los resultados de una revisión exploratoria para evaluar, sintetizar y exponer la literatura más reciente sobre IA en la educación infantil temprana. Sin embargo, el estudio es superficial sobre cómo se utiliza la IA en este tipo de escenarios.

Los resultados mostrados en [57] sugieren que las actividades educativas relacionadas con la IA podrían involucrar a los niños en la adquisición de conocimientos auténticos sobre la IA, especialmente en habilidades de lectura. Además, se evidencia que la IA puede tener un impacto significativo en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje en la educación infantil temprana.

### 2.1.4 Inteligencia Artificial para desarrollar una educación inclusiva

Las tecnologías de IA y las nuevas herramientas tecnológicas están dejando una huella significativa en la sociedad y, cada vez más, se están integrando en el ámbito educativo [52]. Por esta razón, varios autores sugieren que es crucial implementar estas herramientas de manera adecuada en la educación. Aunque en la literatura revisada no se encontraron implementaciones específicas de la IA Generativa (IAG) en la educación inclusiva, se observó la existencia de guías, consejos y recomendaciones destinadas a garantizar un impacto positivo.

Estas tecnologías tienen el potencial de transformar la educación al modificar las experiencias de los alumnos tanto dentro como fuera de las aulas [52]. Yu [66] destaca que la esencia educativa de ChatGPT radica en facilitar el acceso al conocimiento, crear contenido y promover la inclusión educativa. Además, resalta que la gestión ética, la transparencia y la responsabilidad son desafíos importantes planteados por la IA en el ámbito educativo. ChatGPT no solo debe mejorar las capacidades humanas, sino también contribuir de manera ética, guiando hacia una educación más inmersiva, dinámica, participativa e inclusiva.

Salas-Pilco et al. [53] proponen soluciones para abordar el desafío de la educación inclusiva, con el fin de asistir a profesores, profesionales y responsables políticos en la toma de decisiones sobre el uso efectivo de la IA y las nuevas tecnologías para promover la inclusión social en el ámbito educativo. Se destaca el potencial de las tecnologías emergentes para transformar la educación, crear entornos inclusivos y promover la colaboración en el aprendizaje.

Li y Lan [55] coinciden con Salas-Pilco et al. [53] y proporcionan una guía para una adopción adecuada de la tecnología, enfatizando la necesidad de promover la

inclusión social.

Identifican tres categorías principales de roles en la educación con IA [55]: programadores, profesores y estudiantes. Destacan que los programadores deben de integrar mecanismos de protección en el diseño de estas tecnologías y proporcionar actualizaciones de manera regular. Para los estudiantes, es crucial tener un entendimiento ético de la IA y establecer pautas para futuras operaciones de la tecnología educativa. Para los profesores, se recomienda guiar a los estudiantes en la integración de valores éticos, ya que la inteligencia artificial es simplemente una herramienta. Además, se destaca la importancia de que los profesores se mantengan actualizados constantemente sobre cuestiones éticas relacionadas con la IA. En última instancia, se recomienda adoptar una actitud positiva hacia los aspectos éticos de la educación para que la IA contribuya efectivamente a hacerla más inclusiva y justa.

## 2.2 Inteligencia Artificial

La IA es una de las tecnologías emergentes que ha captado la atención de científicos, investigadores, empresarios y la sociedad en general. Actualmente, la IA está presente en muchos aspectos de la vida cotidiana y se utiliza para facilitar diversas tareas. A continuación, se presentan algunas definiciones de IA según diferentes autores para comprender mejor este concepto.

Para la UNESCO, “La IA son sistemas capaces de procesar datos e información de una manera que se asemeja a un comportamiento inteligente, y abarca generalmente aspectos de razonamiento, aprendizaje, percepción, predicción, planificación o control” [47].

La RAE define a la IA como la “Disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la

mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico” [16].

Por su parte, Marvin Minsky, -uno de los padres fundadores de esta disciplina- considera que la IA es “la ciencia de crear máquinas que hacen cosas que requerirían inteligencia si las hicieran un humano” [5].

Según Boden, la IA tiene por propósito que las computadoras hagan la misma clase de cosas que puede efectuar la mente humana [50].

Otros autores, como Teigens et al. (2020), señalan que la inteligencia general artificial (AGI) es la inteligencia de una máquina que puede comprender o aprender cualquier tarea intelectual que un ser humano es capaz de realizar [59].

Como puede observarse, las definiciones son bastantes similares entre sí, haciendo énfasis en emular la capacidad humana en las máquinas.

Los entornos de IA suelen ser diversos, los campos más destacados donde se encuentra una notoria evolución de la IA son en las Ciencias de la Computación, finanzas, hospitales y medicina, industria pesada, servicio de atención al cliente, transportación y juegos [5].

El término “Inteligencia Artificial” fue acuñado por Jonh McCarthy en 1956, durante la conferencia de Dartmouth College, en New Hampshire, Estados Unidos de Norteamérica. En este foro, Marvin Minsky, Claude Shannon y Nathaniel Rochester discutieron acerca de como simular la inteligencia humana a través de las máquinas. Durante esta conferencia, se estableció que “una máquina se puede comportar como lo haría el ser humano, al punto de ser considerada inteligente” [5].

Conceptualmente, la idea de la Inteligencia Artificial se había explorada previamente en la ciencia ficción en relatos de Isaac Asimov en los años 40, donde se contaba la historia de un robot inteligente dominado por las tres leyes de la robótica; lo que se convirtió en una de las grandes inspiraciones para la búsqueda de robots inteligentes.

La conferencia organizada por Marvin Minsky y John McCarthy impulsó el desarrollo de varios programas pioneros en IA, como ELIZA, creado por Joseph Wizenbaum en 1966, que simulaba conversaciones con humanos, imitando a un psicoterapeuta; y el Solucionador General de problemas, desarrollado por el premio nobel Herbert Simond [67]. Esta máquina fue capaz de resolver problemas de carácter general, como probar teoremas, resolver problemas geométricos, trabajar con lógica y jugar al ajedrez.

Los avances con ELIZA convencieron a la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa del Gobierno de EEUU (DARPA) de invertir en la tecnología de inteligencia artificial, enfocándose en el desarrollo de programas de transcripción y traducción de lenguaje hablado. Sin embargo, el proyecto de DARPA para crear un algoritmo de transcripción de lenguaje no dio los resultados esperados, debido a la insuficiencia del hardware disponible en ese momento. Esto llevó a una disminución en las expectativas sobre el uso de la IA, provocando que tanto el gobierno estadounidense como el británico redujeran su inversión en esta área, y que muchos científicos perdieran interés en el tema. A esta etapa de falta de recursos financieros y desinterés de parte de los investigadores, se le denominó “El invierno de la IA” [67].

A pesar de estos contratiempos, los proyectos de IA continuaron. Algunos pioneros de la IA incluyen:

1. **META-DENDRAL** Creado en 1975, en Stanford. Este software se desarrolló para interpretar análisis químicos. Proporcionaba un método para generar y probar las conexiones de las estructuras de compuestos de química orgánica [51].
2. **Deep Blue**. Desarrollado por IBM en 1997, es un programa de computadora que logró derrotar al campeón mundial de ajedrez, Garry Kasparov. Su triunfo

fu gracias a su gran poder de cálculo y su extensa base de datos donde se recopilaba información sobre la teoría existente sobre el juego [67].

3. **Aprendizaje profundo.** En el 2012, los investigadores encuentran un nicho en lo que se conoce como aprendizaje profundo. Este descubrimiento generó un gran interés en AI, demostrando que sus ideas podrían hacer más preciso el reconocimiento del habla y de las imágenes [51].
4. **AlphaGo.** Desarrollado por Google en 2016, AlphaGo es una red neuronal que logró vencer al campeón mundial en el juego de Go. Este juego es mucho más complejo que el ajedrez, con un número significativamente mayor de posibles movimientos [67].

No fue hasta la segunda década del siglo XXI que se comenzaron a ver progresos relevantes en el campo. En 2011, Apple lanzó su asistente virtual Siri, seguido por Google Now en 2012 y Cortana de Microsoft en 2014 [67].

Durante los últimos cinco años, la IA ha experimentado un crecimiento considerable, teniendo un impacto significativo en la sociedad y la cultura. Actualmente, la IA es aún limitada debido a su alta especialización en tareas concretas. Sin embargo, recientes avances han demostrado que se podría alcanzar una IA superinteligente. Esta IA, con un nivel de inteligencia superior al humano, podría diseñar otros sistemas de IA o experimentar auto mejora recursiva, lo que resultaría en una explosión de inteligencia que dejaría atrás la inteligencia humana. Una superinteligencia de este tipo podría ser capaz de resolver los mayores problemas de la humanidad, como la guerra y la pobreza [67].

En el futuro, se espera un aumento significativo en la cantidad de datos disponibles, lo que impulsará aún más la proliferación de esta rama de la IA.

Asimismo, se anticipa un desarrollo acelerado de las técnicas de Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN), permitiendo a las computadoras analizar, comprender y generar lenguaje humano con mayor precisión y eficacia [3].

La IA es una disciplina extensa y diversa que abarca diversos subcampos, los cuales contribuyen cada uno al desarrollo de tecnologías inteligentes. A continuación, se presentan algunos de las áreas más destacadas dentro de la IA [43].

1. **Machine Learning.** Se enfoca en el desarrollo de algoritmos que permiten a las máquinas aprender a partir de datos. A través del reconocimiento de patrones y la realización de patrones, el Machine Learning ha revolucionado numerosas industrias para automatizar tareas complejas y mejorar la toma de decisiones sin necesidad de una programación explícita [5].
2. **Deep Learning.** Se orienta en el desarrollo de redes neuronales profundas que imitan la conectividad del cerebro humano para procesar la información. Las técnicas de Deep Learning ha sido eficaz para reconocer imágenes y el procesamiento del lenguaje natural sin intervención humana [4].
3. **PLN.** Se encarga de automatizan la capacidad para leer, entender y extraer significado del lenguaje humano, facilitando aplicaciones como el análisis de sentimientos y la traducción automática.
4. **Robótica.** Se dedica al diseño y construcción de máquinas inteligentes que faciliten la actividad humana. Estas máquinas son capaces de realizar tareas que mejorar la eficiencia y calidad de vida.
5. **Agentes virtuales.** Los agentes virtuales son programas que pueden simular conversaciones con usuarios mediante texto o voz, son utilizados en atención al cliente, educación y entretenimiento.

6. **Análisis del habla.** Se enfoca en el procesamiento y comprensión del habla humana. Las tecnologías de análisis del habla permiten la transcripción de conversaciones, el reconocimiento de voz y la extracción significativa de audio, siendo útiles en aplicaciones como asistentes de voz y sistemas de monitoreo.

Cada uno de estos subcampos representa un área de investigación y desarrollo fundamental para la evolución de la IA.

Debido a la amplia variedad de métodos en cada subcampo de la IA, es difícil establecer una clasificación única que categorice de manera completa a cada uno. Algunas formas de clasificar la IA son por el modo de aprendizaje, por sus capacidades y por sus tareas específicas. A continuación, se presentan estas maneras de clasificar la IA.

### **Clasificación de la IA según el modo de aprendizaje**

De acuerdo con [67], la IA puede clasificarse por el modo o capacidad de su aprendizaje. La clasificación propuesta en [67] es la siguiente:

1. *Inteligencia General (IG) o Inteligencia Fuerte.* Consiste en máquinas capaces de aprender, razonar y planificar.
2. *Súper Inteligencia Artificial (SIA).* Se refiere a una IA con capacidades superiores a las humanas.
3. *Inteligencia Artificial Débil (IAD) o Aplicada.* Se limita a afrontar tareas específicas, enfocadas en ayudar al ser humano. No posee un rango completo de habilidades cognitivas humanas y se aplica en ámbitos educativos y empresariales.



4. *La Súper Inteligencia-Súper Consciente IA (SI-SC-IA)*. Involucra el reconocimiento de patrones y el sentido común.

### **Clasificación de la IA por sus capacidades (propuesta por Russel y Norvig)**

1. *Sistemas que piensan como humanos*. Emulan el pensamiento humano, trabajando de forma automatizada en actividades como la resolución de problemas y el aprendizaje [5].
2. *Sistemas que actúan como humanos*. Simulan la conducta humana, como es el caso de los robots o robótica [5].
3. *Sistemas que piensan racionalmente*. Se refiere a imitar de manera racional el actuar humano, como lo son los agentes inteligentes [5].

### **Clasificación de la IA de acuerdo con las tareas específicas que realiza**

- *IA débil*. Se refiere a sistemas diseñados para realizar una tarea específica o resolver un problema en concreto. Estos sistemas desarrollados son capaces de auto-optimizarse y simulan la inteligencia humana.
- *IA fuerte*. Se refiere a sistemas que son capaces de realizar cualquier tarea cognitiva que un ser humano pueda ejecutar. Se basa en imitar el comportamiento humano y tomar conciencia de sí misma.

Recientemente, en 2021, cobró fuerza un nuevo tipo de IA, la generativa, a la que denominaremos desde ahora en este documento como IAG.

No cabe duda de que la IA está en constante desarrollo. Su impacto, especialmente después de la pandemia por COVID-19, transformó la forma en que interactuamos en la vida diaria, facilitando muchas tareas. En los últimos años, han

surgido sistemas de IAG que han influido significativamente en la sociedad a todos los niveles. En este trabajo, se discutirá más a fondo el impacto y la importancia de la IAG.

## 2.3 Inteligencia Artificial Generativa

La IAG es un tipo específico de aprendizaje profundo que ha captado interés significativo en los últimos años. La IAG refiere a diferentes tipos de modelos profundos capaces de generar contenido de forma automática, en respuesta a instrucciones escritas en lenguaje natural, conocidas como prompts. Estos modelos pueden producir una amplia gama de representaciones simbólicas del pensamiento humano como textos, imágenes, voces, vídeos, animaciones, códigos de software, presentaciones, música, entre otros [4].

Inicialmente, se creía que la IAG era unimodal, es decir, se limitaba a trabajar con un solo tipo de entrada. Sin embargo, actualizaciones recientes de empresas líderes en el campo de IA, como OpenAI, Alphabet, Meta y Amazon, han demostrado que la IAG está evolucionando hacia un enfoque multimodal. Esto implica que, en lugar de procesar solo un tipo de entrada, los sistemas son capaces de procesar múltiples tipos de entradas simultáneamente, permitiendo una interacción en tiempo real con los usuarios y utilizando información actualizada de internet [18], [58].

Los modelos generativos, una categoría central dentro de la IAG, son herramientas de aprendizaje automático no supervisado, que emplean técnicas matemáticas como probabilidad, estadística, álgebra lineal y cálculo, así como algoritmos computacionales, para crear sistemas capaces de analizar conjuntos de datos, extrapolar la información, identificar y repetir patrones a partir de ellos [20].

La IAG tiene muchas aplicaciones prácticas en una amplia variedad de sectores

e industrias, incluyendo el arte y entretenimiento, medicina, educación, marketing, seguridad, servicio al cliente virtual, videojuegos y motores de búsqueda [46].

Existen diversas arquitecturas dentro de la IAG, diseñadas para abordar diferentes tipos de tareas generativas. A continuación, se describen algunas de las arquitecturas más relevantes.

### 2.3.1 Codificadores automáticos variacionales

Los codificadores automáticos variacionales (VAEs) son modelos generativos probabilísticos diseñados para aprender la distribución de probabilidad subyacente de los datos observados. Su objetivo es mapear probabilísticamente un espacio de datos observado a un espacio latente, que es una representación comprimida y organizada de los datos. Este espacio es continuo, por lo que permite generar nuevas muestras aleatorias o interpolaciones suaves entre imágenes.

Los VAE constan de dos componentes principales: un codificador y un decodificador. El codificador es una red que convierte los datos reales en su representación en el espacio latente, mientras que el decodificador utiliza los puntos de ese espacio latente para generar nuevas muestras de datos [44].

Uno de las ventajas de los VAE es su capacidad para realizar muestreos aleatorios en el espacio latente, lo que facilita la creación de imágenes intermedias entre dos imágenes existentes, permitiendo una interpolación suave y generando así nuevas muestras de manera eficiente [44].

### 2.3.2 Modelos Autorregresivos

Los Modelos autorregresivos (AR) son un tipo de modelo generativo especializado en la producción de secuencias y datos estructurados. Su funcionamiento se basa en

predecir el valor de una variable en función de sus valores anteriores, utilizando los datos históricos como guía para futuras predicciones. Estos modelos se inspiran en la técnica de autorregresión, que postula que el valor de una serie temporal es una función de sus valores anteriores. De manera similar a la regresión lineal, generan nuevos puntos de datos al predecir la distribución condicional basándose en los valores históricos.

Los AR tienen aplicaciones en diversas áreas, como el procesamiento del lenguaje natural a gran escala, la síntesis de imágenes, la predicción de series temporales y el aumento de datos. En particular, son útiles en la generación de secuencias de datos como el texto, donde las palabras anteriores se utilizan para predecir la siguiente palabra. Modelos avanzados como GPT-3 y GPT-4, basados en arquitecturas de transformadores autorregresivos, han demostrado un rendimiento sobresaliente en la comprensión y generación de lenguaje natural, consolidándose como herramientas clave en el campo de la inteligencia artificial [44].

### 2.3.3 Redes Generativas Adversarias

Las Redes Generativas Adversarias o Antagónicas (GANs, por sus siglas en inglés) son modelos generativos que operan mediante la interacción de dos redes neuronales: una red neuronal generadora y una red neuronal discriminante. Estas redes compiten entre sí, lo que permite que el modelo aprenda de una manera no supervisada [46]. Los dos componentes principales de las GANs son los mostrados a continuación.

1. **Generador:** Es responsable de crear contenido realista a partir de una entrada aleatoria. Utiliza su arquitectura neuronal para transformar estos datos, imitando o emulando los datos reales de manera convincente [68].
2. **Discriminador:** Su función es evaluar si el contenido creado por el generador

proviene del conjunto de entrenamiento o si ha sido creado por el modelo, actuando como un juez en el proceso.

A medida que el generador mejora su habilidad para vencer al discriminador, la calidad del contenido generado aumenta. Este proceso de competencia mutua entrena a ambas redes, refinando sus habilidades para generar y distinguir datos de alta calidad [61]

### 2.3.4 Modelos basados en Transformadores

La arquitectura de los transformadores ha revolucionado en procesamiento del lenguaje natural, gracias a su capacidad para capturar relaciones contextuales entre palabras o tokens, sin importar su posición relativa en una secuencia [68].

El mecanismo clave de los transformadores es la autoatención, que permite a la red ponderar pesos de relevancia a cada palabra o token en función de su contexto y las relaciones complejas dentro de la secuencia. Esto es fundamental para comprender el significado y la semántica del lenguaje humano, ya que permite enfocarse en las partes más relevantes del texto para generar respuestas precisas. Se considera que estos modelos tienen la capacidad de entender y razonar sobre las palabras, lo que los hace especialmente eficaces en tareas de lenguaje natural [68], [56].

Los transformadores, que son la arquitectura principal de los LLM, se destacan por su capacidad para analizar las relaciones entre palabras en una oración, capturando estructuras gramaticales complejas y dependencias a gran distancia [56].

Las GANs son actualmente una de las tecnologías de inteligencia artificial más avanzadas. Junto con los Modelos de Lenguaje de Gran Tamaño (LLM, por sus siglas en inglés, Large Language Models), están revolucionando múltiples industrias y aplicaciones al generar contenido de manera innovadora.

Dentro de la IAG, los LLM son, según la Comisión Europea, "un tipo de modelo de inteligencia artificial que ha sido entrenado mediante algoritmos de aprendizaje profundo para reconocer, generar, traducir y/o resumir grandes cantidades de lenguaje humano escrito y datos textuales" [56].

Los LLM se entrenan utilizando enormes conjuntos de datos y código, lo que les permite aprender patrones y estructuras lingüísticas. Al predecir las palabras siguientes en una secuencia, los LLM pueden generar texto que es tanto coherente como gramaticalmente correcto [33].

El desarrollo de los LLM involucra varios procesos clave, como la selección y preprocesamiento de datos, la tokenización y generación de embeddings, el preentrenamiento, la cuantización, y el ajuste fino (fine-tuning). Su eficiencia depende de factores como el número de parámetros, la arquitectura del modelo y la sofisticación de sus algoritmos [56].

Estos modelos no sólo se limitan a la generación de texto, sino que también son capaces de traducir idiomas, corregir textos, crear contenido creativo, responder preguntas de manera informativa, e incluso generar código de programación.

La eficacia de un LLM depende de su tamaño, de la diversidad de los datos de entrenamiento y la sofisticación de sus algoritmos, lo que influye directamente en su capacidad para aplicaciones prácticas en diversos campos. Por ello, entrenar un LLM es una tarea que requiere una capacidad muy elevada de computación y de tiempo de máquina, y por tanto costos muy significativos [56]

Un hito clave en el desarrollo de los LLM fue la introducción del Transformer de Google en 2017. Diseñado para superar las limitaciones de modelos de secuencia a secuencia en el procesamiento del lenguaje natural, el éxito del Transformer impulsó el desarrollo de diversos modelos de la IA generativa [18]. Un tipo destacado de LLM que utiliza un transformador generativo preentrenado es conocido como GPT

(Generative Pretrained Transformer) [42].

En la Tabla 2.1 se presenta un resumen de algunos LLM. Después, se profundizará en el modelo GPT, el cual es de especial interés en este trabajo.

TABLA 2.1: Algunos de los principales LLM y sus proveedores

LLM	Empresa	Descripción
Bard	Google	Basado en la arquitectura de transformadores. Diseñado para ofrecer a los usuarios una experiencia de búsqueda más intuitiva y conversacional mediante capacidades avanzadas de IA
Gemini	Google	Pionero en el tratamiento del lenguaje con modelos que admiten múltiples tipos de datos.
Llama	Meta AI	Es un LLM de código abierto, que se destaca por requerir menos potencia computacional y recursos, facilitando la experimentación con nuevos enfoques.
Chatsonic	Writesonic	Se basa en ChatGPT y rastrea los datos directamente desde Google, proporcionando respuestas actualizadas en tiempo real
Hugging Chat	Hugging Face	Un modelo que prioriza la ética y la transparencia en todas las etapas de su desarrollo, entrenamiento e implementación, utilizando exclusivamente datos de código abierto para entrenar sus modelos.

Chat GPT (Chat Generative Pre-trained Transformer), es un modelo de lenguaje basado en IA que utiliza la arquitectura de transformadores. Este modelo es ampliamente utilizado en diversas tareas de procesamiento de lenguaje natural, como chatbots, asistentes virtuales, generación de textos coherentes y fluidos, traducción automática, análisis de sentimientos, entre muchas otras aplicaciones, algunas de las cuales aún están en proceso de exploración [20]. ChatGPT se entrena previamente para aprender las relaciones entre las palabras en una frase, lo que le permite

comprender y generar lenguaje de manera efectiva.

La serie de modelos GPT fue desarrollada por OpenAI, con sede en San Francisco, comenzando con GPT-1 en junio de 2018 y evolucionando hasta GPT-4, lanzado en marzo de 2023. Cada iteración de GPT ha mejorado respecto a su versión anterior, gracias a los avances en arquitecturas de inteligencia artificial, métodos de entrenamiento y técnicas de optimización. A continuación, se presenta una breve descripción de las distintas versiones de ChatGPT [29]:

- **GPT-1 (2018)**. Los modelos transformadores representaron una alternativa eficiente a los enfoques tradicionales de aprendizaje profundo, lo que llevó a los investigadores de OpenAI a desarrollar GPT-1, utilizando el decodificador del transformador. GPT-1 introdujo un paradigma innovador: ‘preentrenar y luego ajustar’. Esto significa que el modelo se somete a un preentrenamiento extenso antes de ser adaptado a tareas específicas mediante un proceso de metaentrenamiento.
- **GPT-2 (2019)**. Preentrando en el corpus WebText que contiene 40 mil millones de palabras, GPT-2 fue desarrollado en cuatro versiones con diferentes cantidades de parámetros: 117 millones, 345 millones, 762 millones y 1.5 mil millones.
- **GPT-3 (2020)**. Este modelo, contiene una red neuronal que utiliza 175 mil millones de parámetros, es capaz de generar textos que imitan el estilo y coherencia del lenguaje humano, demostrando una comprensión avanzadas y generación del lenguaje natural.
- **GPT-3.5 (2022)** Es una evolución de GPT-3, este modelo no solo comprende y genera lenguaje natural, sino también puede generar código, ampliando su



utilidad en tareas de programación.

- **GPT-4 (2023)**. Con la capacidad de aceptar imágenes además de texto en sus prompts, GPT-4 introduce funcionalidades multimodales, permitiendo el procesamiento y generación de contenido tanto a partir de texto como de imágenes.

## 2.4 Impacto de los cuentacuentos en la educación infantil

El cuentacuentos es uno de los métodos de comunicación y aprendizaje más antiguos de la humanidad. Durante milenios, las sociedades han utilizado la narración de historias para enseñar principios clave. A lo largo de los años, muchas dificultades humanas y bloqueos emocionales o psicológicos han sido abordados a través de relatos, en los que los personajes enfrentan situaciones similares a las del público. Este enfoque permite que los niños pequeños enfrenten, de manera segura y accesible, los desafíos de la vida y los problemas sociales que probablemente encontrarán en el futuro, preparándolos para enfrentarlos con confianza [8].

En los cuentacuentos, se abordan valores esenciales como la sensibilidad, la compasión, la solidaridad, la empatía, la tolerancia, la inclusión y el respeto. Además, estos relatos son una herramienta eficaz para promover la inclusión, desmitificar la discapacidad y enseñar valores de cooperación y resolución de problemas. A través de estos enfoques, los cuentacuentos no solo entretienen, sino que también educan en valores fundamentales para tratar con la discapacidad, contribuyendo a la formación de una generación más inclusiva y consciente.

El fomento de la empatía a través de los cuentacuentos contribuye a crear un

entorno más inclusivo y respetuoso, donde las necesidades emocionales y sociales de las personas son mejor atendidas [8].

Los cuentacuentos ofrecen espacios participativos que incentivan a los niños a ser más activos y expresivos, preparándolos para enfrentar diversas situaciones con mayor flexibilidad y tolerancia, lo que favorece un mejor manejo de la frustración en el futuro. Además, estos espacios pueden sembrar en los niños un hábito lector que perdure a lo largo de su vida [45].

La principal diferencia entre los cuentacuentos digitales y los tradicionales radica en el uso de herramientas multimedia, que permiten a los estudiantes crear historias combinando imágenes, texto, sonidos, vídeos y música, proporcionando una experiencia más dinámica y enriquecida [1]. Este enfoque innovador de enseñanza permite a los estudiantes explorar nuevas perspectivas sobre problemas y situaciones conocidas, fomentando una reflexión más profunda y facilitando el desarrollo de la inteligencia emocional [8].

Los cuentos digitales ofrecen a los niños la posibilidad de interactuar con la historia, eligiendo diferentes rutas, modificando finales o cambiando personajes. Gracias al uso de animaciones, sonidos e imágenes, estos cuentos se convierten en recursos innovadores que captan el interés de los niños y motiva a los estudiantes a participar activamente en su aprendizaje [45], [1].

Al combinar formas de comunicación multimodal, como audio y vídeo, junto con herramientas multimedia (texto e imágenes), la narración digital estimula las habilidades de alfabetización digital de los niños, abarcando aspectos como las alfabetización mediática, visual, tecnológica y tradicional [28].

Diversos estudios han demostrado los beneficios y efectos positivos de la narración digital en la educación infantil. Uno de los principales hallazgos es que esta técnica capta el interés y la motivación de los niños al seguir las historias [1]. Además, la

investigación sugiere que las historias orales ayudan a las familias a dar significado a su identidad, compartir valores y desarrollar resiliencia ante las adversidades. De igual manera, se ha comprobado que la narración digital mejora la comprensión que los niños tienen de sí mismos y de sus familias, fortaleciendo los lazos afectivos [28]

Al crear y utilizar los cuentacuentos, es esencial tener en cuenta varios aspectos clave que los convierten en una poderosa herramienta pedagógica [4]:

- Transmitir valores culturales y sociales.
- Comprender e interiorizar actitudes de convivencia.
- Desarrollar la sensibilidad y la empatía a través de los personajes.
- Desarrollar el sentido de la solidaridad y el respeto hacia los demás.
- Promover la reflexión sobre temas importantes como la solidaridad y la ayuda a los demás.
- Despertar la capacidad de comprensión y ayuda.

Para maximizar el impacto educativo de los cuentacuentos, se sugiere seguir ciertas consideraciones [4], [64]:

1. Definir el público al que va dirigido el cuento, cuál es el objetivo de aprendizaje que quieren alcanzar y la temática del cuento.
2. Hacer pausas frecuentes para dialogar con los niños sobre las situaciones que se plantea en la historia.
3. Determinar si el cuento será cómico, dramático, de aventuras, de misterio, etc.

4. Al abordar personajes con discapacidad, es fundamental explicar sus sentimientos y necesidades de afecto, profundizando en las situaciones que viven y los medios que mejoran sus condiciones de vida.
5. Los cuentos deben reflexionar sobre las cualidades positivas de los protagonistas, como el sentido del humor, la valentía y el deseo de ayudar a otros, destacando la importancia de relacionarnos y valorar a las personas con discapacidad.
6. Describir posibles ilustraciones para cada escena del cuento.
7. Crear un perfil detallado de cada personaje y las características únicas que lo distingue.
8. Incluir detalles como la apariencia de los personajes, el entorno, la atmósfera y la perspectiva.

## 2.5 Uso de IA en la educación infantil y la narración de cuentos

La educación es un proceso fundamental en la formación integral del ser humano, para mejorar la sociedad y por ende la humanidad. Su principal objetivo es consolidar la paz, erradicar la pobreza y promover el desarrollo sostenible, forjando personas con autonomía intelectual y moral que respeten a los demás [32].

Educar en y para la diversidad es esencial para aprender a convivir con personas que tienen diferentes capacidades, situaciones y modos de vida. Ese enfoque educativo fomenta valores como la cooperación y solidaridad, además de construir la propia identidad [19].

Los primeros seis años de la vida son el periodo más significativo para el desarrollo del individuo. lo que justifica la necesidad de dirigir esfuerzos y recursos hacia la atención de los niños en esta etapa [32]. Durante estos primeros años, se sientan las bases para los aprendizajes fundamentales de la vida. Por ello la interacción con los cuentacuentos se convierte en una herramienta clave para estimular el desarrollo integral de los niños, ya que mediante la trama, observan y experimentan relaciones sociales, manejo de conflictos y conductas apropiadas en diversos contextos [45].

La educación preescolar, en particular, es un proceso complejo, multilateral y dinámico, que establece las bases para la formación de la personalidad, la adquisición de hábitos y habilidades, así como la formación de cualidades psíquicas y morales, que sustentarán los procesos cognitivos y las primeras capacidades [6].

Durante la edad preescolar, los niños adquieren conocimientos a un ritmo acelerado, desarrollan su lenguaje, perfeccionan la percepción, imaginación y el pensamiento visual, y comienzan a dominar las formas más simples de actividad intelectual [6]. Es esta etapa, la formación de la personalidad es crucial, y es esencial que los niños aprendan a respetar las diferencias, conviviendo y apreciando la diversidad en su entorno [19].

La educación digital ha integrado nuevas herramientas tecnológicas en los procesos educativos, y con la llegada de la pandemia COVID-19, el uso de la tecnología avanzó rápidamente. Fue necesario incorporar soluciones para asegurar la continuidad educativa, lo que aceleró la adopción de tecnologías en la educación a nivel global [32], [4].

La IA tiene el potencial de garantizar una educación inclusiva y equitativa, promoviendo oportunidades de aprendizaje accesibles para todos [37]. En la vida cotidiana, la IA ya está presente en muchos de los dispositivos que utilizamos, y los niños están expuestos a estas tecnologías desde temprana edad, a través de asistentes

de voz, chatbots y sistemas de aprendizaje adaptativo [65]. Por esta razón, es crucial que durante la etapa preescolar los niños comiencen a recibir sus primeras nociones sobre IA, utilizando la tecnología para comprender cómo influye en sus vidas y desarrollando un potencial educativo de manera adaptada a su edad [6].

La enseñanza de la inteligencia artificial en la educación infantil es un área de creciente interés que destaca la importancia de utilizar herramientas lúdicas y atractivas, como juguetes robóticos y asistentes inteligentes, para introducir a los niños estos conceptos. Estudios recientes han demostrado que niños pueden aprender de manera efectiva con sistemas de IA, mostrando gran interés y eficiencia [19].

Además, la IA tiene el potencial de reforzar valores humanísticos fundamentales, como la intervención humana, la inclusión, la equidad, la igualdad de género, la diversidad lingüística y la diversidad cultural [42]. Es fundamental que los niños aprendan a respetar las diferencias a temprana edad, lo que se puede lograr mediante juegos creativos que ayuden a identificar y comprender los objetos y recursos donde la IA está presente. Se pueden utilizar historias, cuentos, poesías y adivinanzas sobre la inclusión para que los niños disfruten y se interesen en una educación inclusiva [6].

Niñas, niños y adolescentes ya reconocen varios beneficios de la IA, como el acceso rápido a la información, la facilidad para realizar actividades específicas, la recomendación de contenidos según sus gustos, mejoras en diagnósticos médicos y la posibilidad de aprender nuevos idiomas [65]. En esta etapa, los niños pueden adquirir conocimientos con imaginación, y la IA puede ser una herramienta poderosa en este proceso. Además es importante este periodo ya que le permiten al niño ha adquirir los conocimientos con imaginación [6].

Existen herramientas de lectura y aprendizaje de idiomas que utilizan IA para mejorar las habilidades de los estudiantes, proporcionando retroalimentación automática que facilita su desarrollo. El juego, actividad rectora de la infancia,

es un medio ideal para integrar la IA en la educación, permitiendo a los niños relacionarse con la realidad de manera significativa mientras interactúan con otros niños y adultos [37].

Los juguetes inteligentes pueden moldear la comprensión del mundo por parte de los niños y niñas, fomentando el pensamiento crítico y la exploración. Es útil crear historias o juegos de roles donde los niños deben decidir cómo usar la IA para resolver problemas de manera ética [19].

Para introducir a los niños los conceptos fundamentales de la IA, se pueden emplear diversas estrategias educativas que cubran temas como la percepción, la representación, el razonamiento, el aprendizaje, la interacción natural y el impacto social [19]:

1. **Percepción.** La IA percibe el mundo a través de sensores como cámaras y micrófonos, convirtiendo los datos en información útil. Un ejemplo es el reconocimiento de imágenes, los niños pueden participar en juegos de reconocimiento de imágenes.
2. **Representación y razonamiento.** Involucra la creación de modelos que representan la realidad y el uso de estos para hacer inferencias y resolver problemas. Los niños pueden participar en actividades que refuercen su capacidad de razonamiento.
3. **Aprendizaje.** Se pueden utilizar aplicaciones de reconocimiento de voz o juegos donde los niños recuerden y repitan patrones.
4. **Interacción Natural.** Se centra en la comunicación fluida entre humanos y máquinas, utilizando tecnologías como el lenguaje natural. Los niños pueden

jugar juegos que les permitan escribir y luego escuchar historias narradas por la IA.

5. **Impacto Social.** Aborda las implicaciones éticas y sociales del uso de la IA, incluyendo temas como la privacidad, la equidad, la inclusión y los derechos humanos.

## 2.6 Metodologías de desarrollo

Para el desarrollo de software, es esencial emplear metodologías que permitan una gestión ágil y eficiente del proceso. Estas metodologías aseguran la creación de software de alta calidad, ofreciendo una estructura clara de los pasos y actividades necesarias para alcanzar el producto deseado. Además, proporcionan una base sólida para gestionar el proyecto de manera efectiva y adaptarse a cambios a lo largo del desarrollo.

Los principales objetivos de una metodología de desarrollo de software son [36]:

- Definir manera precisa los requisitos del sistema.
- Proveer método de desarrollo que permita controlar el proceso.
- Garantizar la construcción del software en un tiempo adecuado y con costos aceptables.
- Facilitar la identificación de cambios necesarios durante el desarrollo.

Existen diversas metodologías para el desarrollo de software, entre las más destacadas se encuentran la metodología en cascada y las metodologías ágiles. Estos dos enfoques son completamente diferentes, ya que presentan características opuestas en su estructura y forma de abordar el proceso de desarrollo.



La **metodología en cascada**, fue implementada por primera vez en 1970 por Winston W, es un marco tradicional de desarrollo de software que sigue un proceso secuencial. Cada fase del proyecto debe completarse antes de pasar a la siguiente, siguiendo un orden estricto. Una de sus principales desventajas es su poca efectividad si los requisitos no están claramente establecidos desde el principio, lo que la convierte en un modelo lineal y rígido [2].

Por otro lado, la **metodología ágil** se basa en conjunto de valores y prácticas que favorecen la adaptabilidad y la flexibilidad, especialmente en el desarrollo del software. Una de sus principales ventajas es que permite responder rápidamente a los cambios y garantiza que el producto final cumpla con los requerimientos del cliente. Esta metodología prioriza la entrega rápida y continua de componentes funcionales del sistema [38].

Dentro de las metodologías ágiles más destacadas, se encuentran las siguientes:

1. **Scrum** Esta metodología emplea un enfoque iterativo e incremental que optimiza la predictibilidad y controla el riesgo, basándose en la teoría empírica, que sostiene que el conocimiento proviene de la experiencia y las decisiones se toman en función de lo aprendido. Scrum se fundamenta en tres pilares clave: Transparencia, donde los procesos deben ser visibles para quienes son responsables del resultado; Inspección, en la que los usuarios del Scrum revisan constantemente los artefactos del Scrum y el progreso hacia el objetivo para identificar variaciones; y Adaptación, que consiste en ajustar el proceso cuando se detectan desviaciones para asegurar un producto aceptado [2].
2. **Kanban**. Es una metodología que visualiza los flujos de trabajo de manera gráfica, lo que facilita la identificación, comprensión y mejora de los procesos. Es especialmente útil para gestionar el trabajo continuo en ingeniería de

software. Sus características principales incluyen el uso de tableros para organizar los procesos y las historias de usuarios. Además, Kanban se centra en cuatro elementos clave: comunicación, producción, control centralizado y gestión de procesos, lo que lo convierte en un enfoque eficaz para optimizar el desarrollo de proyectos [38].

3. **XP (Extreme Programming)**. Es una metodología ágil que se centra en fortalecer las relaciones interpersonales, promoviendo el trabajo en equipo, el aprendizaje continuo de los desarrolladores y un ambiente laboral positivo [2]. XP se enfoca en cuatro aspectos clave del desarrollo de software: alcance, tiempo, costo y calidad [38], garantizando un equilibrio entre estos factores para entregar proyectos exitosos.
4. **Lean Manufacturing**. El objetivo principal de Lean Manufacturing es maximizar el valor de los productos mientras se minimizan las actividades que consumen recursos sin aportar valor al producto final. Esta metodología fomenta la mejora continua de los procesos, logrando una reducción de costos y plazos, al tiempo que se optimiza la eficiencia operativa. Además se enfoca en cuatro pilares clave: eficiencia en los procesos, optimización del sistema operativo, difusión del conocimiento, y desarrollo de competencias, actitudes y comportamientos adecuados [22], [7].

Entre las metodologías evaluadas, se seleccionó Scrum para el desarrollo del sistema basado en IAG, diseñado para generar cuentos que promueven la inclusión de personas con discapacidades, debido a su capacidad para adaptarse de forma iterativa a los cambios y necesidades del proyecto. Scrum facilita la colaboración multidisciplinaria entre expertos en inteligencia artificial, diseño de experiencias

infantiles y educación inclusiva. Su estructura basada en sprints cortos permitió una entrega progresiva de funcionalidades clave, como la creación y mejora continua de historias personalizadas. Además, fue eficaz para identificar las mejores opciones en la implementación de voces sintéticas, la definición de características físicas y de personalidad de los personajes, y la generación de imágenes que los hicieran únicos y atractivos para los niños.

## 2.7 Tecnologías involucradas en el desarrollo del sistema

### 2.7.1 Typescript

Es un lenguaje de programación de código abierto desarrollado por Microsoft como solución para el desarrollo de aplicaciones con Javascript a gran escala, tanto para uso interno como para sus clientes. Está diseñado para facilitar el desarrollo de aplicaciones robustas y solucionar la falta de herramientas que optimicen el flujo de trabajo en proyectos complejos [12]. TypeScript es un lenguaje fuertemente tipado y compilado que genera código Javascript compatible con todos los navegadores, lo que garantiza una mayor estabilidad del código al permitir predecir el tipo de un elemento y sus posibles valores [11].

Una de sus principales ventajas es la capacidad de crear aplicaciones web robustas, ya que el código se compila a JavaScript y puede ejecutarse en cualquier navegador, plataforma o sistema operativo [15]. Además, ofrece una integración sencilla con frameworks como Angular y otras bibliotecas, lo que facilita el desarrollo y la escalabilidad de aplicaciones [26].

## 2.7.2 Angular JS

Angular es un framework desarrollado por Google que ofrece herramientas y patrones de diseño con los que permiten a Javascript funcionar como motor de aplicaciones a gran escala. Una de sus principales ventajas es la facilidad de implementación, gracias a una guía de estilo con pautas sobre cómo estructurar y desarrollar aplicaciones [12]. Angular JS facilita la creación de aplicaciones web, de gestión, de negocio, multiplataforma similares a las nativas, e incluso aplicaciones de escritorio con un frontal web [13].

Entre las ventajas de Angular, se destaca las siguientes:

- Eficiente manejo del DOM (*Document Object Model*).
- Capacidad para desarrollar aplicaciones web escalables utilizando Typescript.
- Curva de aprendizaje accesible.
- Aumento significativo en la productividad del desarrollo.
- Funciona bien en aplicaciones que requieren recopilar y procesar datos de formularios [12].
- Escribe menos código comparado con otros frameworks.
- Permite que los componentes de la aplicación respondan automáticamente a cambios en el estado, sin necesidad de suscriptores a eventos ni acciones adicionales en el código [13].
- Cuenta con una gran comunidad de apoyo, lo que facilita el acceso a la documentación y recursos [13].

### 2.7.3 API de OpenAI

OpenAI es una empresa de investigación en IA cuya misión es desarrollar y promover la IA segura y beneficiosa para la humanidad. OpenAI ha lanzado APIs que permiten a los desarrolladores integrar sus avanzados modelos de lenguaje en aplicaciones y servicios, facilitando a diversas industrias el uso de capacidades avanzadas de procesamiento de lenguaje natural en sus productos, aplicaciones o servicios [9].

OpenAI ofrece dos formas de interactuar con sus servicios:

1. **Mediante un SDK:** Un conjunto de herramientas que los desarrolladores utilizan para crear aplicaciones. Generalmente, se debe instalar un módulo o paquete específico en el lenguaje de programación para utilizar las funciones proporcionadas por OpenAI.
2. **Mediante HTTP:** Permite a los desarrolladores enviar solicitudes HTTP al servidor de OpenAI y recibir respuestas en formato HTTP o JSON, facilitando la interacción con la API.

Entre los modelos de Open AI se encuentran GPT-4, GPT-4 Turbo, GPT-3.5, DALL-E, TTS, Whisper, Embeddings, Moderations [9]. Una de las principales ventajas de estos modelos es su capacidad como colaboradores creativos. Son especialmente efectivos en la generación de ideas para contenido dramático, la creación de personajes y el desarrollo de tramas narrativas. ChatGPT, por ejemplo, ha sido utilizado con éxito en la narración interactiva y los juegos, permitiendo a los usuarios participar en la creación de experiencias narrativas dinámicas y personalizadas, que se ajusta a sus gustos y preferencias. Además, tiene la capacidad de enriquecer cuentos o poemas con una variada selección de palabras realistas, emociones y personajes [39]. Estas características lo hacen muy útil y atractivo para

la generación de cuentos con contenido inclusivo para las personas con discapacidad.

#### 2.7.4 Generador de imágenes en Bing

Bing Image Creator es un generador de arte basado en IA desarrollado por Microsoft. La plataforma es gratuita y esta orientado tanto para uso profesional como personal, requiriendo únicamente una cuenta activa de Microsoft [21].

Este generador utiliza tecnologías como la comprensión del lenguaje natural, redes neuronales, aprendizaje automático y aprendizaje profundo, además de diversos parámetros para analizar las entradas proporcionadas por los usuarios, generando imágenes a partir de ellas. Está impulsado por el modelo DALL-E 3 de OpenAI [48]

Bing Image Creator ofrece 15 boosts diarios, que permiten generar imágenes de manera más rápida, con tiempos de esperan entre 15 y 25 segundos por resultado. Una vez agotados los boosts, los tiempos de espera son más largos, aunque es posible obtener más boots canjeando puntos Microsoft Rewards. La principal diferencia entre usar la plataforma con o sin boosts es el tiempo de espera [48]. Una limitación actual de Bing Image Creator es su incapacidad para integrar texto coherente dentro de las imágenes [21].

# Capítulo 3

## Desarrollo del sistema cuenta cuentos

### 3.1 Metodología

#### 3.1.1 Desarrollo con metodología SCRUM

Siguiendo la metodología Scrum, se planificaron 7 sprints, cada uno con una duración y un objetivo específico. A cada sprint se le asignaron las actividades correspondientes de su Product Backlog, centradas en el desarrollo de la aplicación. Los nombres de los sprints y sus respectivos objetivos se detallan en la figura 3.1

El primer sprint, "**Análisis del sistema**", tiene una duración de dos semanas y se centra en definir las bases tecnológicas, identificando los requisitos funcionales y no funcionales necesarios para la generación de cuentos con IAG dirigidos a un público infantil. Las actividades incluyen:

- Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación.
- Selección de tecnologías para el desarrollo de la aplicación multiplataforma.
- Elección de la API a utilizar para la generación de los cuentos.



Figura 3.1: Definición de Sprints para el desarrollo del sistema. Elaboración propia

- Selección de IA para la generación de imágenes para los personajes.
- Elección de la API para la funcionalidad de text to speech en español para la narración de los cuentos.

El segundo sprint, “**Diseño de personajes y generación de prompts**”, con una duración de dos semanas se enfoca en definir las características de los personajes, y generar sus imágenes. Las actividades definidas para el sprint son las siguientes:

- Definición de los atributos generales de los personajes (Nombre, nacionalidad, personalidad, características físicas).



- Desarrollo de prompts para la generación de las imágenes.
- Probar la generación de imágenes con diferentes parámetros y ajustar los prompts.
- Documentar los prompts que han sido exitosos para una reutilización futura.

El tercer sprint, “**Diseño de interfaz de usuario**”, tiene una duración de 3 semanas y su objetivo es crear una interfaz intuitiva y funcional para la aplicación. Las actividades definidas para el sprint son las siguientes:

- Diseño de las interfaces de usuario.
- Diseño del flujo de usuario para la creación de cuentacuentos.
- Definición del estilo visual (colores, tipografía, iconografía, etc).
- Revisión y ajuste del diseño según la retroalimentación de pruebas.

En el cuarto sprint, “**Conexión con IA generativa para cuentos e imágenes**”, también de tres semanas, busca integrar las APIs de IA para la creación de historias y personajes. Las actividades incluyen:

- Creación de cuentos y credenciales para el uso de la API.
- Conectar la API de la IAG para la creación de los cuentos.
- Configuración y pruebas de los modelos.

En el quinto sprint, “**Implementación de funcionalidad básica**”, tiene una duración de tres semanas y se enfoca en desarrollar las funciones principales de la aplicación. En este sprint las actividades a realizar son las siguientes:

- Implementar la funcionalidad para que los niños elijan los personajes.
- Generar cuentos automáticamente a partir de los parámetros del usuario.
- Generar la narración en voz sintética y mostrar el cuento con las imágenes de los personajes.
- Implementar la funcionalidad para reproducir el audio para narrar el cuento.

El sexto sprint, “**Refinamiento de prompts y correcciones**”, de dos semanas, tiene como objetivo mejorar la calidad de las historias y las imágenes generadas. Entre las actividades se incluyen:

- Ajustar los prompts de generación de personajes para obtener mejores resultados.
- Refinar los prompts para la creación de cuentos (tono, estructura narrativa, valores).
- Corrección de errores y mejoras de rendimiento detectados durante las pruebas de integración.

El último sprint, “**Pruebas y mejoras finales**”, tiene una duración de 2 semanas y su objetivo es optimizar la calidad de la aplicación, centrándose en la corrección de errores y en perfeccionar la interfaz de usuario para que sea más sencilla e intuitiva para los niños. Las actividades específicas de este sprint incluyen:

- Identificar y corregir errores o fallos que afecten el funcionamiento de la aplicación.
- Ajustar la interfaz para que sea más amigable y accesible para los niños.

- Realizar pruebas de integración para asegurar que todas las funciones de la aplicación operen correctamente.
- Actualizar la documentación con las mejoras y ajustes realizados durante el sprint.
- Optimizar la velocidad y el rendimiento general de la aplicación.
- Repetir pruebas de interacción para confirmar el correcto funcionamiento de todas las funciones.

### 3.1.2 Descripción general del proyecto

El proyecto tiene como objetivo desarrollar una aplicación multiplataforma de cuentacuentos, impulsada por inteligencia artificial generativa, centrada en la creación y narración de historias protagonizadas por personajes con discapacidades y de origen latinoamericano. Está dirigido a niños de entre 4 y 6 años, una etapa clave para inculcar valores como el respeto y la tolerancia hacia las personas con discapacidad. Para su desarrollo, se utilizará Scrum como metodología ágil, y Angular con TypeScript como tecnología web. La API de OpenAI será empleada para generar y narrar los cuentos, integrándose a través de la librería de TypeScript.

### 3.1.3 Requerimientos funcionales y no funcionales

En la tabla 3.1 se detalla los requerimientos funcionales del IncluAventuras, un cuentacuentos basados en IA Generativa:

TABLA 3.1: Requerimientos funcionales de la aplicación

ID	Nombre	Descripción
RF_001	Creación de cuentos	La aplicación debe permitir la creación automática de cuentos basados en tres parámetros seleccionados por los niños: la extensión del cuento, los personajes, y el tema a tratar en la historia.
RF_002	Selección de parámetros	La aplicación debe permitir que los niños elijan la extensión del cuento, los personajes y el tema a través de una interfaz sencilla, utilizando tarjetas con imágenes o una selección intuitiva.
RF_003	Contenido del cuento	Las historias generadas deben reflejar con precisión la vida cotidiana de las personas con discapacidad, al igual que la cultura, creencias, y situación económica de los países latinoamericanos.
RF_004	Lenguaje del cuento	El cuento debe evitar cualquier lenguaje violento o discriminatorio, enfocándose en promover valores como el respeto y la tolerancia.
RF_005	Personalización de personajes	Los personajes deben tener características físicas, rasgos de personalidad y una nacionalidad que los distingan de los demás. Entre ellos, deben incluirse personajes con discapacidades y de origen latinoamericano.

---

*Continúa en la siguiente página*

---

---

ID	Nombre	Descripción
RF_006	Selección de extensión del cuento	A través de imágenes, los niños deben poder elegir la extensión del cuento, es decir, el número de palabras. Solo se podrá seleccionar una opción entre las disponibles.
RF_007	Selección de tema	A través de imágenes, los niños podrán seleccionar el tema principal del cuento. Solo podrán elegir una opción.
RF_008	Selección de personajes	Los niños deben poder seleccionar hasta un máximo de 3 personajes para protagonizar cada cuento.
RF_009	Narración de cuentos	La aplicación debe incluir una funcionalidad de narración por voz, utilizando tecnología de síntesis de voz (Text-to-Speech) en español.
RF_010	Generación de imágenes para los personajes	La IA debe generar imágenes que representen a los personajes de manera visual, utilizando una API para la creación de gráficos. Estos personajes deben tener un estilo de caricatura simple, y sus imágenes deben transmitir claramente su nacionalidad y profesión o rol con solo verlas.
RF_011	Generación de imágenes para los cuentos y temas a tratar	La IA debe generar imágenes que representen el tema y la extensión del cuento, facilitando que los niños puedan comprender y seleccionar visualmente una opción. Estas imágenes deben mantener un estilo coherente, ser simples y, si es necesario, incluir texto claro y fácil de entender.

---

*Continúa en la siguiente página*

---

---

ID	Nombre	Descripción
RF_012	Interfaz intuitiva para niños	La aplicación debe contar con una interfaz intuitiva y amigable, diseñada específicamente para niños de 4 a 6 años. Debe incluir elementos visuales atractivos y coloridos, junto con un flujo de usuario claro y sencillo que facilite la creación de cuentos.
RF_013	Interacción con IA	La aplicación debe integrarse con la API de OpenAI para generar los cuentos y proporcionar su narración a través de tecnología de inteligencia artificial.
RF_014	Reproducción de audio	La aplicación debe permitir la reproducción del cuento acompañado de las imágenes generadas y la narración en español.
RF_015	Controles de reproducción de audio	La aplicación debe incluir botones para pausar, reanudar o reiniciar la narración del cuento.
RF_016	Recreación del cuento	La aplicación debe permitir la opción de recrear el cuento utilizando los mismos parámetros iniciales, con el fin de variar el contexto y ofrecer diferentes versiones. Al seleccionar esta opción, se debe generar una nueva narración para el cuento, garantizando diversidad en cada recreación.

---

En la tabla 3.2 se detallan los atributos y las restricciones del sistema, que no están relacionados directamente con las funciones específicas del sistema:

TABLA 3.2: Requerimientos no funcionales de la aplicación

Nombre	Descripción
Rendimiento	La aplicación debe tener tiempos de respuesta rápidos, especialmente en la generación de cuentos y la generación de la voz sintética, para evitar que los niños pierdan interés durante la espera.
Escalabilidad	El sistema debe estar diseñado para manejar un alto volumen de usuarios simultáneos sin degradar el rendimiento.
Compatibilidad multiplataforma	Debe ser compatible con distintos sistemas operativos y dispositivos, asegurando una experiencia fluida tanto en dispositivos móviles como en navegadores web.
Seguridad	Debe garantizar la seguridad de la información de los usuarios, específicamente en las conexiones a las APIs externas.
Facilidad de mantenimiento	El código de la aplicación debe ser fácilmente mantenible y extensible, facilitando futuras actualizaciones o mejoras.
Usabilidad	La interfaz de usuario debe estar diseñada para ser altamente intuitiva, con accesibilidad para niños de 4 a 6 años y siguiendo pautas de diseño inclusivo.
Estabilidad del sistema	El sistema debe ser robusto y capaz de manejar errores sin interrumpir la experiencia del usuario, mostrando mensajes amigables en caso de fallos.

*Continúa en la siguiente página*

---

Nombre	Descripción
Cumplimiento de estándares web	La aplicación debe cumplir con los estándares web modernos para garantizar la accesibilidad y compatibilidad con distintos navegadores y dispositivos.
Latencia mínima en la generación de contenido	La generación de cuentos, imágenes y la narración por voz deben ocurrir en tiempos razonables para no romper la experiencia inmersiva.

---

Estos requerimientos aseguran que la aplicación sea funcional, fácil de usar y accesible, a la vez que cumpla con altos estándares de rendimiento y seguridad.

## 3.2 Arquitectura del sistema

En la implementación de la aplicación, se consideraron tres etapas: el desarrollo de interfaces de usuario, la generación del prompt para el chatbot y la implementación de la API de OpenAI. La arquitectura general del sistema desarrollado se resume de manera gráfica en la figura 3.2.

### 3.2.1 Desarrollo de la interfaz del usuario

En la fase inicial del desarrollo de la interfaz de usuario, se identificaron los parámetros clave que los usuarios pueden modificar para interactuar con la creación de cuentos. Se establecieron tres elementos fundamentales que facilitarán la interacción con la aplicación, permitirán la personalización del cuento y garantizarán una generación efectiva de las historias. Estos elementos son los siguientes:



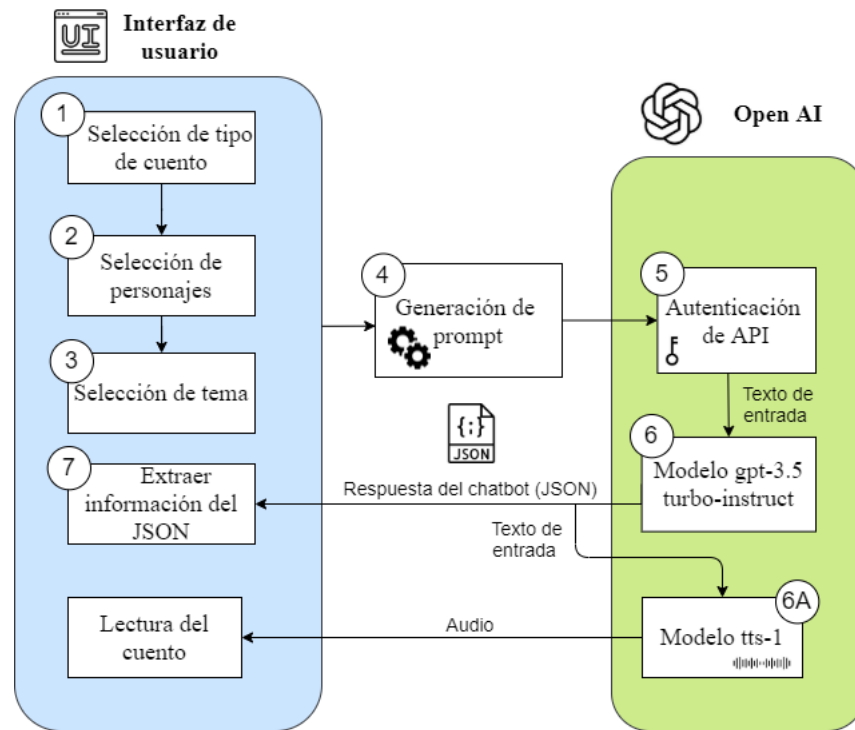


Figura 3.2: Arquitectura del sistema. Elaboración propia

1. *Tipo de cuento*: Se refiere a la extensión del cuento, es decir, el número de palabras que contiene. Nos basamos en la clasificación mostrada en [31], donde se mencionan que los tres tipos de cuentos infantiles son: microcuento, cuento flash y cuento corto; los cuales constan aproximadamente de 300, 750 y 2000 palabras, respectivamente.
2. *Personajes*: Se refiere a un conjunto de personajes con características físicas y de personalidad definidas que pueden aparecer en los cuentos. Estos personajes fueron inicialmente propuestos por ChatGPT, pero luego se seleccionaron solo aquellos que se alinean con el objetivo del sistema: inculcar en los niños valores como el respeto, la tolerancia y la empatía hacia personas con discapacidades.

Debido a la extensión de los cuentos, se decidió que cada historia puede tener un máximo de tres personajes.

3. *Tema*: Se trata del contexto o tema en el que se desarrollará la historia. Estos temas están centrados en fortalecer los valores éticos y de inclusión, como el respeto, la tolerancia y cuidado del medio ambiente. Debido a que el sistema está diseñado para niños, y que los cuentos son distintos unos a otros en cada solicitud de generación de historia, se decidió incluir una cantidad máxima de cuatro temas.

Una vez definidos los parámetros con los que interactuará el usuario, se realizaron los bocetos iniciales sobre cómo debería ser la navegación de la aplicación. En la figura 3.3, se muestra la interfaz donde el usuario selecciona el tipo de cuento a generar.

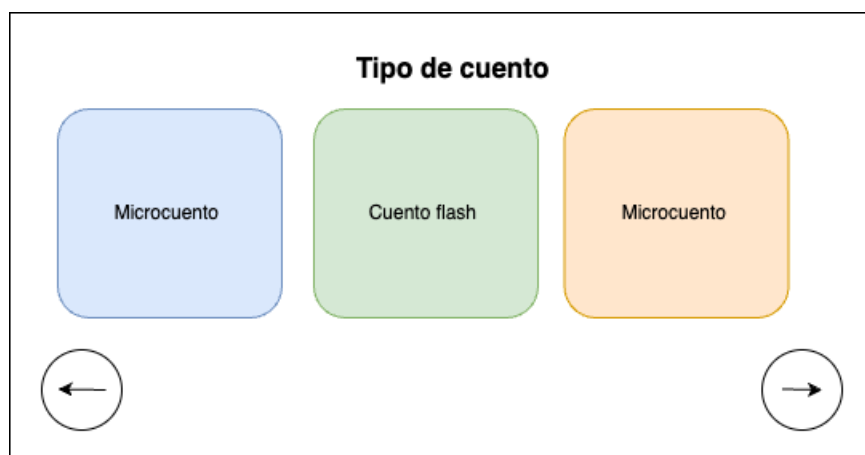


Figura 3.3: Boceto de la interfaz para seleccionar el tipo de cuento. Elaboración propia

En la figura 3.4, se observa la interfaz para seleccionar hasta tres personajes. Como se aprecia en el boceto, la interacción del usuario será principalmente visual,

con imágenes y poco texto, dado que el público objetivo son niños que aprenden mejor de forma visual.

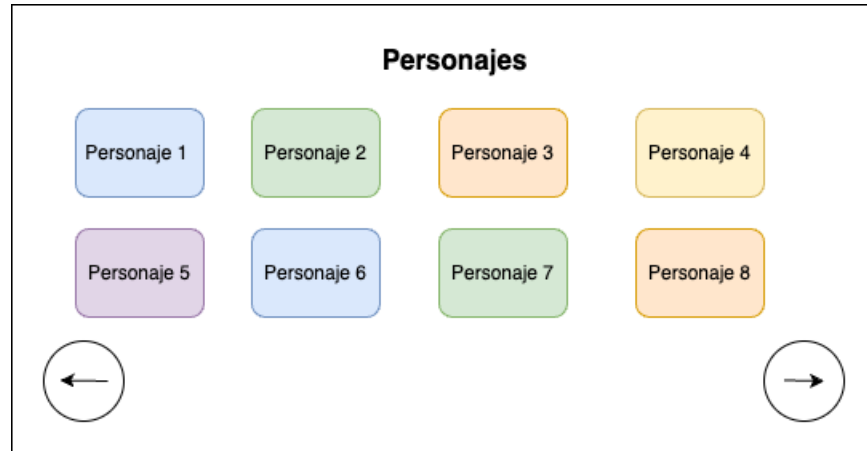


Figura 3.4: Boceto de la interfaz para seleccionar los personajes. Elaboración propia

La figura 3.5 presenta la interfaz donde el usuario elige el tema del cuento, que ofrece cuatro opciones, de las cuales solo se puede seleccionar una.

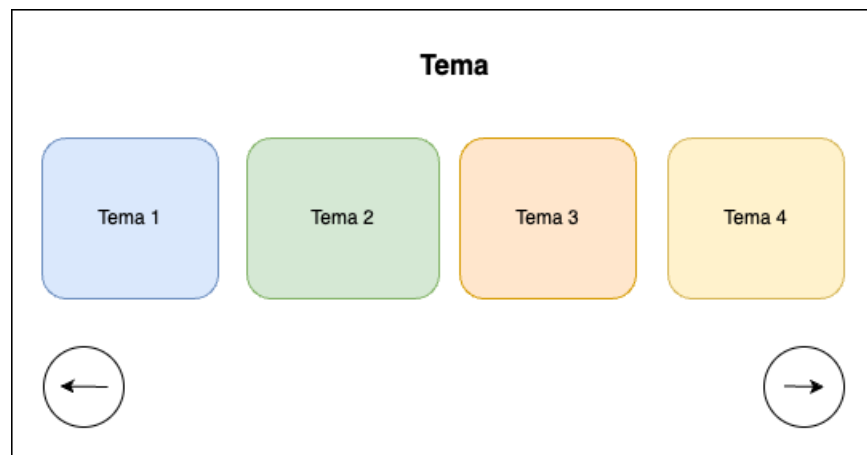


Figura 3.5: Boceto de la interfaz para seleccionar el tema. Elaboración propia

En los tres bocetos se han incluido botones de navegación de gran tamaño para que los niños puedan identificarlos fácilmente.

Por último, en la figura 3.6, se muestra la interfaz final donde el niño puede visualizar el cuento generado y escuchar la narración en voz sintetizada. Esta interfaz incluye un botón para recrear el cuento utilizando los mismos parámetros, así como controles para la reproducción del audio.

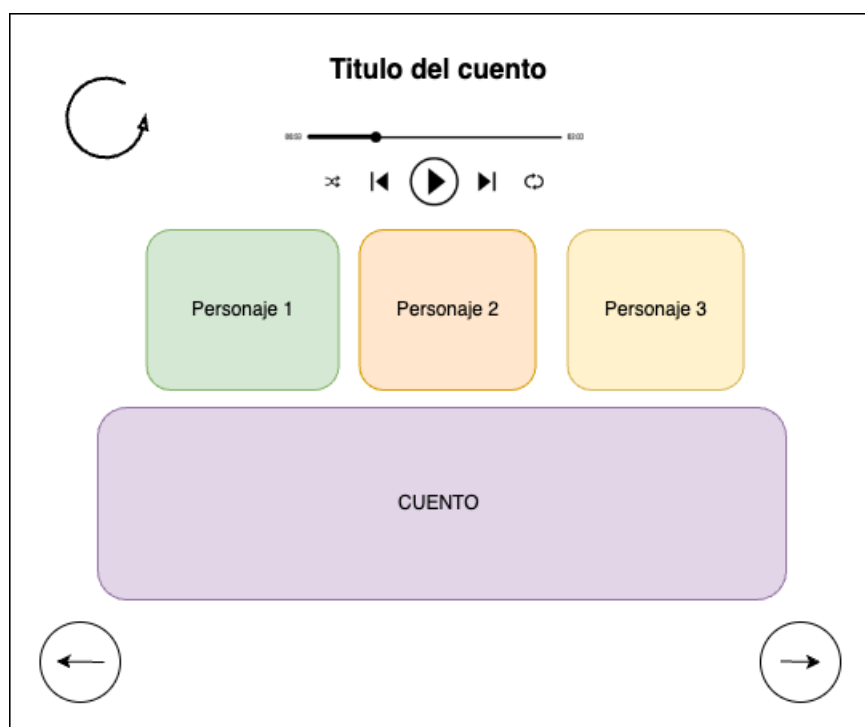


Figura 3.6: Boceto de la interfaz del cuento creado. Elaboración propia

Para obtener las imágenes necesarias para una interfaz de usuario intuitiva y visualmente atractiva, se utilizó *Bing Image Creator*. Fue necesario generar un prompt específico para cada imagen relacionada con los parámetros requeridos por la aplicación, como el tipo de cuento, los personajes y el tema a abordar.

Para generar las imágenes que representen el tipo de cuento, se utilizó el siguiente prompt:

Por ejemplo, si se desea generar una imagen para un microcuento, el prompt sería:

Prompt para generar las imágenes que representen el tipo de cuento

Imagen que represente un **{tipo\_de\_cuento}**, que contenga la palabra **{tipo\_de\_cuento}**. Es para una aplicación para niños que inculca valores mediante cuentos.

Figura 3.7: Prompt para la creación de imágenes que representen el tipo de cuento

"Imagen que represente un **microcuento**, que incluya la palabra **microcuento**. Es para una aplicación infantil orientada a inculcar valores a través de cuentos."

Para generar las imágenes que representan a los personajes, se seleccionaron 12 de las 20 propuestas generadas por ChatGPT, considerando cuales eran las más adecuadas para la aplicación. Luego, se detallaron sus características físicas y rasgos de personalidad. La primera versión del prompt utilizado para crear las imágenes se muestra en la Figura 3.8

Versión de prompt para generar las imágenes de los personajes

Caricatura de un **{descripcion\_fisica}**.

Figura 3.8: Prompt para la creación de la imagen representativa del personaje

Por ejemplo el siguiente prompt "Caricatura de una **niña mexicana sorda que tiene cabello largo y liso de color negro azabache que cae hasta debajo de sus hombros, su rostro es de forma ovalada, sonrisa cálida. Utiliza vestidos de colores vivos.**" generó la imagen mostrada en la figura 3.9.

Sin embargo, al observar la imagen, se puede notar que el prompt no cumple con los requisitos para que el personaje sea comprendido correctamente solo con verlo. La imagen no refleja de manera clara que el personaje sea latinoamericano ni que tenga una discapacidad. En resumen, no logra transmitir la nacionalidad ni los

rasgos distintivos que la identifiquen.



Figura 3.9: Personaje Fernanda, una niña sorda. Bing Image Creator

Finalmente, la versión revisada del prompt quedó de la siguiente manera:

Versión final de prompt para generar las imágenes de los personajes

Caricatura de un {sexo\_personaje}, de nacionalidad {nacionalidad} con {descripcion\_fisica}. El personaje debe resaltar algún rasgo característico de su cultura o nacionalidad.

Figura 3.10: Prompt final para la creación de la imagen representativa del personaje

Siguiendo el mismo ejemplo pero con el nuevo prompt, quedaría el ejemplo de la siguiente forma: "Caricatura de una **niña** de nacionalidad **ecuatoriana** con **cabello largo y rizado de color negro que cae hasta debajo de sus hombros**. Su rostro es de forma ovalada y siempre muestra una **sonrisa cálida**. Viste con **vestidos de colores vivos de Ecuador**. El diseño debe resaltar algún rasgo característico de su cultura o nacionalidad."

Este nuevo prompt da como resultado la figura 3.11, en la que se puede apreciar que el prompt es más preciso y permite una mejor caracterización de los personajes. Ahora, es fácil identificar su nacionalidad y si tienen alguna discapacidad simplemente con ver la imagen.



Figura 3.11: Personaje Fernanda, una niña sorda. Bing Image Creator

Finalmente, para la generación de las imágenes que representan el tema a abordar, se utilizó el siguiente prompt:

Prompt para la generación de la imagen que representa el tema a tratar

Imagen que represente el **{tema}**. Es para una aplicación de niños que inculca valores, coloca la palabra **{tema}** en la imagen.

Figura 3.12: Prompt para la creación de la imagen que representa el tema a tratar

Por ejemplo, si el tema es *respeto*, el prompt sería: "Imagen que represente el **respeto**. Es para una aplicación infantil que promueve valores. Coloca la palabra '**respeto**' en la imagen."

Gracias a estos prompts, se generaron las imágenes que darán vida a la interfaz de usuario, aportando un componente visual clave para la aplicación. Dado que

está dirigida a un público infantil, se considera fundamental que la aplicación cuente con más elementos visuales que texto, garantizando así una experiencia interactiva y atractiva.

### 3.2.2 Diseño de la estructura del prompt

Los LLMs son entrenados con una gran cantidad de información, superando lo que una sola persona promedio puede leer en toda su vida. Por lo tanto, el contar con instrucciones precisas resulta esencial en el proceso creativo [63]. La calidad de las respuestas generadas por ChatGPT depende en gran medida de las solicitudes realizadas, conocidas como "prompts". Es responsabilidad del usuario redactar cuidadosamente estos prompts para obtener contenido útil. Para lograr los mejores resultados, se requiere la intervención de personas capacitadas, y los prompts deben ser evaluados críticamente antes de ser utilizados. Este proceso se denomina "ingeniería de prompts" y se refiere a las técnicas y estrategias empleadas para crear entradas que produzcan respuestas óptimas en modelos de IAG [42].

Algunas recomendaciones para crear buenos prompts incluyen:

1. Usar un lenguaje claro, simple y directo.
2. Incluir ejemplos que ilustren el formato o tipo de respuesta deseada.
3. Proporcionar contexto suficiente para generar respuestas relevantes y significativas.
4. Refinar e iterar el prompt según sea necesario.
5. Ser ético, evitando generar contenido inapropiado.



A partir de los parámetros definidos previamente: tipo de cuento, personajes y tema, se desarrollaron varias versiones de prompts hasta llegar a una versión final. En cada versión, los parámetros entre llaves como  $\{tipo\_de\_cuento\}$ , o  $\{numero\_de\_palabras\}$  son reemplazados por los valores específicos que el usuario (niño o niña) elija, lo cual se corresponde con los bloques 1, 2 y 3 de la arquitectura mostrada en la figura 3.2.

La primera versión del prompt se muestra en la figura 3.13, con un diseño sencillo y sin muchas restricciones o validaciones. Esta prueba inicial se utilizó para verificar que los cuentos generados respetaran la extensión definida, el tema seleccionado y mantuvieran coherencia en la narrativa.

Una ventaja observada fue que los cuentos efectivamente respetaban la longitud establecida. No obstante, las historias resultantes eran repetitivas, poco atractivas y carecían de impacto educativo en cuanto a inculcar el valor establecido. Además, el ritmo de la narrativa era demasiado rápido, lo que hacía que las historias carecieran de detalles importantes.

**Primera versión del prompt**

Crea un  $\{tipo\_de\_cuento\}$  con  $\{numero\_de\_palabras\}$  palabras acerca de  $\{tema\_a\_tratar\}$  en el que participen los siguientes personajes:  
 $\{nombre\_del\_personaje\_uno\}$ , un  $\{ocupación\_del\_personaje\_uno\}$  con las siguientes características físicas:  $\{características\_físicas\_del\_personaje\_uno\}$ . La personalidad de  $\{nombre\_del\_personaje\_uno\}$  es  $\{personalidad\_del\_personaje\_uno\}$ .  
 $\{nombre\_del\_personaje\_dos\}$ , un  $\{ocupación\_del\_personaje\_dos\}$  con las siguientes características físicas:  $\{características\_físicas\_del\_personaje\_dos\}$ . La personalidad de  $\{nombre\_del\_personaje\_dos\}$  es  $\{personalidad\_del\_personaje\_dos\}$ .  
 $\{nombre\_del\_personaje\_tres\}$ , un  $\{ocupación\_del\_personaje\_tres\}$  con las siguientes características físicas:  $\{características\_físicas\_del\_personaje\_tres\}$ . La personalidad de  $\{nombre\_del\_personaje\_tres\}$  es  $\{personalidad\_del\_personaje\_tres\}$ .

Figura 3.13: Primera versión de prompt para la generación de cuentos

La segunda versión del prompt, como se muestra en la figura 3.14, introduce una estructura de salida en formato JSON con el objetivo de facilitar la recopilación de información y su integración en la interfaz de usuario. Durante las pruebas, se observó una mejora significativa en la calidad de la narrativa, con cuentos que captaban más la atención y cumplían mejor con la misión educativa. Sin embargo, el formato JSON no siempre se respetaba; el modelo añadía elementos antes o después del prompt, lo que dificultaba la integración. Además, los personajes con discapacidad no siempre ocupaban el papel protagónico, lo que podía afectar la comprensión del niño respecto al valor que se pretendía inculcar, al carecer de un contexto en el que el personaje superara un desafío.

La versión final del prompt, presentada en la figura 3.15, introduce mejoras clave. Se incorporó un parámetro de nacionalidad para los personajes, alineado con el enfoque de la aplicación en países hispanohablantes. Además, se añadió una sección de consideraciones para abordar las observaciones previas. Entre ellas, se resalta que, en los cuentos con personajes con discapacidad, estos deben desempeñar un rol protagónico, y la trama debe enfatizar los valores centrados en ellos. También se estableció que el contexto debe reflejar la nacionalidad de los personajes, situando la historia en escenarios latinoamericanos para ofrecer un entorno realista y significativo.

### **3.2.3 Conexión con la API de OpenAI**

La tercera fase implica la integración de la API de OpenAI en el sistema desarrollado. Esta API proporciona una amplia gama de servicios para el procesamiento del lenguaje natural, síntesis de habla, generación de texto y otras funcionalidades no relevantes para los propósitos del sistema propuesto.

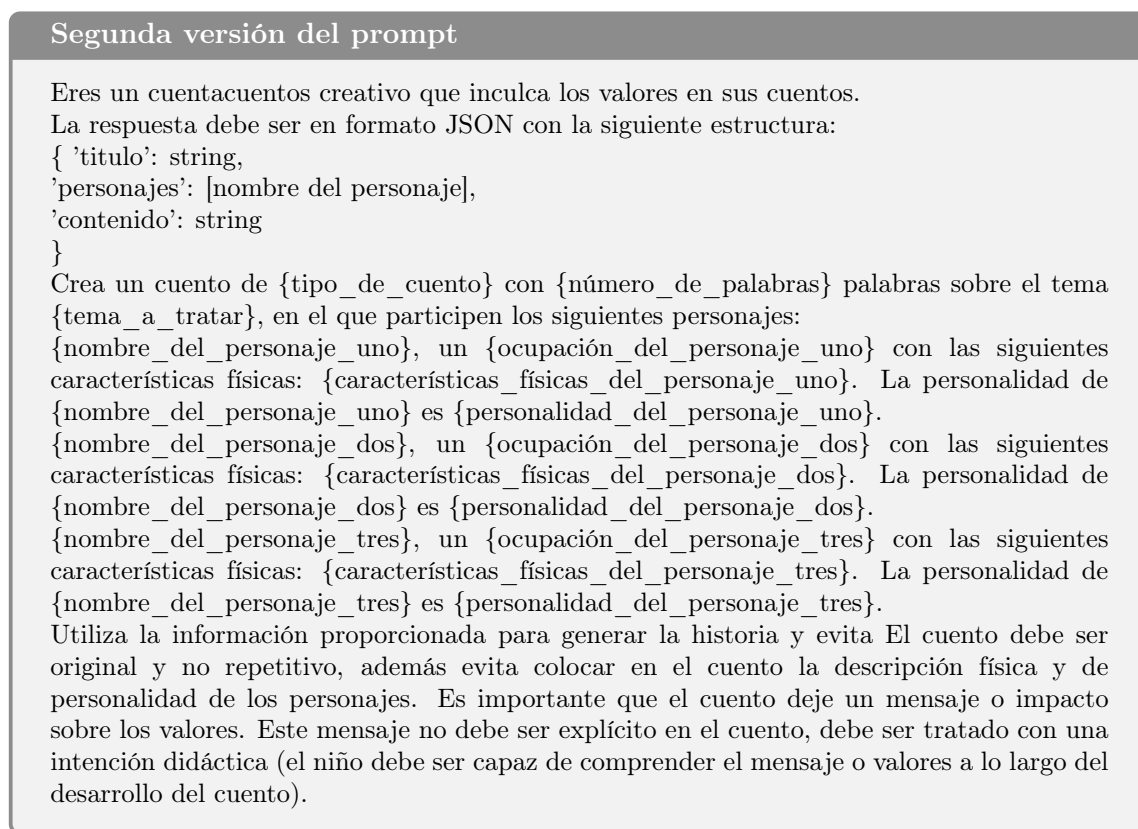


Figura 3.14: Segunda versión de prompt para la generación de cuentos

Para acceder a los servicios de OpenAI, se requiere de una autenticación mediante una clave API proporcionada por la plataforma (ver bloque 5 de la figura 3.2). Es importante tener en cuenta que el uso de esta API esta sujeto a tarifas, dependiendo del volumen y tipo de solicitudes realizadas.

Para la generación de las historias se utilizó el modelo gpt-3.5-turbo (bloque 6 de la arquitectura mostrada en figura 3.2), usando la siguiente configuración de parámetros:

1. *Mensaje*: este parámetro acepta un arreglo de objetos mensaje, que pueden ser en el rol de sistema, usuario o asistente, y su contenido [40]. Para el sistema

desarrollado, el mensaje tiene la estructura mostrada en la figura 3.15.

2. *Modelo*: se usó el modelo `gpt-3.5-turbo-instruct`.
3. *Número de tokens*: este parámetro define el límite máximo de tokens que el generador puede producir en una sola solicitud. Para nuestro caso, se estableció el valor de 2048 tokens.
4. *Temperatura*: este parámetro controla el nivel de variabilidad y originalidad en el texto generado por el modelo. Una temperatura más alta produce respuestas más diversas y creativas, pero también aumenta la probabilidad de obtener respuestas incoherentes o irrelevantes. Por lo tanto, se utilizó una temperatura de 0.5 para la aplicación.

ChatGPT devuelve el contenido generado en formato JSON. La respuesta obtenida es procesada por la aplicación, extrayendo los contenidos y mostrándolos en la interfaz de usuario (bloque 7 de la arquitectura). Lo que el niño visualiza es la historia generada en forma de texto, con las imágenes de los personajes que intervienen en el cuento.

Además de mostrar el cuento en forma texto, el sistema desarrollado permite la narración las historias generadas mediante el uso de voces sintéticas. Esta funcionalidad se implementó debido a que los usuarios para los que fue desarrollada la aplicación son niños en edad de aprender a leer. Para lograr esto, se usó también la API TTS (Text To Speech) de OpenAI (bloque 6A en figura 3.2). Esta última permite elegir 6 voces integradas (aleación, eco, fábula, ónice, nova y brillo), las cuales pueden utilizarse para realizar narraciones en varios idiomas, incluyendo el español [41].

## Versión final del prompt

Eres un cuentacuentos creativo que inculca valores en sus cuentos para niños de latinoamérica, los cuentos son divertidos e interesantes, y a veces misteriosos.

La respuesta debe ser en formato JSON con la siguiente estructura:

```
{ 'titulo': string,
  'personajes': [nombre del personaje],
  'contenido': string
}
```

Crea un cuento de {tipo\_de\_cuento} con {número\_de\_palabras} palabras sobre el tema {tema\_a\_tratar}, en el que participen los siguientes personajes:

{nombre\_del\_personaje\_uno}, un {ocupación\_del\_personaje\_uno} de nacionalidad {nacionalidad\_del\_personaje\_uno} con las siguientes características físicas: {características\_físicas\_del\_personaje\_uno}. La personalidad de {nombre\_del\_personaje\_uno} es {personalidad\_del\_personaje\_uno}.

{nombre\_del\_personaje\_dos}, un {ocupación\_del\_personaje\_dos} de nacionalidad {nacionalidad\_del\_personaje\_dos} con las siguientes características físicas: {características\_físicas\_del\_personaje\_dos}. La personalidad de {nombre\_del\_personaje\_dos} es {personalidad\_del\_personaje\_dos}.

{nombre\_del\_personaje\_tres}, un {ocupación\_del\_personaje\_tres} de nacionalidad {nacionalidad\_del\_personaje\_tres} con las siguientes características físicas: {características\_físicas\_del\_personaje\_tres}. La personalidad de {nombre\_del\_personaje\_tres} es {personalidad\_del\_personaje\_tres}.

Consideraciones para el cuento:

- El cuento debe ser original, por favor, esfuérate en que no se repitan los cuentos.
- Si hay personajes con alguna discapacidad, asegúrate de que sean los protagonistas. Enfoca la atención en ellos para que la trama del cuento resalte el valor de {tema\_a\_tratar} hacia los personajes con discapacidad.
- Evita colocar en el cuento la descripción física y de personalidad de los personajes, solo menciona implícitamente cual es la discapacidad del personaje, si así lo tuvieran.
- El contexto en el que se desarrollan los personajes debe ser ambientado en la nacionalidad del protagonista o los protagonistas, ya sean lugares turísticos, pueblos, costumbres, cultura, ideologías, economía, etc. Se específico en el lugar en el que se encuentran, puedes mencionar nombre de los lugares.
- Puedes elegir el estilo narrativo entre monólogo, narración en segunda persona, narración epistolar, narración como testigo, narración omnisciente, etc. además de cambiar la atmósfera, el ambiente y el simbolismo; la idea es crear un cuento original, creativo y único o inédito que inculque valores a los niños.
- Es importante que los cuentos no sean repetidos en cada una de las iteraciones que se realicen, debe de cambiar el contexto, ambiente, el nombre del cuento, su trama y la forma de narración.
- Es importante que el cuento deje un mensaje o impacto sobre los valores. Este mensaje no debe ser explícito en el cuento, debe ser tratado con una intención didáctica (el niño debe ser capaz de comprender el mensaje o valores a lo largo del desarrollo del cuento).

Figura 3.15: Prompt para la generación de cuentos

# Capítulo 4

## Presentación y discusión de resultados

### 4.1 Metodología de pruebas

Las pruebas de funcionamiento son esenciales para asegurar que la experiencia del usuario sea fluida, comprensible y atractiva, especialmente para los niños pequeños, que son los usuarios finales de la aplicación. Durante estas pruebas, es crucial verificar que todos los elementos clave, como los prompts, la generación de cuentos y la narración por voz, estén correctamente integrados y operen de manera óptima. Para realizar estas pruebas, es necesario evaluar los siguientes aspectos:

1. **Pruebas de interacción con la aplicación:** Es necesario comprobar que la interfaz y los botones sean intuitivos y fáciles de usar para los niños. Además, se debe garantizar que la selección de personajes, el tema y la extensión del cuento se realicen correctamente y sin complicaciones.
2. **Medición de similitud entre los cuentos:** En esta prueba, se debe

verificar que, aun utilizando los mismos parámetros repetidamente, los cuentos generados sean siempre únicos y no redundantes, asegurando variedad y frescura en cada historia.

3. **Evaluación de la generación de cuentos:** Es esencial comprobar que los cuentos sean coherentes, originales y significativos, y que cumplan con el objetivo de inculcar valores, especialmente aquellos relacionados con el respeto hacia personas con discapacidad. También se debe asegurar que el contexto en el que se desarrollan las historias refleje escenarios latinoamericanos.
4. **Análisis de las voces sintéticas de OpenAI:** Se debe identificar cuál de las seis voces sintéticas ofrecidas por OpenAI funciona mejor, garantizando que la calidad del audio sea clara y adecuada. Además, es importante evaluar si la narración capta el interés del niño y contribuye a mejorar su comprensión del cuento.

Estas pruebas son fundamentales para asegurar que la aplicación sea adecuada para el desarrollo cognitivo y emocional de los niños. Evaluar estos aspectos permite determinar si la aplicación cumple con su objetivo de ser un cuentacuentos digital que inculca valores. Además, es crucial garantizar que la herramienta ayude a los niños a comprender mejor las historias y mantenga su atención de manera efectiva.

## 4.2 Pruebas de interacción con la aplicación

Para garantizar que la navegación y la interfaz de la aplicación fueran intuitivas, y que tanto la generación de cuentos como la narración funcionaran correctamente, se realizó una prueba de funcionamiento en una computadora con Windows 10. El

objetivo principal de esta prueba fue evaluar la fluidez de la interacción, la correcta selección de parámetros y la adecuada generación del contenido final.

Primero, se evaluó la **usabilidad de la interfaz**, verificando que los botones fueran visibles, accesibles y comprensibles para los usuarios sin necesidad de instrucciones adicionales. También se revisaron los elementos gráficos como los personajes, los temas, y la estructura general de la interfaz, asegurando que fueran atractivos y comprensibles para niños de 3 a 4 años. Posteriormente, se probaron las funciones clave de la aplicación mediante una interacción simulada. Para esta prueba, se asignaron los siguientes parámetros:

- *Tipo de cuento:* Se seleccionó un microcuento a través de la interfaz gráfica mostrada en la figura 4.1.
- *Personajes:* Se eligieron tres personajes para el cuento: Andrés, Fernanda y Omar, como se puede observar en la Figura 4.2.
- *Tema a tratar:* Finalmente, se seleccionó el tema de "Tolerancia", como se indica en la figura 4.3.

### 4.3 Medición de similitud entre los cuentos

Una de las principales características del sistema cuentacuentos es la capacidad de generar cuentos diferentes en cada ejecución. Para medir esta diversidad, se usó el índice de Jaccard.

El índice de Jaccard es una medida estadística utilizada para comparar la similitud y la diversidad entre dos conjuntos, se calcula como se muestra en la ecuación (4.1).





Figura 4.1: Interfaz de selección del tipo de cuento. Elaboración propia

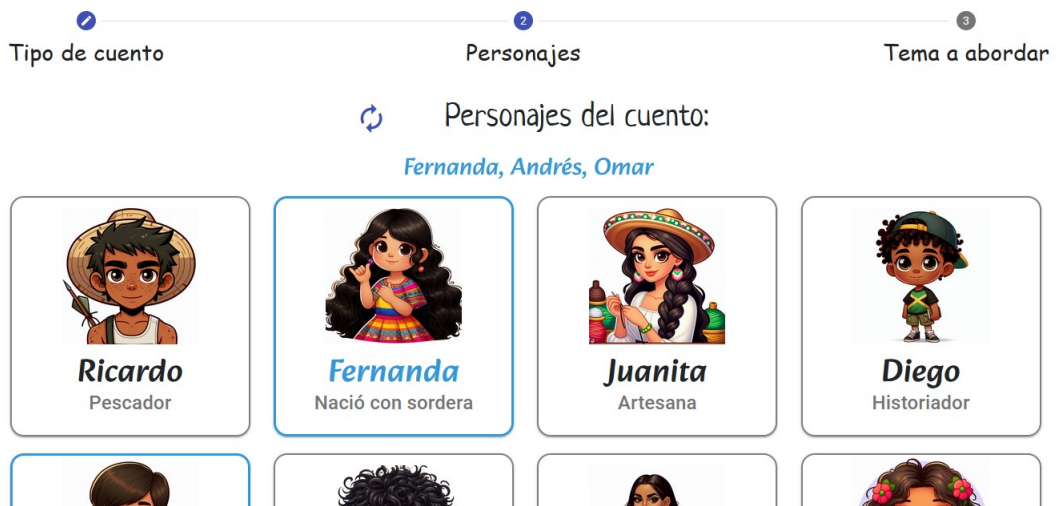


Figura 4.2: Interfaz de selección de los personajes. Elaboración propia

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|} \quad (4.1)$$

Donde  $A$  y  $B$  son los conjuntos a comparar; los valores de este índice están entre 0 y 1, donde 0 indica ninguna similitud entre los conjuntos y 1 indica que los conjuntos



Figura 4.3: Interfaz de selección del tema a tratar. Elaboración propia

comparados son idénticos.

Antes de realizar el análisis, fue necesario un preprocesamiento de los textos, que incluyó la eliminación de signos de puntuación, nombres de personajes, números y cualquier carácter que no fuera parte del alfabeto. Además, todas las letras fueron convertidas a minúsculas para uniformar el análisis.

La prueba consiste en dos experimentos:

1. *Primer experimento:* Se mantuvieron fijos los parámetros de personajes, tipo de cuento y tema. Con estos parámetros constantes, se generaron 30 cuentos, que luego fueron analizados mediante el índice de Jaccard para medir la similitud entre ellos.
2. *Segundo experimento:* En este caso, se generaron 30 cuentos seleccionando aleatoriamente los personajes, temas y tipos de cuentos. Estos cuentos también fueron analizados con el índice de Jaccard para evaluar la diversidad y similitud en historias con parámetros variables.

Este análisis permitió medir cómo varía la originalidad y repetitividad en los cuentos generados, tanto con parámetros fijos como aleatorios.

## 4.4 Evaluación de la generación de cuentos

Una vez ingresados los parámetros en la aplicación, se generó un cuento según las opciones seleccionadas. Para evaluar la calidad de la generación del cuento, se consideraron los siguientes aspectos clave:

1. Verificar que el cuento respetara la extensión definida previamente.
2. Comprobar que los personajes elegidos estuvieran correctamente integrados en la narrativa.
3. Asegurar que los personajes con discapacidad ocuparan un rol protagónico en la historia.
4. Revisar que el contexto del cuento estuviera ambientado en un país latinoamericano, tal como se había especificado.
5. Confirmar que la historia fuera coherente, significativa y alineada con el valor de la tolerancia, que era el tema central seleccionado.

Esta evaluación permitió garantizar que el cuento generado cumpliera con los objetivos educativos y culturales planteados, asegurando que los valores de inclusión y respeto hacia las personas con discapacidad estuvieran presentes en el contenido.

## 4.5 Análisis de las voces sintéticas de OpenAI

Para analizar las voces sintéticas de OpenAI, se realizó una prueba utilizando 30 cuentos generados con parámetros aleatorios. A partir de estos cuentos, se crearon cinco audios para cada una de las seis voces disponibles en la API, lo que resultó en un total de 30 audios para evaluar. Los aspectos clave que se analizaron fueron los siguientes:

1. *Tiempo de generación del audio:* Se evaluó la velocidad con la que se generaba cada audio, comparando el tiempo de procesamiento entre las diferentes voces.
2. *Tono de voz:* Se examinó el tono utilizado por cada voz sintética, buscando que fuera amigable y suave, características esenciales para captar y mantener la atención del público infantil.
3. *Variación de entonación:* Se analizó si las voces eran capaces de transmitir emociones a través de cambios en la entonación, un elemento crucial para hacer que los cuentos fueran atractivos y dinámicos.
4. *Velocidad del habla:* Se evaluó la rapidez con la que cada voz narraba el cuento, verificando si la velocidad era apropiada para que los niños pudieran seguir y comprender la historia sin perder el interés.
5. *Claridad de la pronunciación:* Se comprobó que cada audio fuera claro y fácilmente entendible en español, asegurando que no hubiera palabras distorsionadas o difíciles de comprender.

El objetivo de esta prueba fue identificar la voz más adecuada para ofrecer una experiencia auditiva clara, natural y emocionalmente atractiva para los niños, contribuyendo a una mejor comprensión y disfrute de los cuentos narrados.

## 4.6 Resultados obtenidos

### Pruebas de interacción con la aplicación

Con los parámetros establecidos en la sección 4.2, el cuento resultante se muestra en la figura 4.4. Este cuento tiene una longitud de 179 palabras, cumpliendo así con la extensión correspondiente a un microcuento (menos de 200 palabras).

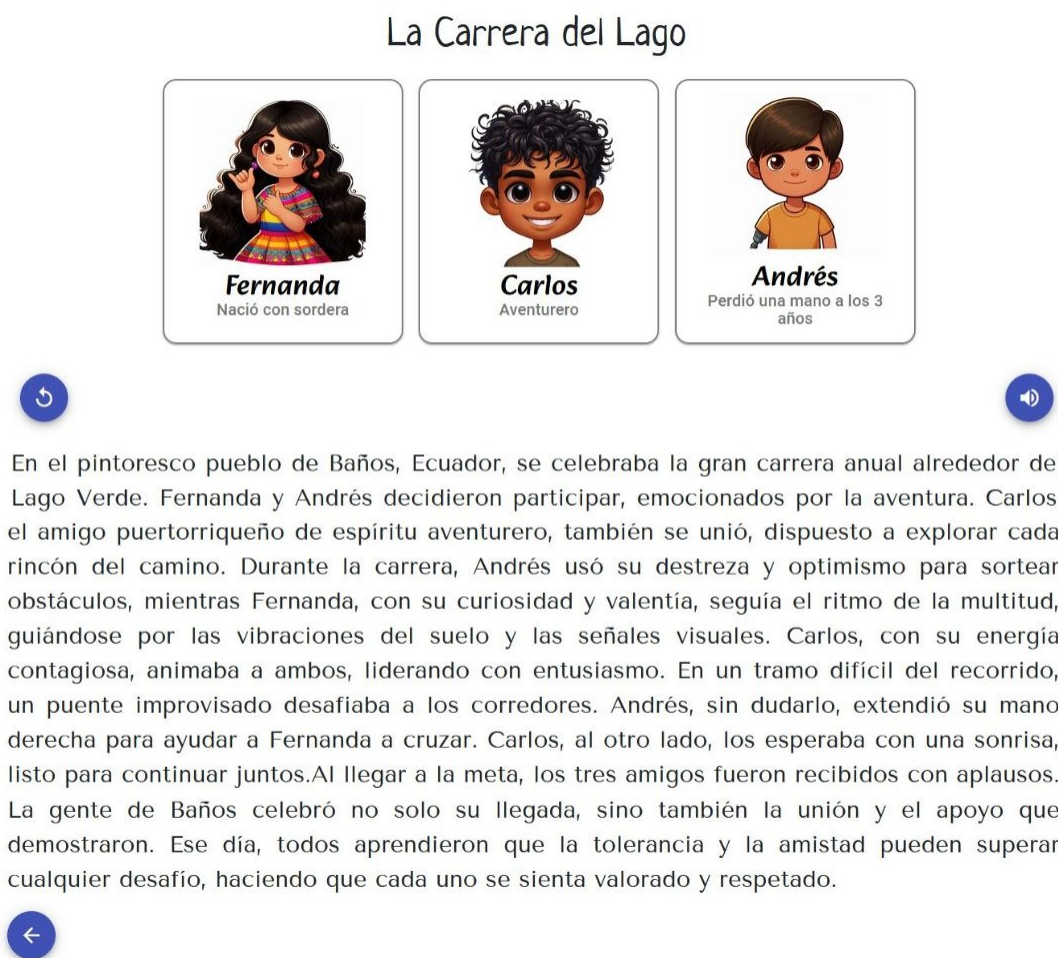


Figura 4.4: Ejemplo de cuento generado. Elaboración propia

La prueba confirmó que la navegación en la aplicación es fluida y que tanto

los cuentos como las narraciones se generan correctamente según los parámetros establecidos. Al interactuar con la aplicación, se verificó que los botones son de tamaño adecuado y que las flechas de navegación permiten a los usuarios moverse fácilmente entre opciones. Los botones para seleccionar *Siguiente* o *Anterior* funcionan correctamente, facilitando la navegación entre las interfaces de usuario.

En cuanto a la selección de personajes, el sistema está configurado para permitir solo tres personajes, y se comprobó que el botón de aleatoriedad para elegir personajes funciona adecuadamente, como se muestra en la figura 4.2.

Las figuras 4.1 y 4.3 ilustran cómo, al seleccionar el tema y la extensión del cuento, estos elementos cambian de color y se aplican filtros visuales para indicar que ya han sido seleccionados.

Finalmente, en la figura 4.2, se puede ver que después de seleccionar los personajes, sus nombres aparecen en letras grandes y claras. Las imágenes de los personajes son nítidas, y el texto que indica su oficio o discapacidad es grande y fácil de leer. Esto asegura que los niños puedan identificar claramente el nombre del personaje, así como su oficio o discapacidad.

### **Evaluación de la generación del cuento**

De los cuentos generados en el experimento descrito en la sección 4.6, se observó que en el primer experimento se respetaba la extensión del cuento, como se muestra en la tabla 4.1. Todos los cuentos tuvieron un mínimo de 200 palabras, correspondiente a un microcuento. Sin embargo, en el segundo experimento, se identificó que, en el caso de los cuentos cortos, con una extensión estipulada entre 700 y 2000 palabras, ninguno alcanzó las 700 palabras mínimas, incumpliendo así con la extensión requerida. Como se indica en la tabla 4.1, más de la mitad de los cuentos respetaron la extensión

adecuada.

TABLA 4.1: Evaluación en la generación de los cuentos

Aspecto evaluado	Experimento 1	Experimento 2
Respetan la extensión del cuento	30	16
Los personajes están integrados correctamente	19	27
El valor especificado se transmite	29	27

En cuanto a la correcta integración de los personajes, se evaluó si los personajes con discapacidad figuraban como protagonistas, tal como se establece en los parámetros. En el primer experimento, solo 19 de los cuentos reflejaron esta integración, mientras que en el segundo experimento 27 de los cuentos cumplían con este enfoque (Ver tabla 4.1). Esto sugiere que el segundo experimento da mayor énfasis a que los personajes principales sean personas con discapacidad.

Respecto al contexto latinoamericano y al valor que los cuentos deben transmitir, la mayoría de las historias en ambos experimentos presentaron un mensaje conmovedor que reflejaba adecuadamente un entorno latinoamericano, además de representar fielmente el valor especificado en los parámetros.

### **Diversidad de contenidos generados**

Para el primer experimento descrito en la sección 4.3, los cuentos generados presentaron similitudes, pero en ninguna de las 30 ejecuciones se encontraron historias idénticas o repetidas. Los resultados de esta prueba, incluyendo los cuentos generados, están disponibles para su consulta en el repositorio público de GitHub.

La figura 4.5 muestra un resumen visual de las palabras más frecuentes en los títulos de los 30 cuentos generados. Aunque algunas de estas palabras no fueron

especificadas directamente en el prompt, siguen las indicaciones para crear historias atractivas. Entre las palabras destacadas en los títulos se encuentran: amistad, secreto, bosque, estrellas y tesoro, términos comúnmente asociados con la narrativa infantil.



Figura 4.5: Nube de palabras de los títulos. Elaboración propia

Por otra parte, en los cuentos generados se usan palabras que promueven la tolerancia y la colaboración, como se observa en la nube de palabras de la figura 4.6, obtenida a partir los contenidos de los cuentos.

Se calcularon todos los índices de Jaccard entre pares de cuentos, estos valores se representan gráficamente en la figura 4.7. Se observa que las historias tienen poca similitud entre ellas, ya que el valor máximo del índice de Jaccard fue de 0.2137, alcanzado por los microcuentos 23 y 29 que se encuentran en el repositorio indicado anteriormente.

En el segundo experimento, se observó una gran variedad en las historias, donde se enfocaban en transmitir el valor indicado y mostrar un contexto latinoamericano.





Figura 4.6: Nube de palabras de los contenidos de los cuentos. Elaboración propia

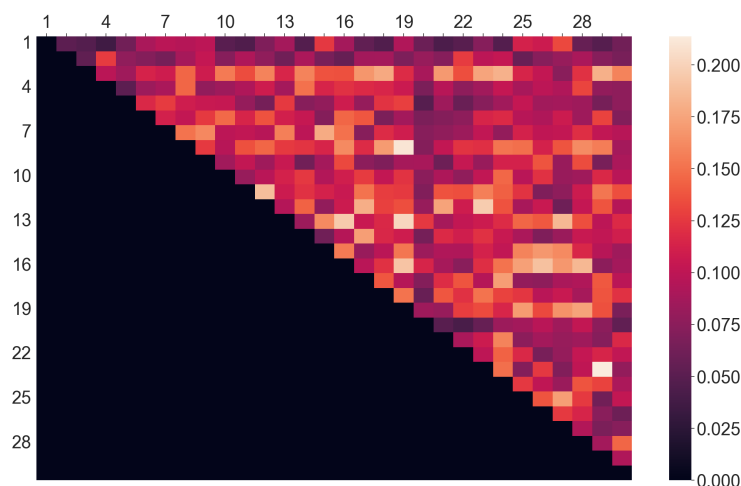


Figura 4.7: Índices de Jaccard entre cuentos con personajes, tipo y tema fijos. Elaboración propia

La figura 4.8 muestra gráficamente todos los índices de Jaccard entre los cuentos. El promedio de los índices de Jaccard fue de 0.0359 con una desviación estándar de 0.0427. El valor máximo encontrado fue de 0.2.

Con estos dos experimentos se pudo observar que los índices de similitud son bajos, lo que permitió concluir que los cuentos generados son diversos, tanto cuando se utilizan los mismos parámetros como cuando se emplean parámetros diferentes.

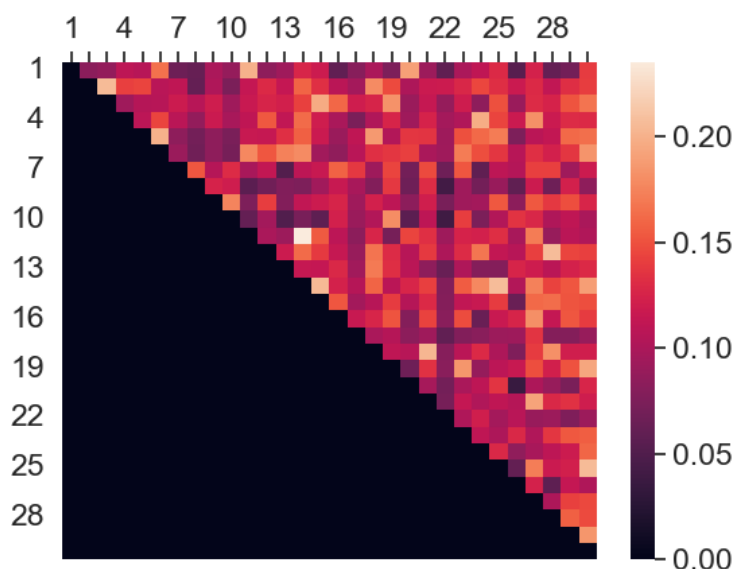


Figura 4.8: Índices de Jaccard entre cuentos con personajes, tipo y tema elegidos aleatoriamente. Elaboración propia

### **Análisis de las voces sintéticas de OpenAI**

Para comparar las diversas voces proporcionadas por OpenAI, resultó esencial analizar las siguientes características: el tiempo de generación del cuento, el tono de voz, la variación de entonación, la velocidad del habla y la claridad de pronunciación. El objetivo principal fue seleccionar la voz más adecuada para garantizar una experiencia auditiva clara, natural y emocionalmente atractiva para el público infantil.

### **Tiempos de generación**

Se solicitó al sistema la generación de 30 cuentos, en los cuales se eligieron aleatoriamente el tipo, los personajes y los temas para cada historia. En cada solicitud, se midió el tiempo en que ChatGPT tarda en generar el archivo de audio correspondiente. En total, se obtuvieron 8 archivos de audio para historias de tipo

micro cuento, 11 para cuento flash y 11 para cuento corto. La tabla 4.2 muestra un resumen de los tiempos de creación y duración por cada tipo de cuento.

TABLA 4.2: Comparación de tiempos de creación y duración de los cuentos

	Microcuento	Cuento Flash	Cuento Corto
Creación (prom)	9.31 s	11.82 s	12.49
Creación (std)	1.03 s	2.41 s	1.82
Duración (prom)	58 s	66 s	74
Duración (std)	13 s	10 s	14

Como era de esperarse, el promedio de los tiempos para la creación de los archivos de audio para la narración aumenta conforme la longitud del cuento crece. Sin embargo, se observa una diferencia menor entre los promedios de tiempo para generación de audio entre cuento flash y cuento corto en comparación con los micro cuentos. Además, se observa que la generación de archivos de audio para cuentos de tipo flash tienen una desviación estándar más alta que en los demás tipos de cuentos.

Se confirma que la duración del audio de la narración concuerda con el tipo de cuento. La duración de los cuentos cortos presentan una desviación estándar más grande que los demás tipos de cuentos.

### **Evaluación de tono de voz**

El tono de voz en un audio, nos permite evaluar la experiencia auditiva del usuario final, ya que influye en la comprensión, empatía y persuasión de los cuentos. Al analizar estos tonos en los audios generados, se observó que tres (Alloy, Nova y Shimmer) de las seis voces presentan un tono amigable y agradable durante la lectura de los cuentos (ver tabla 4.3).

Además, se notó que la voz de Onyx, a pesar de ser una voz con tonalidad seria, está particularmente enfocada hacia la narración de cuentos o historias, ya que posee

una formalidad que se adapta a este tipo de narrativa.

TABLA 4.3: Comparación de tonos de voz en la reproducción de cuentos

Voz	Descripción
Alloy	Emite un tono amigable.
Fable	Se caracteriza por una tonalidad seria, sin generar un sentimiento en particular.
Echo	Presenta una tonalidad seria con un enfoque narrativo.
Onyx	Su tono de voz es grave y pausado, ideal para la narración de cuentos.
Nova	Aunque posee una voz amigable, se percibe poco natural.
Shimmer	Presenta una voz amigable y natural, ideal para la narración de cuentos.

### Variación de entonación

Evaluar la variación de entonación en los audios, puede incidir en el tono emocional y persuasivo de la narrativa; específicamente en estos cuentos, repercute en la transmisión efectiva de los valores y el mensaje que se busca inculcar en los infantes. La tabla 4.4 muestra las variaciones de entonación para los tipos de voz de la TTS de Open AI.

Una entonación adecuada puede captar la atención del oyente, generar emociones y facilitar la comprensión de los temas tratados. Analizando este aspecto en los audios, es evidente que aunque la mayoría de las voces exhiben una variación de entonación constante, destaca la voz de Onyx, por su notable variación de entonación. Esta voz realiza pausas adecuadas, lo que enriquece la narrativa del cuento. En

contraste, las demás voces presentan pausas muy cortas; y en el caso de la voz Nova; realiza una entonación menos eficiente, lo que resulta una narración lineal y sin matrices. Este factor podría afectar el interés de los niños al escuchar el audio.

TABLA 4.4: Variación de entonación en la reproducción de cuentos

Voz	Descripción
Alloy	Presenta una entonación constante y precisa, respetando los puntos y comas; por lo que, contribuye a una lectura agradable y fluida.
Fable	Mantiene una entonación constante y adecuada en cuanto a la puntuación.
Echo	Se presenta una entonación constante y adecuada en cuanto a la puntuación, sin embargo, las pausas no son muy notorias, lo que afecta la claridad y la narrativa del cuento.
Onyx	Realiza una buena entonación, ya que realiza pausas correctamente, lo que mejora la narrativa del cuento.
Nova	No tiene una buena entonación, realiza una narración lineal.
Shimmer	Proporciona una buena entonación en los párrafos, a pesar de no tener buenas pausas en la narración.

### Velocidad del habla

La velocidad del habla es un aspecto que influye directamente en la comprensión de un cuento y la experiencia auditiva del público infantil. En el análisis realizado

(ver tabla 4.5), se observó que la voz Nova resulta ineficiente debido a su ritmo variable, lo que dificulta la comprensión del cuento por parte del infante. En cuanto a las voces Fable y Echo mantienen una velocidad constante, pero su estilo de narración tiende a ser demasiado simple y no se ajusta adecuadamente al formato de un cuento. En contraste, la voz Onyx se destaca por su velocidad de habla, la cual está perfectamente adaptada para la narración de cuentos, proporcionando una experiencia auditiva más envolvente y atractiva.

TABLA 4.5: Comparación de la velocidad del habla en la reproducción de cuentos

Voz	Descripción
Alloy	Gracias a que tiene una velocidad constante, mantiene una audición clara y comprensible.
Fable	Se caracteriza por tener una velocidad rápida, a pesar de contar con pausas durante la narración, la rapidez le resta expresividad narrativa al audio.
Echo	La velocidad es constante, solo que no realiza pausas tan largas que parece una simple lectura, más no un cuento.
Onyx	La velocidad es constante, y tranquila, lo que se plantea que es la voz más adecuada para la narración de cuentos e historias.
Nova	Muestra un ritmo variable, con momentos de rápida pronunciación seguido de momentos más lentos.
Shimmer	Mantiene una velocidad constante a lo largo del audio.

### Calidad de pronunciación

De acuerdo con la documentación de openAI, el modelo TTS soporta voces en diversos idiomas, incluido el español. Tras analizar los 30 audios, se detectaron palabras mal pronunciadas en las narraciones. Como se detalla en la tabla 4.6, la voz Nova mostró una ineficiencia notable en la pronunciación de la palabras, además de que cambio de idioma en algunas ocasiones; por lo que evidencia una falta de estabilidad para mantener el idioma español como idioma predeterminado. Se observó que en todas las voces, en ocasiones, los nombres de los personajes no se pronunciaban correctamente. Por otro lado, la voz con una mejor pronunciación resultó ser Onyx, a pesar de que presentó dificultades al pronunciar los nombres de los personajes.

TABLA 4.6: Comparación de la claridad de pronunciación en la reproducción de cuentos

Voz	Descripción
Alloy	La pronunciación de las palabras contiene un tono extranjero, arrastrando ciertos sonidos. específicamente en palabras como "Respetar", "perspectiva" y "Ximena", que no se pronuncian correctamente en español.
Fable	Se detectaron palabras que no se pronuncian correctamente en español, como "Isabella" y "respeto", e incluso hubo casos en los que no se terminaron de decir algunas palabras, como "igualdad".

*Continúa en la siguiente página*

---

Voz	Descripción
Echo	Se observaron errores de pronunciación en palabras en español como "hábil", "Ximena", "rumoreaba", "baille", "barrera" y "Sofía". A pesar de estos errores, esta voz no suena tan extranjera como otras.
Onyx	La pronunciación de las palabras es clara y precisa, aunque presenta dificultades con algunos nombres de personajes como "Isabella" y "Ximena".
Nova	La pronunciación no es precisa, con errores notables en palabras, especialmente en los nombres de los personajes. Además, de los 5 cuentos analizados con esta voz, 4 cambiaron de idioma durante la reproducción.
Shimmer	Esta voz en español tiene una pronunciación clara y precisa, aunque presenta dificultades con algunos nombres de personajes como "Isabella" y "Ximena".

---

#### 4.6.1 Limitaciones del sistema

El sistema presenta varias limitaciones que afectan su funcionamiento y accesibilidad. En primer lugar, el uso de la API de OpenAI está restringido, ya que requiere una cuenta de desarrollador y una conexión a internet constante. Esta dependencia de recursos en línea impide que el sistema sea completamente autónomo y accesible para todos los niños, especialmente aquellos en áreas con conectividad limitada o nula.

Otra limitación significativa es la falta de naturalidad en las voces sintéticas, particularmente en el idioma español. Al tratarse de tecnologías emergentes, las



voces ofrecidas por OpenAI aún presentan deficiencias en términos de fluidez y estabilidad. Esto significa que, en algunas ocasiones, las voces pueden cambiar de idioma inesperadamente o no ofrecer suficientes opciones de personalización en aspectos como el tono o la entonación. Estos factores limitan la capacidad del sistema para ofrecer una experiencia inmersiva que mantenga la atención de los niños y facilite la comprensión de las historias.

Una tercera limitación relevante es la falta de un enfoque multidisciplinario en el desarrollo del sistema. Para crear una herramienta educativa eficaz y adaptada a las necesidades de los niños, se requiere la colaboración de especialistas en diversas áreas. En este sentido, sería ideal contar con:

1. *Expertos en accesibilidad y discapacidad*: garantizando que los contenidos del sistema respeten y promuevan valores de inclusión.
2. *Psicólogos infantiles*: Para estructurar los prompts y las historias de manera que fomenten el desarrollo emocional y cognitivo adecuado para los niños.
3. *Educadores y pedagogos*: Que orienten el enfoque educativo de la aplicación, asegurando que los cuentos promuevan valores relevantes y sean apropiados para la edad de los usuarios.
4. *Narradores y escritores*: Que colaboren en la creación de tramas coherentes y originales, asegurando que las historias sean atractivas y significativas.
5. *Ilustradores y diseñadores gráficos*: Responsables de diseñar personajes y entornos visualmente atractivos y adecuados para los niños, complementando la experiencia educativa y lúdica de la aplicación.

La falta de estos especialistas limita el potencial del sistema para ofrecer una experiencia completamente educativa, inclusiva y emocionalmente atractiva para los niños.

# Capítulo 5

## Conclusiones y sugerencias

La IAG está demostrando ser una herramienta valiosa para abordar diversas problemáticas globales, ofreciendo soluciones innovadoras en sectores como la educación, salud, inclusión, accesibilidad, y en la respuesta a crisis climáticas y medioambientales. Un desafío significativo que afecta a América Latina y el Caribe es la discapacidad, que impacta a más de 85 millones de personas en la región. Estas personas a menudo no cuentan con acceso adecuado a tecnologías y han sido víctimas de discriminación y exclusión.

En este trabajo, se propuso el diseño de un sistema de generación de cuentos (cuentacuentos) para niños de habla hispana basado en IAG. El sistema permite la creación de cuentos personalizados en los que participan personajes infantiles con algún tipo de discapacidad.

Este trabajo presenta el diseño de un sistema de generación de cuentos para niños de habla hispana basado en IAG, cuyo objetivo principal es la creación de cuentos personalizados que incluyen personajes infantiles con algún tipo de discapacidad. La inclusión de estos personajes en las historias es esencial para promover la diversidad

y la igualdad desde una edad temprana. Esto no solo educa a los niños en el respeto hacia las personas con discapacidad, sino que también les enseña a comprender sus desafíos y limitaciones, fomentando el desarrollo de empatía y respeto. Dado que en esta etapa de la vida se forman los rasgos de la personalidad y el desarrollo cognitivo y emocional, inculcar estos valores resulta fundamental.

Se llevaron a cabo diversas pruebas en el sistema, las cuales incluyeron la evaluación de la funcionalidad de la aplicación, el análisis del contenido de los cuentos generados, el grado de similitud entre ellos y el desempeño de las voces sintéticas proporcionadas por la API de OpenAI. Los resultados demostraron que la estructura del prompt es, en términos generales, efectiva para generar cuentos alineados con los objetivos de la aplicación. El sistema, aprovechando las capacidades de la IAG, genera cuentos únicos en cada solicitud, incluso cuando se utilizan los mismos parámetros, lo que ofrece una experiencia variada y enriquecedora para los usuarios, quienes también pueden disfrutar de la narración automatizada.

El análisis del índice de Jaccard reveló que los cuentos presentan baja similitud entre sí, lo que confirma su originalidad y unicidad. Sin embargo, se identificaron áreas de mejora en cuanto a la entonación, velocidad y claridad de las voces sintéticas. Actualmente, las voces en español presentan inestabilidades y falta de naturalidad, lo que afecta la inmersión y disminuye la calidad de la experiencia narrativa.

A pesar de los desafíos actuales, como el consumo elevado de recursos durante la conversión de texto a voz, la falta de fluidez en las voces, errores en la pronunciación y la latencia del sistema, el proyecto presentado es una propuesta innovadora con potencial de ser útil para educadores que buscan implementar herramientas inclusivas en sus aulas. Asimismo, se reconoce la necesidad de un enfoque multidisciplinario en el desarrollo del sistema, involucrando a expertos en educación, psicología infantil, narradores, escritores, y otros profesionales que puedan enriquecer el proyecto y

asegurar que se aborden adecuadamente las problemáticas de inclusión.

Se recomienda continuar mejorando y desarrollando el sistema en colaboración con expertos en áreas clave como educación, psicología infantil, narración y escritura. Además, es fundamental que otros profesionales también participen en su evaluación y optimización. Este proyecto debe ser abordado desde una perspectiva multidisciplinaria para garantizar que se resuelva adecuadamente la problemática planteada.

Actualmente, se continúa trabajando en el desarrollo de otros sistemas que contribuyan a cerrar las brechas de accesibilidad y mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad. Se recomienda seguir perfeccionando y optimizando el sistema en colaboración con expertos en áreas como educación, psicología infantil, narración y escritura. Sin embargo, se ha identificado que la aplicación debe ser evaluada y mejorada también por profesionales de otras disciplinas, ya que este proyecto requiere un enfoque verdaderamente multidisciplinario para abordar de manera integral la problemática.

Aprovechar las capacidades de la IAG permitirá tener un mayor impacto en la educación inclusiva. Además, como la IAG es una tecnología emergente, se sugiere explorar en el futuro opciones de código abierto para el uso de modelos, lo que reduciría la dependencia de Internet y haría que el sistema sea accesible para una mayor cantidad de personas, garantizando así un acceso más inclusivo.

# Referencias

- [1] ADITYA, B. R., PERMADI, A., ANDRISYAH, AND HERNAWATI, E. Design principles of digital storytelling for children: A design science research case. *Procedia Computer Science 234* (2024), 1705–1713. Seventh Information Systems International Conference (ISICO 2023).
- [2] AGUIRRE BARRERA, J., AND AGUIRRE BARRERA, S. Metodologías para el desarrollo de proyectos, 2020. Especialista en Gerencia de Proyectos, Asesor: xx, xx.
- [3] ANDRADE, J., AND SANCHEZ-RIOFRIO, A. La inteligencia artificial, 09 2021.
- [4] AXEL RIVAS, N. B. E. I. B. *El futuro de la Inteligencia Artificial en educación en América Latina*. ProFuturo, 2023.
- [5] AZUELA, J. H. S. El papel de la inteligencia artificial en la industria 4.0. Tech. rep., Instituto Politécnico Nacional, 2024.
- [6] BERTA IRAILIS YANES WATSON<sup>1</sup>, Y. C. B. *Artificial Intelligence in the pre-school age*. PhD thesis, Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), 2021.

- [7] BLASCO BURGOS, D. Implementación de la metodología lean manufacturing en un taller de mecanizados y calderería, 2020.
- [8] BRATITSIS, T., AND ZIANNAS, P. From early childhood to special education: Interactive digital storytelling as a coaching approach for fostering social empathy. *Procedia Computer Science* 67 (2015), 231–240. Proceedings of the 6th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion.
- [9] CODER, D. Introducción a la api de openai y gpt con python, 2024. Accedido: 22-09-2024.
- [10] CORREDERA, J. R. C. Inteligencia artificial generativa. *Anales de la Real academia de Doctores* 8, 3 (2023), 475–489.
- [11] DANIEL DJORDJEVIC, SBASTIEN OLLIVIER, W. K. *Angular Desarrolle sus aplicaciones web con el framework JavaScript de Google*. Eni, 2020.
- [12] DE LA TORRE RODRIGO, Z. *Implementación del uso de Angular como framework para la creación de una página web para la empresa Coverhome durante el periodo Septiembre-Diciembre 2019*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Sinaloa, 2019.
- [13] DEL SITIO WEB, A. Manual de angularjs, 2024. Accedido el: 22 de septiembre de 2024.
- [14] DROUBI, S., GALAMBA, A., FERNANDES, F. L., DE MENDONÇA, A. A., AND HEFFRON, R. J. Transforming education for the just transition. *Energy Research & Social Science* 100 (2023), 103090.

- [15] EMMANUEL VALVERDE, P. H. *TypeScript*. 2023.
- [16] ESPAÑOLA, R. A. Diccionario de la lengua española - inteligencia, 2024. Consultado: 14-julio-2024.
- [17] FLORES, G. B. N., MUÑOZ, A. E., MEZA, V. T., ARREDONDO, A. G., RODRÍGUEZ, A. P., MÉNDEZ, L. A. D., PÉREZ, M. B., CAMACHO, V. M., GARCÍA, M. M., ÁNGELES MÉNDEZ, E., PERALTA, I. C., ANTONIO, R. G., NAVA, V. X., TRONCOSO, C. B., ROMERO, E. V., MORALES, K. M. G., AND ESCAMILLA, B. A. *Discapacidad y derecho a la educación en México*, primera ed. Coordinación General, México, 2022.
- [18] GALLENT TORRES, C., ZAPATA GONZÁLEZ, A., AND ORTEGO HERNANDO, J. El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica. *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa* 29 (12 2023).
- [19] GONZÁLEZ GONZÁLEZ, C. Alfabetización en inteligencia artificial para la educación infantil, 05 2024.
- [20] GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, C. S. El impacto de la inteligencia artificial en la educación: transformación de la forma de enseñar y de aprender. *Servicio de Publicaciones. Universidad de La Laguna* (2023).
- [21] GUILLERMO. Cómo usar bing image creator para crear tus propias imágenes con ia, 2023. Consultado: 16/08/2024.
- [22] GÓMEZ-ÁLVAREZ, R. P. *Filosofía Learn: Conceptos y principios*. ESIC Editorial, 2024.



- [23] HAASE, J., AND HANEL, P. H. Artificial muses: Generative artificial intelligence chatbots have risen to human-level creativity. *Journal of Creativity* 33, 3 (2023), 100066.
- [24] HABIB, S., VOGEL, T., ANLI, X., AND THORNE, E. How does generative artificial intelligence impact student creativity? *Journal of Creativity* 34, 1 (2024), 100072.
- [25] IRURI QUISPILLO, S., AND VILLAFUERTE ALVAREZ, C. A. Importancia de la narración de cuentos en la educación. *Comuni@cción: Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo* 13, 3 (Sep. 2022), 233–244.
- [26] JORDI COLLELL, A. F. *JavaScript*. PhD thesis, Universitat Oberta de Catalunya, 2018.
- [27] JUPPI, P. Engagement and empowerment. digital storytelling as a participatory media practice. *Nordicom Review* 39 (12 2017).
- [28] KALANTARI, S., RUBEGNI, E., BENTON, L., AND VASALOU, A. “when i’m writing a story, i am really good” exploring the use of digital storytelling technology at home. *International Journal of Child-Computer Interaction* 38 (2023), 100613.
- [29] KALYAN, K. S. A survey of gpt-3 family large language models including chatgpt and gpt-4. *Natural Language Processing Journal* 6 (2024), 100048.
- [30] LI, R. A “dance of storytelling”: Dissonances between substance and style in collaborative storytelling with ai. *Computers and Composition* 71 (2024), 102825.

- [31] LÓPEZ, J. J. ¿cuántas palabra tiene un cuento o relato corto?, 2008. Consultado: 21/04/2024.
- [32] LÓPEZ DE LA CRUZ, E. C. I., AND ARÉVALO VIDAL, S. N. Educación artificial. *Desafíos 13*, 1 (ene. 2022), 55–61.
- [33] MALI, S. Llms and gans: The ai technologies that will create our new reality part 4 aiseries, 2023. Consultado: 29/08/2024.
- [34] MARCHESI, C., BLANCO, R. C., AND HERNÁNDEZ, L. C. *Medesafíos de la educación inclusiva en Iberoamérica*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), Madrid, 2021. En la cub.: "Metas educativas 2021".
- [35] MARÍA ELENA GARCÍA MORA, S. S. O. Y. G. F. Inclusión de las personas con discapacidad en américa latina y el caribe: Un camino hacia el desarrollo sostenible, 2021.
- [36] MEGAPRACTICAL. Metodologías de desarrollo de software, 2022. Consultado: 06/07/2024.
- [37] MIAO, F., HOLMES, W., HUANG, R., AND ZHANG, H. *AI and Education: Guidance for Policymakers*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France, 2021.
- [38] MOLINA, J. R., HONORES, J. A., PEDREIRA-SOUTO, N., AND PARDO, H. P. Comparativa de metodologías de desarrollo de aplicaciones móviles. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme 10*, 2 (2021), 73–93.
- [39] NAZIR, A., AND WANG, Z. A comprehensive survey of chatgpt: Advancements, applications, prospects, and challenges. *Meta-Radiology 1*, 2 (2023), 100022.

- [40] OPENAI. Text generation models, 2024. Consultado: 21/03/2024.
- [41] OPENAI. Text to speech, 2024. Consultado: 21/03/2024.
- [42] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, A. C. Y. L. C. Guía para el uso de la generativa en educación e investigación. *UNESCO* (2024).
- [43] ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. *La inteligencia artificial en la salud pública. Herramientas de conocimiento*. Organización Panamericana de la Salud, Washington, D.C., 2022.
- [44] ORTEGA, C. Modelos generativos: Tipos y su rol en la generación de datos sintéticos, 2024. Consultado: 29/08/2024.
- [45] OTERO-POTOSI, S. *Personalización de cuentos interactivos mediante la aplicación de Inteligencia Artificial basados en la producción literaria de docentes y estudiantes*. 04 2024.
- [46] PALANDRANI, P. Ia generativa, explicada. *Investigación Global X* (2023).
- [47] PITA, E. La unesco y la gobernanza de la inteligencia artificial en un mundo globalizado. la necesidad de una nueva arquitectura legal. *Anuario de la Facultad de Derecho. Universidad de Extremadura* (02 2022), 273–302.
- [48] PORTAKAL, E. Revisión del creador de imágenes bing (ai image creator), 2024. Consultado: 16/08/2024.
- [49] REBOLLEDO-SANHUEZA, J. A., AND GALAZ-VALDERRAMA, C. Activismo y discapacidad en Latinoamérica: luchas por el reconocimiento. *Revista Estudios Feministas* 32 (00 2024).

- [50] RECUENCO, A., AND REYES, W. Inteligencia artificial: Camino a un nuevo esquema del mundo. *SCIÉENDO* 23, 4 (dic. 2020), 299–308.
- [51] RESÉNDIZ, P. O. R. *Inteligencia artificial y datos masivos en archivos digitales sonoros y audiovisuales*. Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas y de la Información, 2020.
- [52] SALAS-PILCO, S. Z., XIAO, K., AND OSHIMA, J. Artificial intelligence and new technologies in inclusive education for minority students: A systematic review. *Sustainability* 14, 20 (2022).
- [53] SALAS-PILCO, S. Z., XIAO, K., AND OSHIMA, J. Artificial intelligence and new technologies in inclusive education for minority students: A systematic review. *Sustainability* 14, 20 (2022).
- [54] SANABRIA-NAVARRO, J., SILVEIRA-PÉREZ, Y., PÉREZ-BRAVO, D., AND DE JESÚS-CORTINA-NÚÑEZ, M. Incidences of artificial intelligence in contemporary education. *Comunicar* 77 (2023), 97–107. Incidencias de la inteligencia artificial en la educación contemporánea.
- [55] SIJING, L., AND LAN, W. Artificial intelligence education ethical problems and solutions. In *2018 13th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)* (2018), pp. 1–5.
- [56] SOLUTIONS., M. El auge de los large language models: de los fundamentos a la aplicación. *Management Solutions*, 2024. Consultado: 29/08/2024.
- [57] SU, J., AND YANG, W. Artificial intelligence in early childhood education: A scoping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence* 3 (2022), 100049.

- [58] SÁNCHEZ MENDIOLA, M., AND CARBAJAL DEGANTE, E. La inteligencia artificial generativa y la educación universitaria: ¿salió el genio de la lámpara? *Perfiles Educativos* 45, Especial (nov. 2023), 70–86.
- [59] TEIGENS, V. *Inteligencia Artificial General*. Inteligencia artificial: la cuarta revolución industrial. Cambridge Stanford Books.
- [60] TSENG, T., MURAI, Y., FREED, N., GELOSI, D., TA, T. D., AND KAWAHARA, Y. Plushpal: Storytelling with interactive plush toys and machine learning. In *Proceedings of the 20th Annual ACM Interaction Design and Children Conference* (New York, NY, USA, 2021), IDC '21, Association for Computing Machinery, p. 236–245.
- [61] VASWANI, A., SHAZEER, N., PARMAR, N., USZKOREIT, J., JONES, L., GOMEZ, A. N., KAISER, L., AND POLOSUKHIN, I. Attention is all you need. In *Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems* (Red Hook, NY, USA, 2017), NIPS'17, Curran Associates Inc., p. 6000–6010.
- [62] VEGA GONZALES, E. O. Factores que afectan la implementación de la educación inclusiva en latinoamérica. *Revista Ensayos Pedagógicos* 16, 2 (Nov. 2021), 233–248.
- [63] VICENTE-YAGÜE-JARA, M., LÓPEZ-MARTÍNEZ, O., NAVARRO-NAVARRO, V., AND CUÉLLAR-SANTIAGO, F. Writing, creativity, and artificial intelligence. chatgpt in the university context. *Comunicar* 77 (2023), 47–57.

- [64] VILLEGAS DIANTA, C. A., AND SEPÚLVEDA-IRRIBARRA, C. Creación de cuentos digitales con apoyo de inteligencia artificial. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología* (05 2024), e13.
- [65] Y TEL AMIEL, P. G. Inteligencia artificial, educación e infancia la educación en la contemporaneidad: entre datos y derechos. *Panorama Sectorial de Internet*, 3 (2020).
- [66] YU, H. The application and challenges of chatgpt in educational transformation: New demands for teachers' roles. *Heliyon* 10, 2 (January 2024).
- [67] ÁLVARO SERRAHIMA DE BEDOYA. Avances y desafíos de la inteligencia artificial. Master's thesis, Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI), Madrid, March 2022. Director: Josefina Bengoechea Fernández.
- [68] ÁNGEL CANAL-ALONSO, NOELIA EGIDO, P. J. J. P. J. M. C. Revolucionando la farmacéutica: Aplicaciones y potencial de la inteligencia artificial generativa en el descubrimiento de medicamentos.