



UNIVERSITAT_{DE}
BARCELONA

Treball de Fi de Grau

GRAU D'ENGINYERIA INFORMÀTICA

**Facultat de Matemàtiques i Informàtica
Universitat de Barcelona**

Intel·ligència Artificial i Accessibilitat

Zhihan Lin

Director: Mireia Isabel Ribera Turro
Realitzat a: Departament de
Matemàtiques i Informàtica
Barcelona, 10 de juny de 2024

Resum

Aquest TFG explora el potencial de la intel·ligència artificial (IA) per millorar l'accessibilitat per a persones amb necessitats especials. Es divideix en dues parts principals: una teòrica i una pràctica. En la part teòrica, s'analitzen els conceptes d'accessibilitat i algunes aplicacions existents de la IA en aquest camp, identificant avantatges i desavantatges.

En la part pràctica, es desenvolupen dues aplicacions web: una per a la simplificació de textos, destinada a facilitar la comprensió a persones amb dificultats cognitives, i una altra per a la creació de històries socials personalitzades, que ajuden a persones amb trastorns de l'espectre autisme a navegar per situacions socials complexes. Aquestes aplicacions demostraran com la IA pot ser una eina valuosa per a millorar l'accessibilitat i la inclusió.

Resumen

Este TFG explora el potencial de la inteligencia artificial (IA) para mejorar la accesibilidad para personas con necesidades especiales. Se divide en dos partes principales: una teórica y una práctica. En la parte teórica, se analizan los conceptos de accesibilidad y algunas aplicaciones existentes de la IA en este campo, identificando ventajas y desventajas.

En la parte práctica, se desarrollan dos aplicaciones web: una para la simplificación de textos, destinada a facilitar la comprensión a personas con dificultades cognitivas, y otra para la creación de historias sociales personalizadas, que ayudan a personas con trastornos del espectro autista a navegar por situaciones sociales complejas. Estas aplicaciones demostrarán cómo la IA puede ser una herramienta valiosa para mejorar la accesibilidad y la inclusión.

Abstract

This bachelor's thesis explores the potential of artificial intelligence (AI) to enhance accessibility for individuals with special needs. It is divided into two main sections: a theoretical part and a practical part. The theoretical section reviews accessibility concepts and some existing applications of AI in this field, identifying both advantages and disadvantages.

In the practical section, two web applications are developed: one for text simplification, aimed at aiding comprehension for individuals with cognitive difficulties, and another for creating personalized social stories, which assist people with autism spectrum disorders in navigating complex social situations. These applications will demonstrate how AI can be a valuable tool for improving accessibility and inclusion.

Agraïments

Vull expressar el meu més sincer agraïment a totes les persones i institucions que han contribuït a la realització d'aquest TFG.

En primer lloc, vull donar les gràcies a la meva tutora, Mireia Ribera, per la seva guia, suport i consells al llarg d'aquest projecte. La seva paciència i professionalitat han estat fonamentals per a la realització d'aquest treball.

També voldria agrair als meus companys i amics, que m'han ofert el seu suport i han compartit moltes hores de debat i aprenentatge. La seva companyia ha fet aquest camí molt més agradable.

Finalment, vull agrair a la meva família per l'amor incondicional i el suport constant. Han estat el meu suport durant tots aquests anys i els dec una gran part del meu èxit.

Gràcies a tots per fer possible aquest projecte!

Índex

1. Introducció	8
1.1. Motivació	8
1.2. Objectius	9
1.3. Estructura de la memòria.....	10
2. Planificació i costos	11
2.1. Pla de treball	11
2.2. Diagrama de Gantt	12
2.3. Cost del Projecte	13
3. Accessibilitat.....	16
3.1. Accessibilitat en àmbit digital	17
3.2. Perfils amb necessitats específiques d'accessibilitat.....	19
3.3. Barreres en l'Accessibilitat	19
4. Intel·ligència Artificial i Accessibilitat.....	20
4.1. Intel·ligència Artificial Generativa.....	20
4.1.1. Resultats d'aplicar GAI en persones amb accessibilitat (Article de Glazco, 2023)	21
4.2. Aplicacions d'IA per a l'Accessibilitat al Mercat.....	22
4.2.1. Aplicació per persones amb discapacitat visual	22
4.2.2. Aplicació per persones amb discapacitat auditiva.....	23
4.2.3. Aplicació per persones amb discapacitat física	23
4.2.4. Aplicacions per persones amb discapacitat cognitiva	24
4.3. ChatGPT.....	25
4.3.1. Limitacions de ChatGPT	26
5. Desenvolupament d'unes aplicacions d'IA de suport a l'accessibilitat	28
5.1. Aplicació web de simplificació de textos	28
5.2. Aplicació web de generació d'històries socials	29
5.3. Anàlisi	30
5.3.1. Requisits funcionals	30
5.3.1.1. Requisits funcionals d'aplicació web de simplificació de textos	30
5.3.1.2. Requisits funcionals d'aplicació web de generació d'històries socials	30
5.3.2. Requisits no funcionals	30
5.3.2.1. Usabilitat	31
5.3.2.2. Fiabilitat	31
5.3.2.3. Seguretat / Privacitat	31
5.3.2.4. Escalabilitat	31
5.3.2.5. Compatibilitat	31
5.3.2.6. Sostenibilitat	31
5.1.3. User Stories	32
5.2. Disseny	33

5.2.1. Arquitectura	33
5.2.1.1. Frontend.....	33
5.2.1.2. Backend.....	34
5.2.1.3. API de ChatGPT	35
5.2.1.4. Flux de dades	35
5.2.2. Prototips d'interfícies d'usuari.....	36
5.3. Implementació	38
5.3.1. Integració amb ChatGPT	38
5.3.2. Implementació d'aplicació web de simplificació de textos	39
5.3.2.1. Prompt de simplificació de textos	39
5.3.2.2. Connexió de frontend i backend.....	39
5.3.2.3. Connexió de backend i API de ChatGPT.....	40
5.3.3. Implementació d'aplicació web de generació d'històries socials.....	41
5.3.3.1. Prompt de generació d'històries socials	41
5.3.3.2. Connexió de frontend i backend.....	42
5.3.3.3. Connexió de backend i API de ChatGPT.....	43
5.3.4. Interfícies d'usuari	45
5.4. Proves i resultats	47
5.4.1. Proves d'accessibilitat	47
5.4.1.1. Evaluació	47
5.4.1.2. Ordre	48
5.4.1.3. Texto	49
5.4.1.4. Color.....	50
5.4.1.5. Enllaços	50
5.4.1.6. Formularis	50
5.4.1.7. Interacció	51
5.4.1.8. Ajuda	52
5.4.2. Prova de llegibilitat en l'aplicació de simplificar textos.....	54
6. Conclusions	58
6.1. Planificació temporal final	58
6.2. Conclusió	59
6.3. Treball futur	59
7. Bibliografia	61
8. Annexos.....	62
8.1. Glossari.....	62
8.2. Taula de funcionalitats implementats	63
8.3. Interfícies d'usuari en altres dispositius	64
8.3.1. Mòbil (Iphone 14 Pro Max)	64
8.3.2. iPad Air	64
8.4. Manual d'ús.....	65
8.4.1. Manual d'ús de la versió en producció	65
8.4.1.1. Manual d'ús en aplicació web de simplificació de textos.....	65
8.4.1.2. Manual d'ús en aplicació web de generació d'històries socials	66
8.4.2. Manual d'ús de la versió en execució local.....	67

Índex de figures

<i>Figura 1. Diagrama de Gantt. Font: Elaboració pròpia</i>	12
<i>Figura 2. Estadística de la població mundial amb discapacitat. Font: Elaboració pròpia</i>	16
<i>Figura 3. Pàgina web de WCAG. Font: (W3C, 2023)</i>	18
<i>Figura 4. Estructura Transformer. Font: (Ashish, 2023)</i>	26
<i>Figura 5. Articles anuals indexats a Google Scholar sobre ChatGPT. Font: (Ray, 2023)</i>	26
<i>Figura 6. Diagrama de flux de dades. Font: Elaboració pròpia</i>	35
<i>Figura 7. Pàgina Principal. Font: Elaboració pròpia</i>	36
<i>Figura 8. Pàgina de AI Redactor. Font: Elaboració pròpia</i>	36
<i>Figura 9. Pàgina de generació de històries socials (Input). Font: Elaboració pròpia</i>	37
<i>Figura 10. Pàgina de generació de històries socials (Output). Font: Elaboració pròpia</i>	37
<i>Figura 11. Creació de la clau d'API. Font: Elaboració pròpia</i>	38
<i>Figura 12. Pàgina Principal Desenvolupada. Font: Elaboració pròpia</i>	45
<i>Figura 13. Pàgina AI Redactor Desenvolupada. Font: Elaboració pròpia</i>	45
<i>Figura 14. Pàgina AISocialHistoryGenerator Input Desenvolupada. Font: Elaboració pròpia</i>	46
<i>Figura 15. Pàgina AISocialHistoryGenerator Output Desenvolupada. Font: Elaboració pròpia</i>	46
<i>Figura 16. Prova d'ordre amb extensió Wave. Font: Elaboració pròpia</i>	52
<i>Figura 17. Prova de contrast de background i placeholder amb Colour Contrast Analyser. Font: Elaboració pròpia</i>	53
<i>Figura 18. Prova d'interlineat amb ATBar. Font: Elaboració pròpia</i>	53
<i>Figura 19. Prova de formulari amb DigitalA11y Tablets. Font: Elaboració pròpia</i>	53
<i>Figura 20. Exemple de simplificar un text sobre càncer. Font: Elaboració pròpia</i>	57
<i>Figura 21. Exemple de simplificar un tros de text del llibre "Don Quijote de la Mancha". Font: Elaboració pròpia</i>	57
<i>Figura 22. Exemple de simplificar un tros de text d'una notícia. Font: Elaboració pròpia</i>	57
<i>Figura 23. Diagrama de Gantt. Font: Elaboració pròpia</i>	58
<i>Figura 24. Diagrama de Gantt final. Font: Elaboració pròpia</i>	58

<i>Figura 25. Pàgina principal en Iphone 14 Pro Max. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>64</i>
<i>Figura 26. Pàgina de simplificar textos en Iphone 14 Pro Max. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>64</i>
<i>Figura 27. Pàgina de generar històries socials en Iphone 14 Pro Max. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>64</i>
<i>Figura 28. Pàgina principal en iPad Air. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>64</i>
<i>Figura 29. Pàgina de simplificar textos en iPad Air. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>64</i>
<i>Figura 30. Pàgina de generar històries socials en iPad Air. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>64</i>
<i>Figura 31. Introduir el text i seleccionar l'idioma. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>65</i>
<i>Figura 32. Captura de la pàgina on es mostra el text simplificat en la part dreta. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>65</i>
<i>Figura 33. L'usuari ompleix el formulari. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>66</i>
<i>Figura 34. Captura de la pàgina on es mostra la història social generada. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>66</i>
<i>Figura 35. Canviar la funció de simplificar el text en l'entorn local. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>67</i>
<i>Figura 36. Canviar la funció de generar història social en l'entorn local. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>67</i>
<i>Figura 37. Comanda per aixecar el docker. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>67</i>

Índex de taules

<i>Taula 1. Costos de recursos humans. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>13</i>
<i>Taula 2. Costos de programari. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>13</i>
<i>Taula 3. Costos de maquinari. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>14</i>
<i>Taula 4. Costos de lloguer i subministraments. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>14</i>
<i>Taula 5. Altres despeses. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>15</i>
<i>Taula 6. Cost Total. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>15</i>
<i>Taula 7. Estadística de la població amb discapacitat. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>16</i>
<i>Taula 8. User Stories. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>32</i>
<i>Taula 9. Taula de comparació de llegibilitat dels textos originals i simplificats. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>55</i>
<i>Taula 10. Taula de funcionalitats. Font: Elaboració pròpia</i>	<i>63</i>

1. Introducció

L'accessibilitat és un aspecte fonamental en la societat contemporània, buscant garantir que totes les persones, independentment de les seves capacitats o perfils físics o cognitius, puguin participar plenament en tots els àmbits de la vida. Aquest concepte va més enllà de la simple eliminació de barreres arquitectòniques, també abordant la necessitat d'adaptar les tecnologies de la informació per assegurar-se que siguin accessibles per a tothom.

Dins d'aquest marc, la intel·ligència artificial (IA) emergeix com una eina poderosa que pot transformar la manera com abordem els reptes de l'accessibilitat. La IA té la capacitat de comprendre i interpretar informació, aprendre de les experiències i adaptar-se a les necessitats individuals. Aquesta capacitat pot ser aprofitada per millorar la qualitat de vida de les persones amb diversitat funcional, proporcionant solucions personalitzades i accessibles.

Aquest treball explora la intersecció entre la intel·ligència artificial i l'accessibilitat, centrant-se en com la IA pot ajudar a les persones amb dificultats cognitives i de comunicació social. S'analitzarà el concepte d'accessibilitat i es farà una recerca sobre aplicacions existents al mercat que utilitzen la IA en aquest àmbit. A més, es desenvoluparan dues aplicacions web per demostrar, de manera pràctica, com la IA pot contribuir a fer que la informació i les situacions socials siguin més accessibles per a aquests col·lectius.

1.1. Motivació

La motivació subjacent a aquesta recerca sorgeix d'observacions concretes de la vida quotidiana, inspirades per interaccions reals amb persones que enfronten reptes d'accessibilitat. En el curs de les meves experiències, he tingut l'oportunitat d'interactuar amb individus amb diversitat funcional i he pres consciència de les dificultats que sovint es presenten en l'ús d'aplicacions i tecnologies quotidianes.

Aquesta consciència pràctica ha generat la inquietud genuïna de comprendre si la intel·ligència artificial (IA) pot ser una resposta efectiva per millorar aquestes situacions. La pregunta essencial que em guia és si la IA pot ser una eina d'ajuda tangible per aquelles persones amb discapacitats, trastorns d'aprenentatge o neurodivergents, facilitant l'accés a aplicacions i tecnologies que, fins ara, podrien haver estat un desafiament.

La curiositat sorgeix no només de l'interès acadèmic sinó d'una voluntat autèntica d'abordar un problema real i millorar les experiències de vida. La tecnologia, i en particular la IA, té el potencial de reduir algunes de les barreres que les persones amb diversitat funcional afronten en el seu ús diari de les aplicacions. Aquesta investigació busca explorar, a través del desenvolupament de dues aplicacions web concretes, com la IA pot contribuir a fer que la informació i les situacions socials siguin més accessibles i comprensibles per a persones amb dificultats cognitives i de comunicació social.

1.2. Objectius

L'objectiu primordial d'aquest treball és conduir una recerca inicial sobre com la IA pot ser utilitzada per millorar l'accessibilitat en diversos àmbits. Aquest objectiu es divideix en dues parts:

1. **Definir Accessibilitat:** Explorar el concepte d'accessibilitat, identificant les barreres comunes que les persones amb diversitat funcional poden experimentar en la seva vida quotidiana.
2. **Integrar la IA en l'Accessibilitat:** Investigar com la IA pot ser implementada en diversos àmbits d'accessibilitat, inclosa la tecnologia assistencial, la navegació, la comunicació, entre altres, amb exemples reals que il·lustren els avantatges i les possibles limitacions.

Com a complement a la recerca teòrica, es desenvoluparan dues aplicacions pràctiques que faran servir la intel·ligència artificial (IA), especialment el model de llenguatge ChatGPT, per abordar problemàtiques específiques d'accessibilitat. L'objectiu d'aquestes aplicacions és proporcionar una prova de concepte de com la IA pot ser una eina eficaç per millorar la vida quotidiana de les persones amb diversitat funcional.

Les dues aplicacions pràctiques que es desenvoluparan són:

1. **Aplicació web de simplificació de textos:** És una aplicació web que permetrà als usuaris introduir un text i, mitjançant l'ús de ChatGPT, el convertirà en un nou text amb paraules i estructures sintàctiques i gramaticals més senzilles. D'aquesta manera, les persones amb dificultats cognitives o poc domini de la llengua podran entendre millor el contingut d'un text complex. Aquesta aplicació té com a finalitat ajudar a les persones amb problemes de comprensió lectora, memòria o processament de la informació, fent que els textos siguin més accessibles i fàcils d'entendre.
2. **Aplicació web de generació d'històries socials:** És una aplicació web que generarà les pautes d'actuació social o històries socials (Carol, 2012) específiques que són una eina efectiva per guiar i preparar les persones amb trastorns de l'espectre autista o desafiaments de comunicació social davant situacions específiques. Els usuaris ompliran un formulari on especificaran la situació, el context i les dades rellevants. Amb aquesta informació, s'utilitzarà ChatGPT per generar una història social personalitzada. La història inclourà passos a seguir, consells i reforç positiu per ajudar l'usuari a afrontar la situació amb més confiança i seguretat.

Mitjançant aquest enfocament dual, que combina la recerca teòrica amb el desenvolupament d'aplicacions pràctiques, aquest treball aspira a contribuir al camp de la IA i l'accessibilitat.

1.3. Estructura de la memòria

El contingut d'aquest document s'estructura en els següents capítols:

Introducció: Presentació del tema del treball, la motivació darrere del projecte, els objectius establerts i l'abast d'aquest.

Planificació i costos: El pla de treball del projecte i l'estimació dels costos associats.

Accessibilitat: Introducció als conceptes clau relacionats amb l'accessibilitat, els diferents tipus de diversitat funcional i les barreres que poden tenir.

Intel·ligència Artificial i Accessibilitat: Exploració d'aplicacions existents d'IA en l'àmbit de l'accessibilitat, analitzant els seus avantatges i inconvenients, així com les oportunitats i reptes que presenta la integració d'IA en aquest camp.

Desenvolupament d'unes aplicacions d'IA de suport a l'accessibilitat: Detallar quines són les dues aplicacions web que implementaré, en què basa per crear les aplicacions, a quins individus s'adrecen i el procés de desenvolupament.

- **Anàlisi:** Plantejament i explicació dels requisits funcionals i no funcionals del sistema a desenvolupar.
- **Disseny:** El disseny de l'arquitectura i els prototips d'interfície d'usuari.
- **Implementació:** Descripció detallada del procés de desenvolupament de les dues aplicacions web proposades, incloent la integració amb ChatGPT i els algorismes utilitzats.
- **Proves i resultats:** Explicació les proves que he realitzat i els resultats obtinguts.

Conclusions: Reflexió sobre l'assoliment dels objectius establerts, les principals contribucions realitzades i les línies de treball futur que es deriven del projecte.

Referències Bibliogràfiques: Llistat de les fonts consultades i referenciades al llarg del treball.

Annexos: Inclusió de materials addicionals rellevants, com el manual d'usuari de les aplicacions web i el glossari.

2. Planificació i costos

En aquest capítol es detallen el pla de treball i l'estimació dels costos del projecte.

2.1. Pla de treball

El pla de treball per a la realització d'aquest projecte es distribuirà de manera estructurada amb l'objectiu de garantir una investigació i una implementació eficient de les solucions basades en intel·ligència artificial per millorar l'accessibilitat. Les diverses etapes establertes abracen tant la recerca teòrica com la part pràctica del desenvolupament. A continuació, es detalla el pla de treball i el diagrama de Gantt (**Figura 1**):

1. Llegir articles (quatre setmanes):

Durant les quatre primeres setmanes, es realitzarà una exploració de la literatura relacionada amb l'ús de la intel·ligència artificial per millorar l'accessibilitat. Aquesta fase permetrà obtenir una comprensió de l'estat actual de la recerca i identificarà algunes tendències i limitacions existents.

2. Explorar aplicacions del mercat que conté IA amb accessibilitat (dues setmanes):

A continuació, es dedicaran dues setmanes a explorar aplicacions pràctiques ja implementades en el mercat que incorporin la intel·ligència artificial per millorar l'accessibilitat. Aquesta anàlisi aportarà una visió valuosa sobre les aplicacions existents, els seus èxits i desafiaments, i guiarà la fase d'implementació posterior.

3. Reunions amb el tutor (dues setmanes entremig de totes les etapes):

Es programaran reunions periòdiques amb el tutor al llarg de tot el procés per rebre orientació i retroalimentació constructiva. Aquestes sessions contribuiran a assegurar que el projecte segueixi la direcció correcta i s'adeqüi als objectius establerts.

4. Implementar aplicacions web (sis setmanes):

Amb la base teòrica ben establerta, es procedirà a la fase de desenvolupament pràctic. Durant sis setmanes, es dedicarà temps a implementar aplicacions web que incorporin intel·ligència artificial amb l'objectiu de millorar l'accessibilitat en els àmbits seleccionats.

5. Redactar la memòria (tres setmanes):

Un cop es disposi de suficient informació teòrica i pràctica, es dedicaran tres setmanes a la redacció de la memòria del treball de recerca. Aquesta fase inclourà la presentació del marc teòric, la metodologia emprada, els resultats obtinguts i les conclusions del projecte.

6. Testing de l'aplicació (una setmana):

Un cop les aplicacions web estiguin desenvolupades, es reservarà una setmana per a la realització de proves i avaluacions. Aquesta fase permetrà identificar possibles problemes o millores necessàries abans de la presentació final.

7. Preparar la presentació (una setmana):

Finalment, es dedicarà una última setmana a la preparació de la presentació. Aquesta inclourà la comunicació dels resultats assolits, els desafiaments superats i una visió clara de com la intel·ligència artificial pot contribuir a la millora de l'accessibilitat.

2.2. Diagrama de Gantt

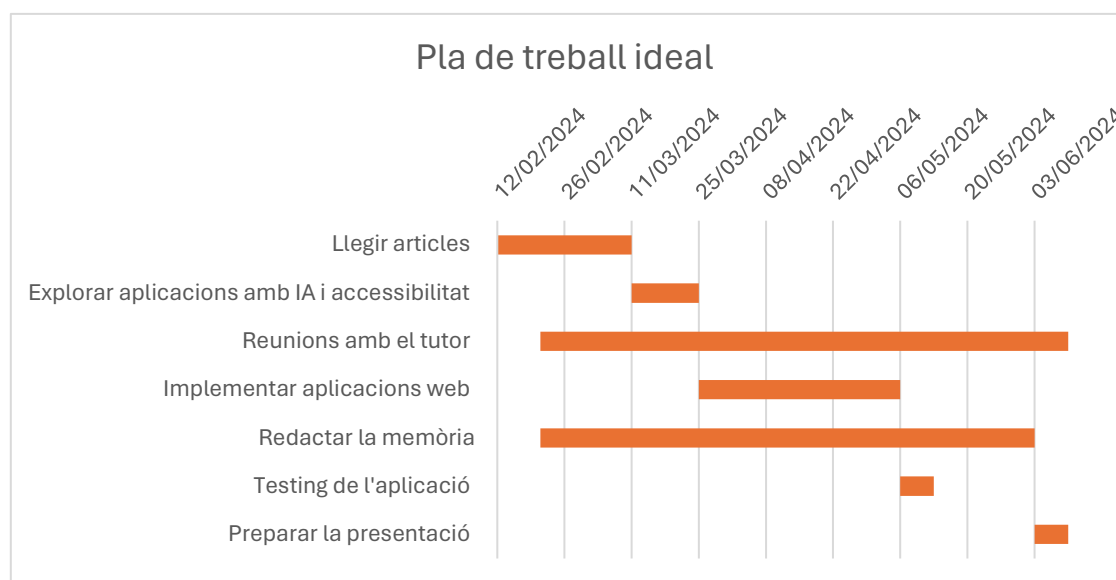


Figura 1. Diagrama de Gantt. Font: Elaboració pròpia

En el diagrama de Gantt es poden observar les tasques juntament amb el temps estimat per a cadascuna. Les reunions i la redacció de la memòria serien dues tasques constants que s'han de mantenir des del principi fins al final, ja que cada setmana és necessari dur a terme reunions i realitzar ajustos a la memòria (**Figura 1**).

2.3. Cost del Projecte

En aquest apartat es detallen els diferents costos associats al desenvolupament del projecte.

➤ Costos de recursos humans

El cost humà d'aquest projecte s'ha calculat basant-se en una tarifa de 16,12 euros per hora [Font 1] i una dedicació total de 450 hores. Aquesta dedicació correspon als 18 crèdits que consta el treball de fi de grau [Font 2], amb una càrrega de 25 hores per crèdit (**Taula 1**).

Taula 1. Costos de recursos humans. Font: Elaboració pròpia

Tipus de costos	Preu (€)
Cost humà (16.12€/h * 450h)	7.254 €
Total	7.254 €

Nota. Font de les informacions:

<https://es.indeed.com/career/informatico/salaries/Barcelona--Barcelona-provincia>
<https://mat.ub.edu/graumatematiques/treballs-final-de-grau/informacio-general/>

➤ Costos de programari

Quant als costos de programari, no cal considerar els serveis d'allotjament web, ja que utilitzarem les plataformes Vercel i Render amb el pla gratuït. Pel que fa a l'IDE, farem servir principalment PyCharm [Font 3], amb VSCode com a alternativa per si de cas. L'únic cost addicional que hem de tenir en compte és el de l'API de ChatGPT [Font 4] (**Taula 2**).

Taula 2. Costos de programari. Font: Elaboració pròpia

Tipus de costos	Preu (€)
Llicència de IDE (Pycharm)	100 €
API de ChatGPT	20 €
Total	120 €

Nota. Font de les informacions:

<https://www.jetbrains.com/pycharm/buy/?section=personal&billing=yearly>
<https://openai.com/pricing>

➤ Costos de maquinari

Quant als costos de maquinari, en primer lloc, cal mencionar el cost de l'ordinador portàtil, que és de 1.700 €. Considerant que un portàtil té una vida útil de 3 anys (36 mesos) i que aquest projecte dura 5 mesos, el cost proporcional seria de $1.700 \text{ €} * 5 / 36 = 236,11 \text{ €}$. En segon lloc, tenim el cost total del monitor extern, que és de 173 €. Fem el mateix considerant una vida útil de 3 anys (36 mesos) i apliquem la fórmula: $173 \text{ €} * 5 / 36 = 24,03 \text{ €}$. En total, el cost de maquinari és 260.14 € (**Taula 3**).

Taula 3. Costos de maquinari. Font: Elaboració pròpia

Tipus de costos	Preu (€)
Ordinador portàtil (5 mesos)	236,11 €
Monitor extern (5 mesos)	24,03 €
Total	260,14 €

➤ Costos de lloguer i subministraments:

En els costos de lloguer i subministraments he considerat el cost del lloguer de la meua casa, però com que no necessito tota la casa per tant, he considerat el preu d'un espai de coworking que és de 21 €/dia i 21 dies laborals en un mes durant els 5 mesos de desenvolupament del projecte, amb un total de $21 \text{ €} * 21 * 5 = 2205 \text{ €}$ [Font 5]. El cost de l'electricitat serà de 100 €/mes, també durant els 5 mesos, suposant un cost total de 500 €. Finalment, el cost de l'internet serà de 200 €, on cada mes es paga 40 €. El cost total serà 2.905 €. (**Taula 4**).

Taula 4. Costos de lloguer i subministraments. Font: Elaboració pròpia

Tipus de costos	Preu (€)
Lloguer casa meua (21 €/dia * 21 dies * 5 mesos)	2.205 €
Electricitat (100 €/mes * 5 mesos)	500 €
Internet: (40 €/mes * 5 mesos)	200 €
Total	2.905 €

Nota. Font de les informacions:

<https://coworkidea.com/ca/preus/#contactform>

➤ Altres despeses

Per tal de cobrir possibles despeses addicionals no previstes durant el desenvolupament del projecte, s'ha inclòs una partida d'imprevistos que correspon al 5% del cost total pressupostat (**Taula 5**).

Taula 5. Altres despeses. Font: Elaboració pròpia

Tipus de costos	Preu (€)
Imprevistos (5% del total)	271,87 €
Total	271,87 €

➤ Cost Total

En aquesta secció es presenta el cost total (**Taula 6**).

Taula 6. Cost Total. Font: Elaboració pròpia

Tipus de costos	Preu (€)
Costos de recursos humans	7.254 €
Costos de programari	120 €
Costos de maquinari	260,14 €
Costos de lloguer	2.905 €
Altres despeses	526,95 €
Total	11.066,1 €

Després d'analitzar detalladament els diferents costos associats al desenvolupament del projecte, s'ha estimat un cost total de 11.066,1 €. Aquest pressupost inclou els costos de recursos humans, que representen la major part del pressupost amb 7.254 €. A continuació, trobem els costos de programari, que sumen 120 €, seguits de les despeses en maquinari, que pugen a 260.14 €. A més, s'ha destinat una partida de 2.905 € per cobrir el lloguer i els subministraments, i s'ha reservat una quantitat addicional de 526,95 € per fer front a possibles imprevistos que puguin sorgir durant l'execució del projecte.

És important destacar que s'ha optat per utilitzar serveis gratuïts, com la plataforma de Vercel i la plataforma de Render, per tal de reduir els costos de programari. A més, s'ha tingut en compte una partida d'imprevistos per cobrir possibles despeses addicionals que puguin sorgir durant el desenvolupament del projecte.

3. Accessibilitat

L'accessibilitat és un concepte fonamental que es refereix a la capacitat d'un producte, servei o entorn de ser utilitzat per totes les persones, independentment de les seves habilitats o discapacitats (Viquipèdia, 2023). L'objectiu principal de l'accessibilitat és garantir que tothom tingui les mateixes oportunitats d'accés i participació en la societat, eliminant les barreres que poden impedir-ho.

Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS), almenys 2.200 milions de persones pateixen algun tipus de deficiència visual, sigui de visió propera o llunyana, d'un total de 7.900 milions de persones a la població mundial (Hassan et al., 2021). A més a més, segons les estimacions, aproximadament 1.300 milions de persones (**Taula 7**), el que representa un 16% de la població mundial (**Figura 2**), pateixen actualment una discapacitat significativa. Aquesta xifra està en augment a causa del creixement de les malalties no transmissibles i de l'increment de l'esperança de vida de les persones. Les persones amb discapacitat constitueixen un grup divers, i les seves experiències vitals i necessitats en matèria de salut es veuen afectades per diversos factors, com ara el sexe, l'edat, la identitat de gènere, l'orientació sexual, la religió, la raça, l'ètnia i la situació econòmica (World Health Organization, 2023).

Taula 7. Estadística de la població amb discapacitat. Font: Elaboració pròpia

Títol	Percentatge
Percentatge de la població mundial amb discapacitat	16%

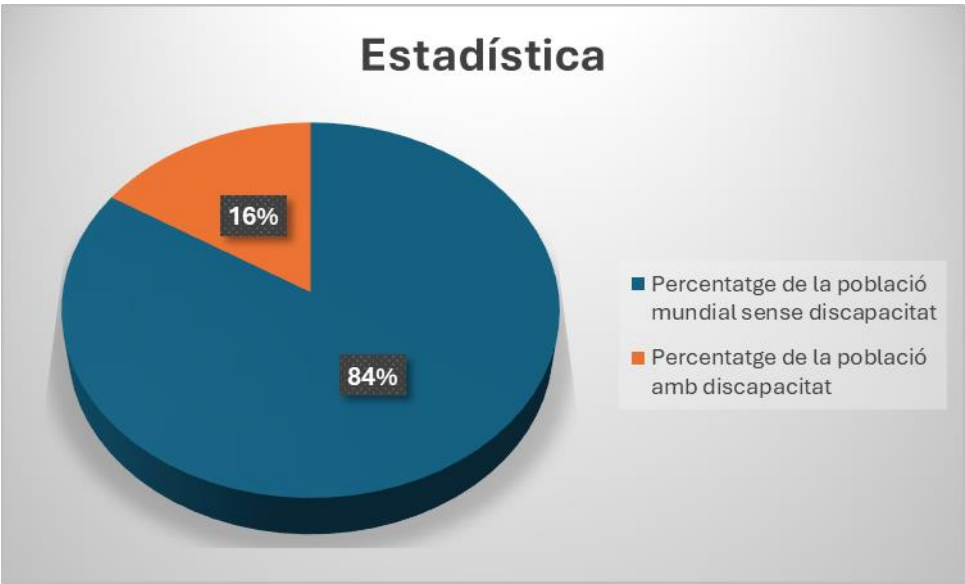


Figura 2. Estadística de la població mundial amb discapacitat. Font: Elaboració pròpia

Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS), les persones amb discapacitat s'enfronten a diverses situacions injustes que afecten la seva salut física i mental (World Health Organization, 2023). Aquests factors inclouen:

- **Factors estructurals:** Les persones amb discapacitat s'enfronten al capacitisme, l'estigma i la discriminació en tots els aspectes de la seva vida. A més, existeixen lleis i polítiques que els priven del dret a l'autodeterminació i permeten pràctiques perjudicials en l'àmbit sanitari, com l'esterilització forçosa i la institucionalització involuntària.
- **Determinants socials de la salut:** La precarietat econòmica, la marginació educativa i laboral, així com les condicions de vida inadequades, incrementen la probabilitat de patir una salut deficient i de no poder satisfer les seves necessitats en aquest àmbit.
- **Factors de risc:** Les persones amb discapacitat presenten una major predisposició a desenvolupar factors de risc associats a malalties no transmissibles, com el consum de tabac, una dieta inadequada, l'abús d'alcohol i el sedentarisme, atès que sovint són excloses de les iniciatives de salut pública.
- **Sistema de salut:** Les persones amb discapacitat topen amb obstacles en tots els vessants del sistema sanitari, com ara la manca de formació i les actituds discriminatòries entre els professionals de la salut, la inaccessibilitat de les instal·lacions i la informació, així com la insuficient recollida i anàlisi de dades relatives a la discapacitat.

3.1. Accessibilitat en àmbit digital

En l'àmbit digital, l'accessibilitat web és especialment important, ja que Internet s'ha convertit en una eina essencial per a la comunicació, l'educació, el treball i l'oci. Segons el World Wide Web Consortium (W3C), "l'accessibilitat web significa que les persones amb discapacitat poden percebre, comprendre, navegar i interactuar amb la web, així com contribuir-hi" (Shawn Lawton, 2005). Això inclou persones amb discapacitats visuals, auditives, motrius, cognitives i neurològiques.

Les directrius d'accessibilitat per al contingut web (WCAG) del W3C estableixen un conjunt de recomanacions per crear contingut web accessible. Aquestes directrius s'organitzen al voltant de quatre principis fonamentals on cada principi conté diverses pautes, i cada pauta inclou diversos criteris de conformitat que s'han de complir per assolir diferents nivells d'accessibilitat (A, AA i AAA) (W3C, 2023) (*Figura 3*):

- **Perceptible:** La informació i els components de la interfície d'usuari han de ser presentats de manera que els usuaris els puguin percebre.

- **Operable:** Els components de la interfície d'usuari i la navegació han de ser operables.
- **Comprensible:** La informació i el funcionament de la interfície d'usuari han de ser comprensibles.
- **Robust:** El contingut ha de ser prou robust per ser interpretat de forma fiable per una àmplia varietat d'agents d'usuari, incloses les tecnologies de suport.

TABLE OF CONTENTS

Abstract

Status of This Document

Introduction

Background on WCAG 2

WCAG 2 Layers of Guidance

WCAG 2.2 Supporting Documents

Requirements for WCAG 2.2

Comparison with WCAG 2.1

New Features in WCAG 2.2

Numbering in WCAG 2.2

Conformance to WCAG 2.2

Later Versions of Accessibility Guidelines

1. Perceivable

1.1 Text Alternatives

1.1.1 Non-text Content

1.2 Time-based Media

1.2.1 Audio-only and Video-only (Prerecorded)

1.2.2 Captions (Prerecorded)

1.2.3 Audio Description or Media Alternative (Prerecorded)

1.2.4 Captions (Live)

1.2.5 Audio Description (Prerecorded)

1.2.6 Sign Language (Prerecorded)

1.2.7 Extended Audio Description (Prerecorded)

1.2.8 Media Alternative (Prerecorded)

1.2.9 Audio-only (Live)

1.3 Adaptable

1.3.1 Info and Relationships

1.3.2 Meaningful Sequence

1.3.3 Sensory Characteristics

Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2

W3C Recommendation 05 October 2023

▼ More details about this document

This version:
<https://www.w3.org/TR/2023/REC-WCAG22-20231005/>

Latest published version:
<https://www.w3.org/TR/WCAG22/>

Latest editor's draft:
<https://w3c.github.io/wcag/guidelines/22/>

History:
<https://www.w3.org/standards/history/WCAG22/>
[Commit history](#)

Implementation report:
<https://www.w3.org/WAI/WCAG22/implementation-report/>

Previous Recommendation:
<https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

Editors:
[Alastair Campbell](#) (Nomensa)
[Chuck Adams](#) (Oracle)
[Rachael Bradley Montgomery](#) (Library of Congress)
[Michael Cooper](#) (W3C)
[Andrew Kirkpatrick](#) (Adobe)

Feedback:
[GitHub w3c/wcag](#) (pull requests, new issue, open issues)

Errata:
[Errata exists.](#)

See also [translations](#).

Copyright © 2020-2023 World Wide Web Consortium. W3C® liability, trademark and document use rules apply.

Figura 3. Pàgina web de WCAG. Font: (W3C, 2023)

3.2. Perfils amb necessitats específiques d'accessibilitat

Segons el Departament de Drets Socials de Generalitat de Catalunya, existeixen diversos grups de persones que poden tenir necessitats específiques d'accessibilitat (Generalitat de Catalunya, 2019):

- **Discapacitat física:** Un tipus de discapacitat que afecten la mobilitat, la coordinació, la força o la resistència d'una persona. Aquestes condicions poden ser causades per factors congènits (presents des del naixement), malalties, lesions o envelliment.
 - **Motora:** Derivada de la pèrdua de capacitat de moviment per diverses causes (malformacions, accidents, lesions cerebrals...).
 - **No motora:** Derivada de malalties orgàniques, d'aparells o sistemes (cansament, malalties coronàries, renals, pulmonars...).
- **Discapacitat sensorial:** Un tipus de discapacitat que afecten els sentits d'una persona, com ara la vista i l'oïda. Aquestes condicions poden ser congènites o adquirides més endavant a la vida a causa de malalties, lesions o el procés d'envelliment. Els dos tipus de discapacitat sensorial són:
 - **Visual:** Inclou ceguesa total o parcial, daltonisme i baixa visió.
 - **Auditiva:** Inclou sordesa total o parcial i dificultats per percebre sons.
- **Discapacitat cognitiva:** Un tipus d'accessibilitat que inclou dificultats d'aprenentatge, de comprensió o de processament de la informació. En aquest gran grup inclouríem també les persones neurodiverses, com les persones amb trastorns de l'espectre autista, trastorn per dèficit d'atenció amb hiperactivitat (TDAH), dislèxia, discalculia, entre d'altres condicions que afecten les funcions cognitives.

3.3. Barreres en l'Accessibilitat

Malgrat els avenços en la conscienciació sobre l'accessibilitat, encara hi ha nombroses barreres que dificulten l'accés igualitari a la informació i als serveis. Algunes d'aquestes barreres inclouen:

- **Barreres tecnològiques:** Disseny de llocs web i aplicacions que no segueixen les pautes d'accessibilitat, com ara la manca d'alternatives textuais per a imatges o vídeos.
- **Barreres físiques:** Entorns i infraestructures que no estan adaptats per a persones amb mobilitat reduïda o discapacitats sensorials.
- **Barreres socials i actitudinals:** Estigma, prejudicis i manca de conscienciació sobre les necessitats i capacitats de les persones amb discapacitat.
- **Barreres econòmiques:** Cost elevat de les tecnologies de suport i adaptacions necessàries per garantir l'accessibilitat.

4. Intel·ligència Artificial i Accessibilitat

La intel·ligència artificial (IA) ha emergit com una eina transformadora en diversos àmbits, i l'accessibilitat no és una excepció. La IA té el potencial de revolucionar la manera en què les persones amb discapacitat interactuen amb el món, oferint solucions innovadores i personalitzades per superar les barreres i millorar la qualitat de vida. En aquest apartat, explorarem com la IA està sent aplicada en el camp de l'accessibilitat, analitzant les aplicacions existents al mercat i els avantatges i inconvenients que aporten a les persones amb discapacitat.

4.1. Intel·ligència Artificial Generativa

La Intel·ligència Artificial Generativa (GAI) és una branca de la intel·ligència artificial que se centra en la generació de contingut original a partir de dades existents. Aquesta tecnologia utilitza algorismes i xarxes neuronals avançades per aprendre de textos i imatges, i després generar contingut nou i únic (Marcelo Granieri, 2023).

Segons l'article *"An autoethnographic case study of generative artificial intelligence's utility for accessibility"* (Glazko et al., 2023), en els últims anys, la Intel·ligència Artificial Generativa (GAI) ha experimentat un creixement exponencial en la varietat i potència de les eines disponibles. No obstant això, han sorgit preocupacions sobre el potencial de la GAI per impactar negativament la inclusió, la representació i l'equitat de les comunitats marginades, incloses les persones amb discapacitat. Estudis han demostrat que la GAI té biaixos capacitistes i pot associar algunes formes de discapacitat amb contingut tòxic o estereotips nocius.

L'alliberament i la disponibilitat general de tecnologies d'intel·ligència artificial (IA) i aprenentatge automàtic (ML) en dispositius i entorns quotidians també crea noves oportunitats per comprendre com les persones amb discapacitat s'apropen i utilitzen aquestes tecnologies, i les barreres que enfronten en fer-ho. Alguns estudis han explorat com les persones amb discapacitat trien utilitzar les tecnologies d'IA en el camp, mostrant una barreja de beneficis d'accessibilitat i frustracions (Glazko et al., 2023).

A més a més, segons l'article *"Artificial intelligence and disability: too much promise, yet too little substance?"* (Smith & Smith, 2020), "la tecnologia de la IA pot ajudar a les persones amb accessibilitat però també causar frustracions. A vegades compleix les seves promeses, però d'altres vegades decepciona." Tot i així, en general, les experiències amb la tecnologia de la IA són positives.

En l'apartat següent es detallarà alguns resultats obtinguts en utilitzar la Intel·ligència Artificial (IA) en l'àmbit de l'accessibilitat, il·lustrats amb exemples concrets.

4.1.1. Resultats d'aplicar GAI en persones amb accessibilitat (Article de Glazco, 2023)

Glazko, descriu les experiències de diverses persones amb discapacitat usant la Intel·ligència Artificial categoritzant-les en dos tipus diferents de necessitats (Glazko et al., 2023):

- Utilitzar la GAI per ajudar a satisfer les pròpies necessitats d'accés.

Escenari 1: Mia (amalgama de les experiències de 2 persones)

Mia patia una malaltia crònica que li provocava períodes de confusió mental. Per aquest motiu, va decidir emprar la Intel·ligència Artificial Generativa (GAI) per realitzar tasques laborals relacionades, ja que no disposava d'un bon mètode per revisar documents i els resums sovint eren poc útils. Creia que seria beneficiós poder obtenir un resum o fer preguntes específiques sobre un document mitjançant la GAI. Ella va provar ChatPDF.com per resumir i respondre qüestions concretes sobre un article. Tot i que de tant en tant encertava alguna resposta, sovint li donava respostes completament incorrectes. En un cas, va afirmar erròniament que alguna cosa no hi era present quan sí que hi constava. En un altre exemple més subtil i insidiós, el resum d'un document que coneixia bé simplificava excessivament un argument matisat, fent semblar que els autors suggerien parlar amb cuidadors com a representants en lloc de persones amb malalties cròniques durant el procés de disseny, ja que poden aportar valuoses perspectives sobre les necessitats i experiències d'aquells amb malalties cròniques. Això convertia una conclusió d'un article guardonat en un tòpic capacitista i problemàtic.

Més endavant, mentre redactava un article, la confusió mental de Mia va augmentar, dificultant-li extreure informació detallada de pàgines web per crear referències de continguts no acadèmics. Va recórrer a GPT-4 i Bing per generar referències BibTeX correctament formatades que pogués enganxar al document. Malgrat que les al·lucinacions i errors de la IA van suposar un problema, i que a vegades generava el tipus d'entrada incorrecte. No li va importar corregir el BibTeX perquè tenir un punt de partida i comprovar si era correcte va ser molt més fàcil.

- Utilitzar la GAI per ajudar a fer les coses més accessibles per als altres.

Escenari 2: Kaia (amalgama de les experiències de 2 persones)

La Kaia estava escrivint un article de recerca en LaTeX per les preferències dels seus col·laboradors. Esperava que la GAI pogués ajudar amb tasques com fer taules accessibles. Va demanar a GPT-4 que creés una taula amb línies separadores entre cada cel·la per facilitar-ne l'accessibilitat i que la fes visualment atractiva. GPT-4 va descriure correctament els passos per fer una taula accessible, però quan la Kaia li va demanar que millorés l'aspecte visual de la taula, GPT-4 va eliminar aquestes línies separadores. Això va ser contraproduent, ja que sense aquestes línies separadores, seria més difícil etiquetar correctament el PDF resultant per a l'accessibilitat.

Segons Peter Smith, qui pateix una discapacitat física important a causa d'un greu accident, i partir d'un diari que ell ha escrit sobre l'ús de la Intel·ligència Artificial (IA) en la seva vida (Smith & Smith, 2020).

Diari de Peter:

El dia de Peter comença amb l'ajuda dels seus cuidadors per llevar-se, rentar-se i preparar-se. Utilitza un programari activat per veu per trucar al seu metge i demanar medicació, però té dificultats per finalitzar la trucada. Respon els correus electrònics amb tecnologia de reconeixement de veu, però aquesta comet errors ortogràfics i de comprensió. Per enviar missatges de text, la tecnologia de veu sovint es confon entre noms similars i no li dona prou temps per dictar, fent que hagi de reiniciar el missatge diverses vegades. A vegades, els missatges contenen errors enutjosos. Durant una videotrucada, el Peter accidentalment activa el programari de reconeixement de veu, bloquejant la pantalla, i ha de cridar al seu cuidador per desactivar-lo. Quan intenta escoltar música, l'assistent de veu no reconeix correctament els títols de les cançons.

Malgrat que la tecnologia d'assistència li proporciona una gran ajuda, Peter experimenta diàriament múltiples frustracions i inconvenients per les limitacions d'aquestes eines. Necessita el suport constant dels seus cuidadors per superar aquests contratemps tecnològics.

En conclusió, és cert que, segons els escenaris presentats i el diari de Peter, la Intel·ligència Artificial Generativa (GAI) pot ajudar les persones en qüestions d'accessibilitat, però encara té limitacions significatives i no resulta prou eficient, ja que sovint comet errors.

D'una banda, les eines de GAI demostren ser útils per generar contingut accessible, com referències bibliogràfiques ben formatades, traduccions amb un llenguatge més natural i amigable, o taules amb separacions entre cel·les per facilitar-ne l'etiquetatge. A més, poden proporcionar pautes i consells generals sobre accessibilitat que poden ser valuosos.

D'altra banda, però, s'observen deficiències importants en l'aplicació pràctica d'aquests principis d'accessibilitat. Les revisions i suggeriments concrets que fan les eines de GAI sovint són incomplets, inconsistents amb les seves pròpies pautes generals o fins i tot contraproductius, com quan eliminen elements que milloren l'accessibilitat per prioritzar aspectes estètics.

4.2. Aplicacions d'IA per a l'Accessibilitat al Mercat

En aquest capítol es presentaran algunes aplicacions disponibles al mercat que fan ús de la intel·ligència artificial per millorar l'accessibilitat. S'exploraran els avantatges i inconvenients associats a aquestes solucions (Irene, 2017).

4.2.1. Aplicació per persones amb discapacitat visual

- **Siri:** És l'ajudant intel·ligent d'Apple que ajuda les persones amb les tasques més habituals: envia missatges, fa trucades, programa reunions, consulta el temps que farà avui, etc.

Avantatges de Siri:

1. Permet als usuaris amb discapacitats visuals realitzar tasques sense necessitat d'interactuar visualment amb el dispositiu.
2. La interfície de veu és intuïtiva i fàcil d'usar, reduint la corba d'aprenentatge.
3. S'integra amb VoiceOver, el lector de pantalla d'Apple, per proporcionar una experiència d'accessibilitat completa.

Inconvenients de Siri:

1. Algunes tasques més complexes poden ser difícils de realitzar únicament amb comandes de veu.
2. Pot no ser capaç d'interpretar correctament les comandes de veu d'usuaris amb dificultats de parla.

4.2.2. Aplicació per persones amb discapacitat auditiva

- **Petralex:** És un aparell auditiu artificial que funciona pels mateixos principis que els dispositius portables habituals. Ajustat per ell mateix per respondre a l'oïda, adapta el nivell del so ambient a les necessitats de l'usuari. Disponible a qualsevol sistema operatiu.

Avantatges de Petralex:

1. Proporciona una solució assequible i accessible per a persones amb pèrdua auditiva, sense necessitat de maquinari especialitzat.
2. S'ajusta automàticament a les necessitats auditives individuals de l'usuari, millorant la claredat del so.

Inconvenients de Petralex:

1. Requereix que l'usuari tingui un telèfon intel·ligent o tauleta compatible, el que pot ser una barrera per a algunes persones.
2. La qualitat del so pot veure's afectada per factors externs, com el soroll de fons o la qualitat dels altaveus del dispositiu.

4.2.3. Aplicació per persones amb discapacitat física

- **Disabled Park:** És una aplicació que ofereix funcionalitats per ajudar les persones amb discapacitat a trobar estacionament accessible. Aquesta aplicació proporciona informació en temps real sobre els llocs d'aparcament reservats per a persones amb discapacitat, inclosa la seva ubicació, disponibilitat i altres detalls rellevants. A més, permet als usuaris compartir i actualitzar la informació sobre els espais d'aparcament accessibles, creant una comunitat que facilita la cerca d'aparcament per a aquells que tenen necessitats especials de mobilitat.

Avantatges de Disabled Park:

1. Facilita la cerca d'aparcament accessible per a persones amb mobilitat reduïda, estalviant temps i esforç.
2. Proporciona informació detallada sobre cada plaça d'aparcament, incloent fotos, dimensions i proximitat a destinacions populars.
3. Permet als usuaris afegir i compartir noves places d'aparcament accessibles, creant una comunitat col·laborativa.
4. Ofereix una interfície d'usuari intuïtiva i accessible, compatible amb lectors de pantalla i altres tecnologies d'assistència.

Inconvenients de Disabled Park:

1. Requereix un dispositiu mòbil amb connexió a Internet, el que pot ser una barrera per a algunes persones amb discapacitat.
2. La precisió i exhaustivitat de la informació d'aparcament depèn de les contribucions dels usuaris, el que pot donar lloc a dades incompletes o obsoletes en algunes àrees.
3. Pot no estar disponible en totes les regions o idiomes, limitant el seu abast global.
4. No aborda directament altres reptes d'accessibilitat relacionats amb l'aparcament, com la falta d'accessibilitat en les rutes des de l'aparcament fins a la destinació final.

4.2.4. Aplicacions per persones amb discapacitat cognitiva

- **Pictogramas.es:** Dissenyada per potenciar la comunicació alternativa a través de senzilles iconografies, molt recomanat per a persones amb TEA (trastorns de l'espectre autista) o aquelles que necessiten enfortir la comunicació oral. Disponible a qualsevol versió de telèfon.

Avantatges de Pictogramas.es:

1. Ofereix una àmplia biblioteca de pictogrames d'alta qualitat que poden ser utilitzats per millorar la comunicació per a persones amb discapacitats cognitives o del llenguatge.
2. Permet als usuaris crear i personalitzar materials de comunicació basats en pictogrames, adaptant-los a les necessitats individuals.
3. Proporciona recursos educatius i guies per ajudar als cuidadors i professionals a utilitzar efectivament els pictogrames en diversos entorns.

4. És accessible a través d'un navegador web, el que el fa àmpliament disponible en diversos dispositius.

Inconvenients de Pictogramas.es:

1. Pot haver-hi una corba d'aprenentatge per a usuaris i cuidadors a l'hora d'utilitzar efectivament els pictogrames per a la comunicació.
2. La creació de materials personalitzats pot ser un procés laboriós i requerir temps.
3. Alguns usuaris poden necessitar suport addicional o entrenament per utilitzar completament les funcions de la plataforma.

4.3. ChatGPT

Segons l'article "*ChatGPT: A comprehensive review on background, applications, key challenges, bias, ethics, limitations and future scope*" (Ray, 2023), en els darrers anys, els avenços aconseguits en els camps de la intel·ligència artificial (IA) i el processament del llenguatge natural (PLN) han propiciat l'aparició de models de llenguatge cada cop més sofisticats i versàtils. Dins d'aquest àmbit emergent de la IA generativa destaca ChatGPT, un model d'IA desenvolupat per OpenAI que s'ha erigit com una poderosa eina amb un ventall amplíssim d'aplicacions en diversos àmbits.

Les arrels d'aquest model de llenguatge es troben en el camp del PLN, una àrea de la IA centrada a permetre que les màquines puguin entendre i generar llenguatge humà. El seu desenvolupament va néixer del desig de crear un model d'IA versàtil i altament sofisticat, capaç d'assistir en diverses tasques com la generació de text, la traducció i l'anàlisi de dades. Els fonaments de ChatGPT resideixen en l'arquitectura Transformer (**Figura 4**), dissenyada per superar les limitacions dels models de seqüència a seqüència anteriors per al PLN. Aquesta arquitectura revolucionària va permetre la creació de potents models de llenguatge com la sèrie GPT d'OpenAI, entre els quals GPT-2 i GPT-3, que van servir de precursors de ChatGPT. Basat en l'arquitectura GPT-3.5, una versió modificada del model GPT-3, ChatGPT va ser entrenat amb un gran corpus de dades de text i ajustat específicament per generar respostes conversacionals semblants a les humanes.

L'evolució de ChatGPT des dels seus primers precursors fins al seu estat actual l'ha convertit en una eina inestimable per a l'avenç de la recerca científica, amb un impacte significatiu en diverses aplicacions, com el processament de dades, la generació d'hipòtesis i la col·laboració. En els darrers anys, les comunitats científiques i acadèmiques han prestat una atenció extraordinària a la investigació i el desenvolupament de ChatGPT. Segons Google Scholar, fins al març de 2023 s'han publicat més de 3000 articles, informes, notícies en diverses revistes, conferències, diaris, blocs i informes mediàtics (**Figura 5**). Aquesta tendència creixent reflecteix l'interès de la comunitat científica per explorar les capacitats i aplicacions de ChatGPT en diversos camps d'investigació.

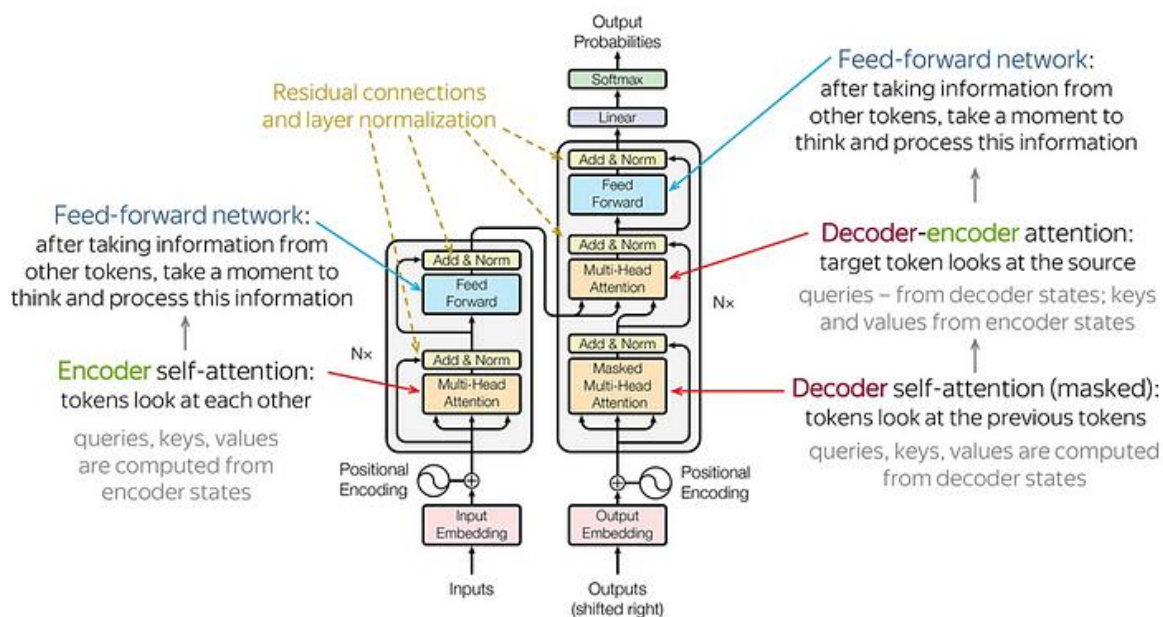


Figura 4. Estructura Transformer. Font: (Ashish, 2023)

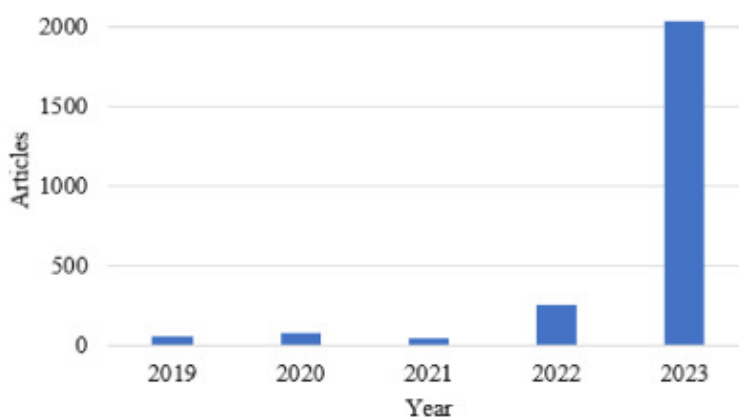


Figura 5. Articles anuals indexats a Google Scholar sobre ChatGPT. Font: (Ray, 2023)

4.3.1. Limitacions de ChatGPT

El ChatGPT, tot i ser un model d'intel·ligència artificial de llenguatge amb grans capacitats, presenta diverses limitacions que cal tenir en compte, especialment en l'àmbit de l'accessibilitat.

Segons Ray en el seu article (Ray, 2023), algunes de les limitacions més rellevants són:

- **Biaixos i coneixements incomplets:** El model pot contenir biaixos inherents a les dades d'entrenament i el seu coneixement pot ser incomplet o desactualitzat. Això pot portar a generar informació inexacta o enganyosa.

- **Sensibilitat a la formulació de l'entrada:** Petits canvis en com es formula una pregunta o sol·licitud poden portar a respostes inconsistents o amb nivells de detall variables per part del model.
- **Verbositat i repetició:** De vegades ChatGPT genera respostes massa llargues o repeteix certes frases en excés, fent que el contingut soni menys natural.
- **Incapacitat de verificar fets o accedir a informació en temps real:** El coneixement de ChatGPT 3.5 es limita a les dades amb què va ser entrenat, amb una data límit del 2021. No pot proporcionar informació actualitzada ni verificar la precisió de les seves respostes.
- **Manca de coneixement específic sobre accessibilitat:** Tot i tenir coneixements generals sobre accessibilitat, ChatGPT pot presentar limitacions en comparació amb models d'IA especialitzats en àrees específiques d'accessibilitat, on es requereix un elevat nivell d'expertesa per garantir solucions efectives i inclusives.
- **Dificultat per adaptar-se al nivell d'expertesa de l'usuari:** ChatGPT pot tenir dificultats per ajustar les seves respostes al nivell de coneixement de l'interlocutor, proporcionant respostes massa simplistes o massa tècniques.
- **Dificultat per capturar la intuïció humana:** ChatGPT pot tenir dificultats per capturar la intuïció humana, la qual cosa dificulta que el model generi contingut que reflecteixi el coneixement implícit o la comprensió tàcita en què sovint es basen els humans per comunicar-se o prendre decisions.
- **Manca d'interacció amb sistemes externs:** ChatGPT no pot interactuar directament amb sistemes externs, com bases de dades o APIs, la qual cosa pot limitar la seva capacitat per accedir a informació actualitzada o manipular dades externes.

Aquestes limitacions ens recorden que ChatGPT és un model de llenguatge artificial amb certes restriccions. Malgrat aquests desafiaments, ChatGPT segueix sent una eina valuosa per a una àmplia gamma d'aplicacions, sempre que s'utilitzi amb prudència i tenint en compte les seves limitacions. Els usuaris han de ser conscients d'aquestes limitacions i no confiar cegament en les respostes generades pel model.

5. Desenvolupament d'unes aplicacions d'IA de suport a l'accessibilitat

En aquest capítol, es presentaran en detall dues aplicacions web desenvolupades que demostren un ús pràctic de la IA en l'àmbit de l'accessibilitat.

La primera, l'**aplicació web de simplificació de textos** i la segona, l'**aplicació web de generació d'històries socials**. Aquestes aplicacions tenen com a objectiu demostrar com la intel·ligència artificial, en particular ChatGPT, pot contribuir a millorar l'accessibilitat per a persones amb dificultats cognitives i desafiaments de comunicació social. A més a més, també es detallarà els processos de desenvolupament com l'anàlisi, el disseny, la implementació, i unes primeres proves i resultats.

5.1. Aplicació web de simplificació de textos

Aquesta aplicació web s'ha dissenyat amb la finalitat d'ajudar a les persones amb problemes de comprensió lectora, memòria o processament de la informació. La idea darrere d'aquesta aplicació és fer que els textos siguin més accessibles i fàcils d'entendre per a aquests individus.

El terme "simplificar" en aquesta aplicació web es refereix al procés de transformar un text complex en una versió més senzilla i fàcil d'entendre, mantenint el significat essencial del contingut original. Aquest procés implica diverses tècniques i estratègies, com ara:

- **Reducció de la complexitat lèxica:** Substituir paraules difícils o poc freqüents per alternatives més comunes i familiars, sense perdre el significat original.
- **Simplificació de l'estructura gramatical:** Reorganitzar les frases complexes en estructures més curtes i senzilles, evitant subordinades i construccions complicades.

L'objectiu principal de la simplificació és fer que el text sigui més accessible per a persones amb dificultats cognitives, com ara problemes de comprensió lectora, memòria o processament de la informació.

La motivació per crear aquesta aplicació prové de la necessitat d'abordar les barreres que enfronten les persones amb dificultats cognitives a l'hora d'accedir a la informació escrita. Sovint, els textos poden ser complexos, amb vocabulari tècnic o estructures gramaticals complicades, la qual cosa dificulta la comprensió per a aquests usuaris. Mitjançant l'ús de ChatGPT, aquesta aplicació busca simplificar els textos automàticament, adaptant-los a un nivell de lectura més accessible.

L'aplicació s'adreça principalment a persones amb discapacitats intel·lectuals, trastorns de l'aprenentatge, lesions cerebrals o altres condicions que afecten la comprensió lectora. No obstant això, també pot ser útil per a persones grans, estudiants amb dificultats d'aprenentatge

o que no tenen domini de la llengua local o qualsevol persona que prefereixi textos més senzills i fàcils d'entendre.

5.2. Aplicació web de generació d'històries socials

Aquesta aplicació web té com a objectiu generar històries socials personalitzades per a persones amb autisme o desafiaments de comunicació social. Les històries socials van ser creades per primera vegada per Carol Gray (Carol, 2012). Són narracions breus, a manera de guió, que expliquen informació procedent del context i normes de conducta d'una situació social concreta. Inclouen informació important sobre per quins motius succeeix, quines persones hi estan relacionades i com ha de comportar-se exactament el seu protagonista (Vithas, 2018).

Per elaborar una història social hem de seguir uns passos (Vithas, 2018):

1. Proposar l'objectiu de la història o guió social:
 - Quin problema volem resoldre?
 - Definir la situació, el lloc i les persones implicades.
2. Concretar la situació específica on es desenvolupa el problema:
 - Identificar les senyals socials i la resposta social adequada.
 - Descriure el que veiem, sentim i escoltem en aquell moment.
3. Per a l'elaboració, formular la història o guió seguint aquestes pautes:
 - Utilitzar un llenguatge simple i positiu.
 - Dividir la història en tants passos com sigui necessari.
 - Ser específic en les frases i accions descrites.

Segons Carol Gray, “L'objectiu principal d'aquestes històries socials és ajudar els nens amb Trastorn de l'Espectre Autista (TEA) a comprendre millor les situacions socials, proporcionant-los informació detallada sobre què esperar, com respondre i per què certes respostes són més adequades que d'altres. A través d'aquest procés, els nens poden desenvolupar habilitats socials i de comunicació essencials, millorant així la seva capacitat per interactuar amb els altres i adaptar-se a diferents contextos socials” (Carol, 2012). Les històries socials també són aplicables pels joves i adults, ja que aquests també poden tenir dificultats per entendre les normes socials i beneficiar-se d'informació clara i estructurada. A més, poden ajudar a millorar la seva confiança i independència en situacions socials complexes.

La idea darrere d'aquesta aplicació és automatitzar i personalitzar la creació d'històries socials mitjançant l'ús de ChatGPT. Els usuaris podran omplir un formulari especificant la situació, el context i les dades rellevants, i l'aplicació generarà una història social adaptada a les seves necessitats particulars. El procés de creació d'històries socials sovint va acompanyat d'imatges per il·lustrar millor les situacions i els conceptes presentats. No obstant això, en el meu cas, l'API de ChatGPT no pot generar imatges, per la qual cosa no hem pogut incloure aquesta funcionalitat en l'aplicació. Malgrat aquesta limitació, l'ús de ChatGPT per generar històries socials personalitzades segueix sent una eina valuosa per als educadors, terapeutes i famílies que

treballen amb nens amb Trastorn de l'Espectre Autista (TEA), així com per a individus amb altres desafiaments de comunicació social, com el trastorn de comunicació social pragmàtica o el trastorn de l'atenció amb hiperactivitat (TDAH).

Aquesta aplicació els permetrà estalviar temps i esforç en la creació d'històries socials, alhora que garanteix que el contingut s'adapti a les necessitats específiques de cada persona.

5.3. Anàlisi

En aquest capítol, es presenta una anàlisi detallada dels requisits funcionals i no funcionals per a les dues aplicacions web proposades: **l'aplicació de simplificació de textos** i **l'aplicació de generació d'històries socials**.

5.3.1. Requisits funcionals

Els requisits funcionals descriuen les funcionalitats i característiques específiques que les aplicacions han de proporcionar. A continuació, es presenten els requisits funcionals per a cada aplicació en forma d'històries d'usuari i casos d'ús.

5.3.1.1. Requisits funcionals d'aplicació web de simplificació de textos

- L'usuari ha de poder introduir un text original a l'aplicació web.
- L'aplicació ha de simplificar el text utilitzant ChatGPT.
- L'aplicació ha de mostrar el text simplificat a l'usuari.
- L'usuari ha de poder copiar el text simplificat al porta-retalls.
- L'usuari ha de poder ajustar el nivell de simplificació (opcional).

5.3.1.2. Requisits funcionals d'aplicació web de generació d'històries socials

- L'usuari ha de poder introduir informació sobre una situació social específica mitjançant un formulari.
- L'aplicació ha de generar una història social personalitzada basada en la informació proporcionada per l'usuari fent servir ChatGPT.
- L'aplicació ha de mostrar la història social generada a l'usuari.

5.3.2. Requisits no funcionals

Els requisits no funcionals no són com els requisits funcionals que els usuaris puguin veure i manipular en directe, però són essencials per garantir la qualitat, el rendiment, la seguretat i la usabilitat del producte final. En aquest capítol, explorarem en detall els requisits no funcionals del nostre projecte.

5.3.2.1. Usabilitat

- Les aplicacions web han de tenir una interfície d'usuari intuïtiva i fàcil d'utilitzar.
- El temps de resposta de les aplicacions ha de ser ràpid, proporcionant resultats en pocs segons.
- Les aplicacions han de ser accessibles per a persones amb diferents nivells de capacitat tecnològica.

5.3.2.2. Fiabilitat

- Les aplicacions han d'estar disponibles i funcionar correctament en tot moment.
- Les aplicacions han de gestionar els errors de manera adequada i proporcionar missatges d'error informatius a l'usuari.

5.3.2.3. Seguretat / Privacitat

- Les aplicacions han de protegir la privacitat de les dades dels usuaris.

5.3.2.4. Escalabilitat

- Les aplicacions han de ser capaces de gestionar un nombre creixent d'usuaris i sol·licituds sense afectar el rendiment.
- Les aplicacions han de ser dissenyades de manera modular per facilitar futures ampliacions i millores.

5.3.2.5. Compatibilitat

- Les aplicacions han de ser compatibles amb els navegadors web més populars (Chrome, Firefox i Microsoft Edge).
- Les aplicacions han de ser responsive i adaptar-se a diferents mides de pantalla i dispositius.

5.3.2.6. Sostenibilitat

- El codi font de les aplicacions ha de ser clar, ben estructurat i documentat per facilitar el manteniment futur.
- Les aplicacions web han de seguir els estàndards i les directrius establertes pel Web Accessibility Content Guidelines (WCAG) 2.2 per garantir un desenvolupament accessible i inclusiu.

5.1.3. User Stories

Les històries d'usuaris serveixen per organitzar de manera clara els requisits juntament amb els rols d'usuari en el desenvolupament de programari Àgil (**Taula 8**). La taula de les funcionalitats (**Taula 10**) que he aconseguit d'implementar es troba a l'Annex, concretament a l'apartat 8.2.

Taula 8. User Stories. Font: Elaboració pròpia

Com a	Vull	Per tal de	Criteris d'acceptació	NºUS
Usuari amb dificultats de comprensió lectora	Introduir un text complex i obtenir una versió simplificada	Entendre millor el contingut	- L'aplicació permet introduir un text - L'aplicació genera una versió simplificada del text amb paraules i estructures més senzilles.	US01
Usuari neurotípic	copiar el text simplificat al porta-retalls	Millorar l'experiència d'usuari.	- L'aplicació permet que l'usuari copiï el text simplificat al porta-retalls	US02
Usuari amb autisme	Utilitzar l'aplicació per generar històries socials	Ajudar-me a preparar per a situacions socials desafiantes	- L'aplicació permet generar històries socials personalitzades - Les històries socials proporcionen orientació per a situacions socials desafiantes	US03
Usuari neurotípic	Tenir una interfície d'usuari intuïtiva i fàcil de navegació	Poder utilitzar l'aplicació de manera eficient sense confusió	- La interfície d'usuari és neta i ben organitzada - Els elements de navegació són clars i fàcils de trobar - Les accions principals són fàcilment accessibles	US04
Usuari amb poc coneixement tecnològic	Tenir una interfície d'usuari simple i guiada per a la creació d'històries socials	Poder crear històries socials sense sentir-me aclaparat per les opcions i funcionalitats	- L'aplicació proporciona una interfície d'usuari simple i intuïtiva per a la creació d'històries socials - L'usuari pot crear històries socials sense necessitat d'un coneixement tècnic extens	US05
Usuari neurotípic	No guardar les dades que he introduït	Protegir la meua privacitat.	- L'aplicació garanteix la seguretat de les dades de l'usuari i de les històries socials	US06
Usuari neurotípic	Poder accedir a l'aplicació web amb diferents dispositius	Millorar l'experiència d'usuari.	- L'aplicació web ha de ser responsive i adaptar-se a diferents mides de pantalla i dispositiu.	US07

5.2. Disseny

En aquest capítol, es presenta el disseny de les dues aplicacions web desenvolupades. L'objectiu principal del disseny és crear interfícies d'usuari intuïtives, accessibles i fàcils d'utilitzar, tenint en compte les necessitats específiques dels usuaris amb dificultats cognitives o de comunicació social.

5.2.1. Arquitectura

L'arquitectura de les aplicacions web desenvolupades en aquest projecte es basa en el paradigma **client-servidor**, emprant el framework progressiu Vue.js al frontend per crear una interfície d'usuari interactiva i reactiva. Al backend, s'utilitza el llenguatge de programació Python juntament amb el framework FastAPI, el qual ofereix un alt rendiment i una manera eficient de construir APIs robustes i escalables. En aquest projecte, no es recopila ni s'emmagatzema cap dada personal dels usuaris en els nostres servidors, garantint així la seva privacitat i seguretat. La informació recopilada s'envia directament a ChatGPT per al seu processament i està subjecta a les polítiques de privacitat d'OpenAI. Això elimina la necessitat d'utilitzar una base de dades, simplificant l'arquitectura i reduint la complexitat del sistema.

Una de les característiques destacades d'aquest projecte és la integració amb l'API de ChatGPT, un model de llenguatge avançat desenvolupat per OpenAI. Aquesta integració permet generar contingut simplificat i històries socials de manera automàtica, adaptant-se a les necessitats específiques de les persones amb dificultats cognitives o de comunicació social. Gràcies a l'ús de tècniques de processament de llenguatge natural i aprenentatge automàtic, l'API de ChatGPT és capaç de comprendre el context i generar respostes coherents i entenedores. El nostre web actua simplement com un intermediari segur, facilitant la comunicació entre els usuaris i ChatGPT sense emmagatzemar localment cap informació personal.

L'enfocament adoptat en aquest projecte, basat en la separació de responsabilitats entre el client i el servidor, ofereix diversos avantatges. D'una banda, permet un desenvolupament més modular i mantenible, ja que cada component s'encarrega de tasques específiques. D'altra banda, facilita la creació d'aplicacions web accessibles i fàcils d'utilitzar per al públic objectiu, ja que es poden adaptar les interfícies i les interaccions segons les seves necessitats particulars.

5.2.1.1. Frontend

Per al desenvolupament del frontend, s'ha escollit Vue.js, un framework de JavaScript progressiu que permet crear interfícies d'usuari reactives i modulars. Vue.js destaca per la seva corba d'aprenentatge suau, el seu rendiment i la seva capacitat per crear components reutilitzables.

L'estructura bàsica dels fitxers en un projecte de Vue.js és la següent:

- **src/main.js:** El punt d'entrada de l'aplicació, on es crea la instància de Vue i es munta l'aplicació.
- **src/App.vue:** El component arrel de l'aplicació, que conté l'estructura bàsica de la interfície d'usuari.
- **src/components/:** Aquest directori conté els components reutilitzables de Vue, com ara formularis, botons o targetes.
- **src/views/:** Aquí es troben les pàgines o vistes principals de l'aplicació, com ara la pàgina d'inici o la pàgina de resultats.
- **src/router/:** Aquest directori conté la configuració del router de Vue, que permet la navegació entre les diferents vistes de l'aplicació.

5.2.1.2. Backend

El backend de les aplicacions web està desenvolupat utilitzant el llenguatge de programació Python juntament amb el framework FastAPI. FastAPI és un framework modern i d'alt rendiment que facilita la creació d'APIs robustes i eficients.

Les principals responsabilitats del backend són les següents:

1. Gestió de sol·licituds HTTP:
 - El backend s'encarrega de rebre i processar les sol·licituds HTTP enviades pel frontend, com ara sol·licituds GET, POST, entre d'altres.
 - Analitza les dades rebudes, les valida i realitza les accions corresponents en funció del tipus de sol·licitud.
2. Integració amb l'API de ChatGPT:
 - El backend fa ús de l'API de ChatGPT per generar textos simplificats o històries socials.
 - Envia sol·licituds a l'API de ChatGPT amb les dades necessàries i rep les respostes generades.
 - Processa les respostes rebudes i les adapta segons els requisits de l'aplicació abans d'enviar-les al frontend.

La combinació de Python i FastAPI al backend proporciona un entorn de desenvolupament àgil i eficient. FastAPI ofereix una documentació automàtica de l'API, validació de dades integrada i un excel·lent compliment, la qual cosa facilita la creació d'un backend robust i escalable.

5.2.1.3. API de ChatGPT

La integració amb l'API de ChatGPT es du a terme a través del backend. S'utilitzen els endpoints específics proporcionats per l'API per generar textos simplificats i històries socials. El backend envia sol·licituds a l'API de ChatGPT, incloent-hi les dades necessàries, com ara el text original a simplificar o les dades del formulari per generar una història social. Un cop rebuda la resposta de l'API, el backend processa les dades i les envia al frontend en format JSON.

5.2.1.4. Flux de dades

Per il·lustrar el flux de dades en les aplicacions web, considerem l'exemple de l'enviament d'un text per simplificar (**Figura 6**):

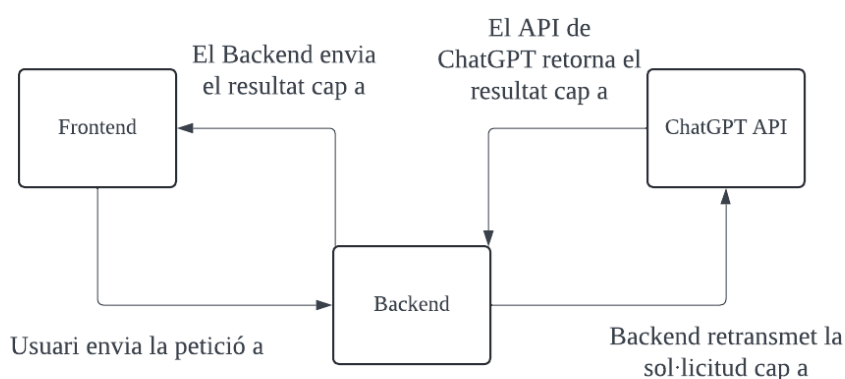


Figura 6. Diagrama de flux de dades. Font: Elaboració pròpia

En el diagrama de flux de dades podem veure que l'usuari interactua amb la interfície d'usuari proporcionada pel frontend. Quan l'usuari realitza una acció o envia una consulta, el frontend envia una sol·licitud al backend. El backend rep la sol·licitud del frontend i processa les dades necessàries. A continuació, el backend es comunica amb l'API de ChatGPT enviant-li la consulta de l'usuari.

L'API de ChatGPT rep la consulta del backend, la processa utilitzant els seus models de llenguatge natural i genera una resposta adequada. Un cop generada la resposta, l'API de ChatGPT l'envia de tornada al backend. El backend rep la resposta de l'API de ChatGPT i realitza qualsevol processament addicional necessari, si cal. Després, el backend envia la resposta final al frontend. Finalment, el frontend rep la resposta del backend i la presenta a l'usuari a través de la interfície d'usuari. L'usuari pot llavors veure la resposta generada per ChatGPT i continuar interactuant amb l'aplicació.

5.2.2. Prototips d'interfícies d'usuari

En aquest apartat es mostren els mockups o prototips de les interfícies d'usuari per a cada aplicació web:

- Pàgina principal (**Figura 7**):

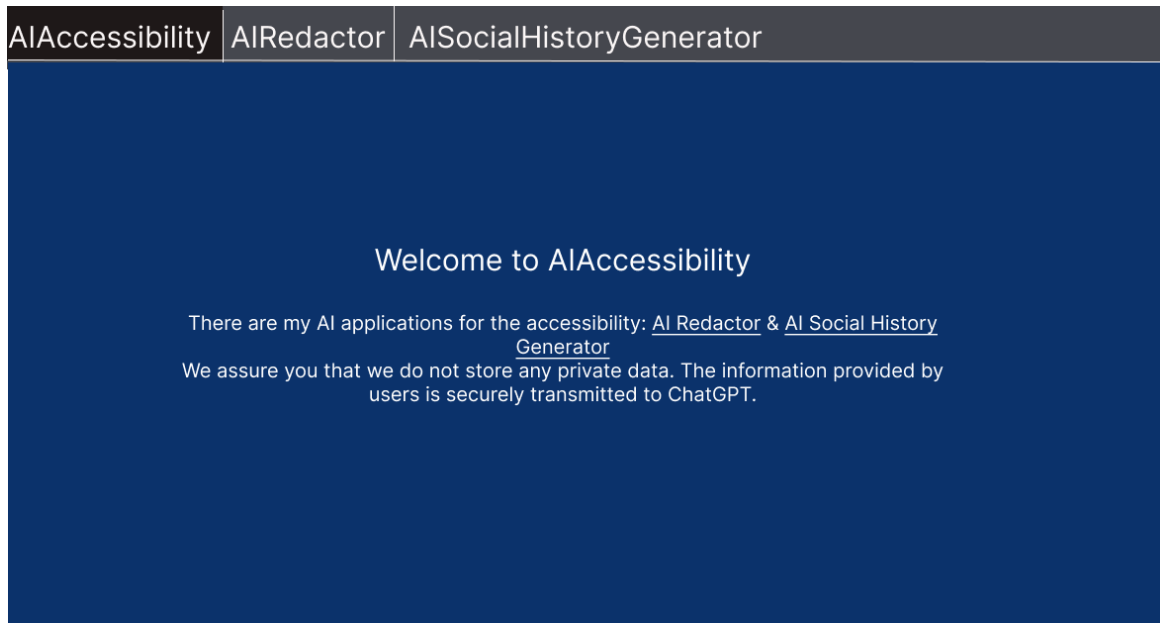


Figura 7. Pàgina Principal. Font: Elaboració pròpia

- Aplicació de simplificació de textos (**Figura 8**):

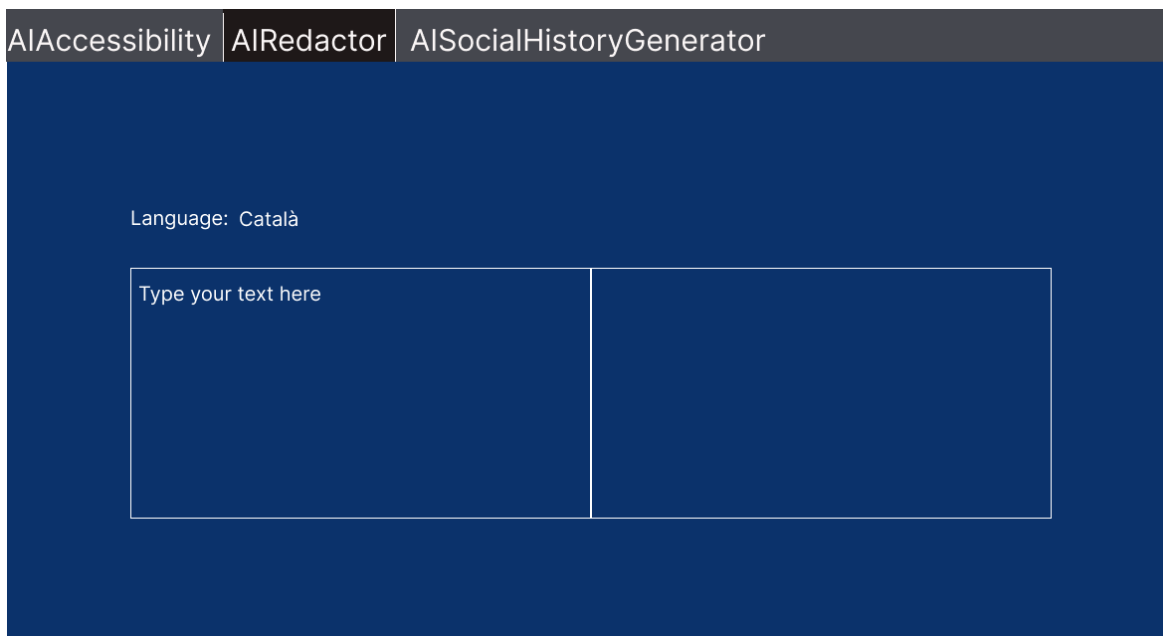
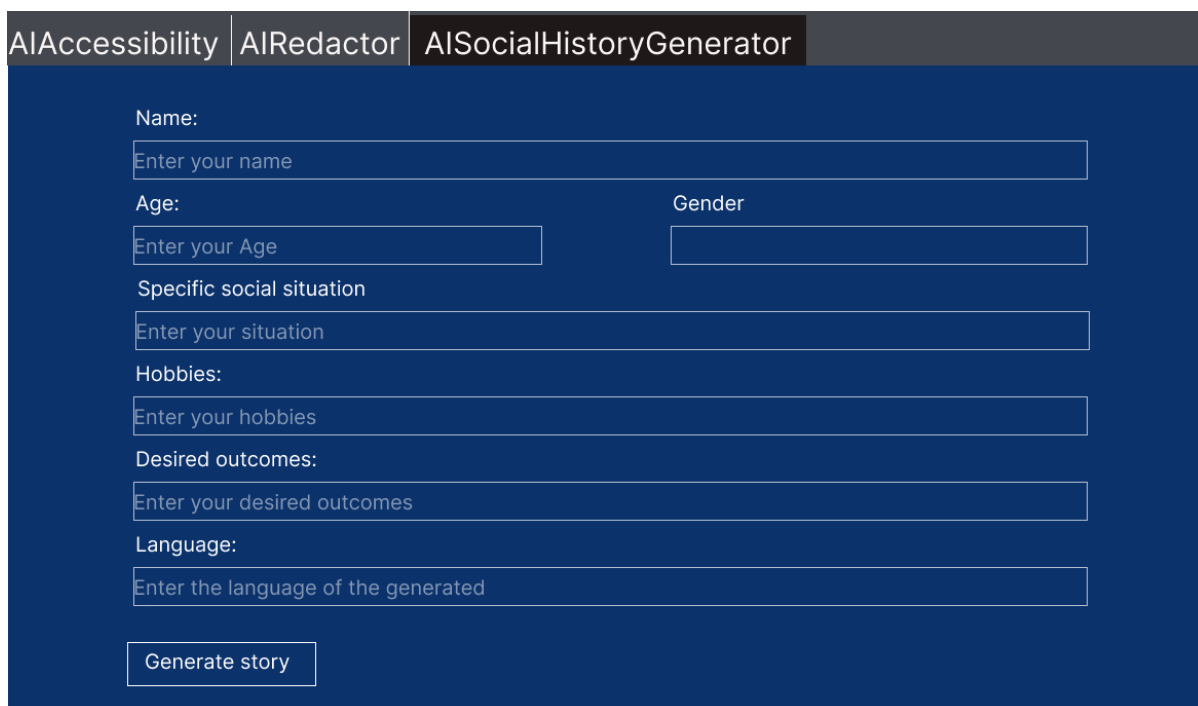


Figura 8. Pàgina de AI Redactor. Font: Elaboració pròpia

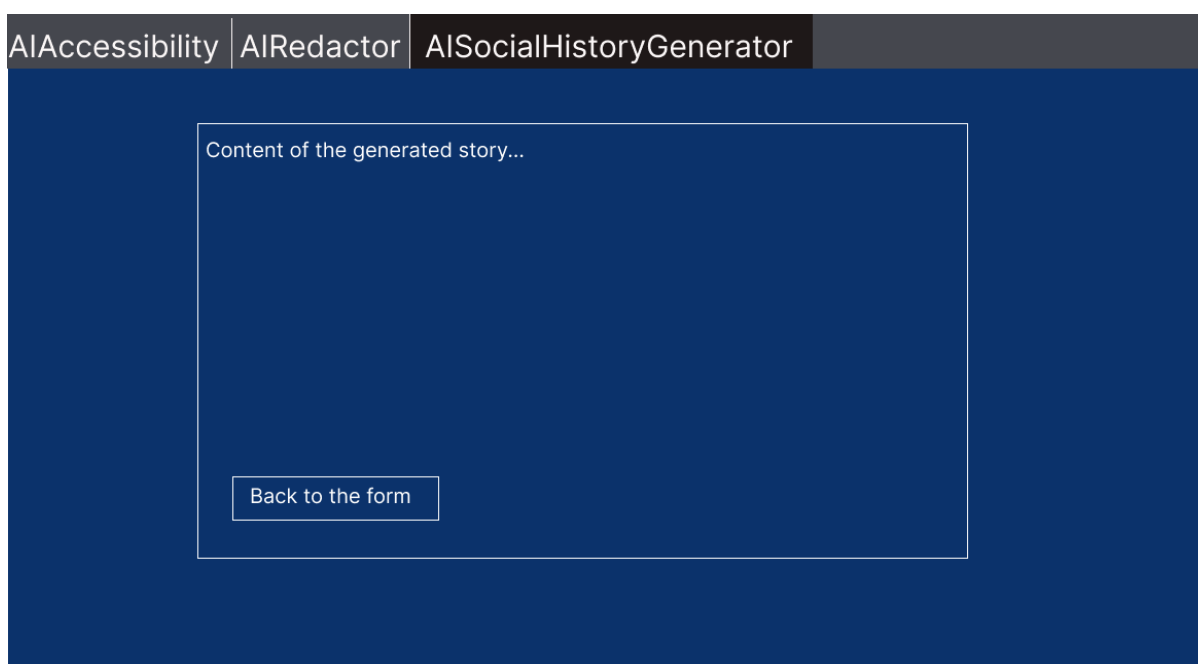
- Aplicació de generació d'històries socials (formulari d'entrada) (**Figura 9**):



The screenshot shows a web application interface with a dark blue background. At the top, there is a navigation bar with three tabs: 'AIAccessibility', 'AIRedactor', and 'AISocialHistoryGenerator', with the third tab being the active one. Below the navigation bar, the form is titled 'Name:' and has a text input field with the placeholder 'Enter your name'. Below this, there are two input fields: 'Age:' with the placeholder 'Enter your Age' and 'Gender' with an empty dropdown menu. Below these, there is a section titled 'Specific social situation' with a text input field 'Enter your situation'. This is followed by 'Hobbies:' with a text input field 'Enter your hobbies'. Then, 'Desired outcomes:' with a text input field 'Enter your desired outcomes'. Finally, 'Language:' with a text input field 'Enter the language of the generated'. At the bottom left of the form area, there is a button labeled 'Generate story'.

Figura 9. Pàgina de generació de històries socials (Input). Font: Elaboració pròpia

- Aplicació de generació d'històries socials (sortida de contingut) (**Figura 10**):



The screenshot shows the output page of the web application. It has the same dark blue background and navigation bar as Figure 9. The main content area is a large, empty rectangular box with a thin white border. Inside the top-left corner of this box, the text 'Content of the generated story...' is displayed. At the bottom-left corner of the box, there is a button labeled 'Back to the form'.

Figura 10. Pàgina de generació de històries socials (Output). Font: Elaboració pròpia

5.3. Implementació

La implementació és una fase crucial en el desenvolupament del projecte, ja que és on es materialitzen els conceptes i dissenys establerts en les etapes anteriors. En aquest capítol, es detallarà el procés d'implementació de les dues aplicacions web proposades. El link de les aplicacions webs és: <https://tfg-frontend-zeta.vercel.app>

5.3.1. Integració amb ChatGPT

Per dur a terme aquesta integració, s'ha utilitzat l'API oficial de ChatGPT proporcionada per OpenAI. L'API de ChatGPT permet enviar sol·licituds HTTP amb els paràmetres i rebre com a resposta el resultat generat pel ChatGPT. Per comunicar-se amb aquesta API des de l'aplicació web, s'ha fet servir la llibreria **Axios**, que és una biblioteca **JavaScript** popular que proporciona una interfície senzilla i intuïtiva per fer sol·licituds HTTP des del navegador o Node.js i gestionar les respostes de l'API.

El procés d'integració ha consistit en els següents passos:

- **Registre i obtenció de les credencials d'API:** S'ha creat un compte a la plataforma d'OpenAI i s'han obtingut les credencials necessàries, com la clau d'API, per autenticar-se i fer sol·licituds a l'API de ChatGPT (**Figura 1**).
- **Instal·lació de la llibreria openai en Python:** S'ha instal·lat la llibreria openai en Python per enviar sol·licituds cap a l'API de ChatGPT.
- **Enviament de sol·licituds a l'API:** Quan un usuari clica el botó “enviar” s'envia una sol·licitud POST al backend utilitzant Axios i el backend es remet una altra sol·licitud cap a l'API de ChatGPT.
- **Processament de la resposta de l'API:** Un cop rebuda la resposta de l'API es processa i es mostra a l'usuari a la interfície web.

A més d'Axios, s'han utilitzat altres llibreries i eines per facilitar la integració i el desenvolupament de l'aplicació web. Per exemple, s'ha fet servir la llibreria Dotenv per gestionar les variables d'entorn, com la clau d'API, de manera segura i separada del codi font.

NAME	SECRET KEY	TRACKING ☹	CREATED	LAST USED ☹	PERMISSIONS	
testAPI	sk-...Fg0V	Enabled	2024年1月3日	2024年1月4日	All	 
+ Create new secret key						

Figura 11. Creació de la clau d'API. Font: Elaboració pròpia

5.3.2. Implementació d'aplicació web de simplificació de textos

5.3.2.1. Prompt de simplificació de textos

Per crear un prompt eficient, hem de tenir en compte que a l'API de ChatGPT hi ha dos rols: "**System**" i "**User**". El rol "**System**" defineix el comportament de ChatGPT davant de les preguntes d'un client. Per exemple, ChatGPT pot respondre com un especialista en un àmbit concret amb detalls concrets, o pot respondre de manera més general. D'altra banda, el rol "**User**" defineix el comportament del client que interactua amb ChatGPT. Per exemple, el client pot preguntar la definició del concepte d'accessibilitat (César da Rocha, 2023).

Coneixent aquests dos rols, podem definir-los de la següent manera:

- **Rol System:** "Ets un assistent útil dissenyat per simplificar textos complexos. El teu objectiu és convertir el text d'entrada en un nou text amb paraules i estructures més senzilles on cada frase és curta, mantenint el significat original. Això ajudarà les persones amb dificultats cognitives a entendre millor el contingut. Proporciona únicament el text simplificat sense afegir cap introducció, comentari o paraules addicionals."
- **Rol User:** "Necessito ajuda per simplificar el següent text: [text per simplificar]. Podries convertir-lo en un text més senzill i fàcil d'entendre? Utilitza paraules comunes i frases curtes. El text que has generat ha de ser en [idioma que vol el client]."

El paràmetre [text per simplificar] és el text que proporciona el client, i el paràmetre [idioma que vol el client] és l'idioma d'output que generarà ChatGPT.

5.3.2.2. Connexió de frontend i backend

Per connectar el frontend i el backend per desenvolupar la funcionalitat de simplificació de textos, he implementat una funció asíncrona en JavaScript que fa servir la llibreria Axios per fer sol·licituds cap al backend.

A continuació, es presenta el codi en Javascript:

```
const sendTextProduction = async () => {  
  try {  
    isMessageSended.value = true;  
    result.value = null;  
    const response = await axios.post('https://tfg-backend-  
2gsw.onrender.com/simplify-text', {  
      prompt: userInput.value,
```

```

        language: language.value
    });
    result.value = response.data;
    isMessageSended.value = false;
} catch (error) {
    console.error('Error:', error);
}
};

```

Tal com podeu veure, després que el client clica el botó, s'envia una sol·licitud asíncrona, és a dir, no bloqueja l'execució del codi mentre està duent a terme una tasca. El frontend envia una sol·licitud POST cap al backend amb els paràmetres corresponents i guarda el resultat de la sol·licitud a la variable **result** per poder mostrar-lo al web.

5.3.2.3. Connexió de backend i API de ChatGPT

Per desenvolupar la funcionalitat de simplificació de textos, he fet servir Python amb el framework FastAPI que implementa una funció asíncrona per enviar una sol·licitud POST des del backend cap a l'API de ChatGPT.

A continuació, es presenta el codi en Python:

```

@app.post("/simplify-text")
async def simplify_text(request: PromptRequest):
    openai.api_key = os.getenv("API_KEY")
    response = openai.chat.completions.create(
        model="gpt-3.5-turbo",
        messages = [
            {
                "role": "system",
                "content": "Ets un assistent útil dissenyat per simplificar textos complexos. El teu objectiu és convertir el text d'entrada en un nou text amb paraules i estructures més senzilles on cada frase és curta, mantenint el significat original. Això ajudarà les persones amb dificultats cognitives a entendre millor el contingut. Proporciona únicament el text simplificat sense afegir cap introducció, comentari o paraules addicionals."
            },
            {
                "role": "user",
                "content": "Necessito ajuda per simplificar el següent text: \n" +
request.prompt + "\n\n Podries convertir-lo en un text més senzill i fàcil

```

```
d'entendre? Utilitza paraules comunes i frases curtes. El text que has generat ha
de ser en " + request.language + "."
    }
    ],
    n=1,
    stop=None,
    temperature=0.3,
)
# Extract the simplified text from the API response
simplified_text = response.choices[0].message.content
return simplified_text
```

En el codi de Python, el primer que fem és obtenir el variable d'entorn que seria la clau d'API. Després, amb la funció `openai.chat.completions.create()` es crear una sol·licitud amb els paràmetres:

- **model:** Aquest paràmetre representa el model de chatGPT que volem fer servir. En el meu cas he fet servir el gpt-3.5 turbo.
- **messages:** Aquest paràmetre representa els missatges que el client vol enviar cap a API de ChatGPT.
- **n:** Aquest paràmetre representa el nombre de respostes que generarà el chatGPT.
- **stop:** Aquest paràmetre s'utilitza per especificar una seqüència de tokens (paraules o caràcters) que, quan es troben en la sortida generada, fan que el model deixi de generar més text. Pot ser una cadena o una llista de cadenes. Si s'estableix com a None (com al codi proporcionat), el model continuarà generant text fins que arribi a la longitud màxima permesa.
- **temperature:** Aquest paràmetre controla la "creativitat" o l'aleatorietat de les respostes generades pel model i pren un valor entre 0 i 1. Un valor més alt de temperature (per exemple, 1.0) farà que les respostes siguin més aleatòries i diverses, mentre que un valor més baix (per exemple, 0) farà que les respostes siguin més deterministes i previsibles. Al codi proporcionat, s'estableix en 0.3, la qual cosa indica un nivell d'aleatorietat relativament baix.

5.3.3. Implementació d'aplicació web de generació d'històries socials

5.3.3.1. Prompt de generació d'històries socials

Per crear el prompt de generació d'històries socials hem de fer el mateix que la funcionalitat de simplificació de textos i hem de definir per separat els rols "System" i "User":

- **Rol System:** "Ets un assistent d'IA que especialitza a crear històries socials personalitzades per ajudar persones amb autisme o dificultats en la comunicació social a navegar diferents situacions socials. El teu rol és proporcionar orientació clara, pas a pas, consells i reforç positiu per ajudar l'usuari a guanyar confiança i habilitats en les interaccions socials. En

generar una història social, considera la situació específica, les necessitats de la persona, els reptes potencials que poden enfrontar i la seva informació personal. Utilitza un to de suport i ànim al llarg de la història."

- **Rol User:** "Ara et demano que generis una història social per ajudar-me a navegar per la següent situació: [situació]. A continuació, t'adjunto algunes dades sobre mi per ajudar-te a crear una història més personalitzada:

- Nom: [nom]
- Edat: [edat]
- Gènere: [gènere]
- Interessos i aficions: [interessos i aficions]
- Reptes específics relacionats amb la situació: [reptes específics]
- Resultat desitjat: [resultat desitjat]

Si us plau, inclou passos i consells per guiar-me en aquest procés i ajudar-me a sentir-me més segur en aquesta situació social. Adapta la història a la meua edat, interessos i reptes específics per fer-la més rellevant i útil per a mi. Vull que generis la història utilitzant el següent idioma: [idioma]."

Els paràmetres són:

- [situació]: La situació que enfronta l'usuari.
- [nom]: El nom de l'usuari.
- [edat]: Edat de l'usuari.
- [gènere]: Sexe de l'usuari.
- [interessos i aficions]: Els interessos de l'usuari.
- [reptes específics]: El repte que troba l'usuari en aquesta situació.
- [resultat desitjat]: L'objectiu que l'usuari vol aconseguir.
- [idioma]: L'idioma que l'usuari vol per generar la història social.

5.3.3.2. Connexió de frontend i backend

Per desenvolupar la funcionalitat de generació d'històries socials, també he implementat una funció asíncrona en JavaScript que utilitza la llibreria Axios per fer sol·licituds cap al backend.

A continuació, es mostra el codi en JavaScript:

```
const generateStoryProduction = async () => {
  try {
    isMessageSended.value = true;
    const response = await axios.post('https://tfg-backend-2gsw.onrender.com/generate-story', {
      name: name.value,
      age: age.value,
```

```

        gender: gender.value,
        situation: situation.value,
        hobbies: hobbies.value,
        challenges: challenges.value,
        outcomes: outcomes.value,
        language: language.value
    });
    result.value = response.data;
} catch (error) {
    console.error('Error:', error);
}
};

```

Aquest codi és molt semblant al codi de la funcionalitat de simplificació de textos. La diferència radica únicament en els paràmetres. Aquesta funció envia tots els paràmetres que s'han mencionat prèviament, perquè el ChatGPT generi una història social més específica i adequada per a un usuari en concret.

5.3.3.3. Connexió de backend i API de ChatGPT

Per desenvolupar la funcionalitat de generació d'històries socials, el codi del backend és pràcticament igual que el de la funcionalitat de simplificació de textos. A continuació, es mostra el codi en Python:

```

@app.post("/generate-story")
async def generate_story(request: PromptGenerateStory):
    openai.api_key = os.getenv("API_KEY")
    response = openai.chat.completions.create(
        model="gpt-3.5-turbo",
        messages = [
            {
                "role": "system",
                "content": "You are an AI assistant that specializes in creating personalized social stories to help individuals with autism or social communication challenges navigate various social situations. Your role is to provide clear, step-by-step guidance, tips, and positive reinforcement to help the user build confidence and skills in social interactions. When generating a social story, consider the specific situation, the individual's needs, potential challenges they may face, and their personal information. Use a supportive and encouraging tone throughout the story."
            },
            {
                "role": "user",

```

```

        "content": "Please generate a social story to help me navigate the
following situation: " + request.situation + "." +
        "\nHere is some information about me to help you create a more
personalized story:" +
        "\nName: " + request.name +
        "\nAge: " + str(request.age) +
        "\nGender: " + request.gender +
        "\nInterests and hobbies: " + request.hobbies +
        "Specific challenges related to the situation: " +
request.challenges +
        "\nDesired outcome: " + request.outcomes +
        "\nPlease include steps, and tips to guide me through the process
and help me feel more confident in this social situation. Tailor the story to my
age, interests, and specific challenges to make it more relatable and helpful for
me. I want you generate the story using the language: " + request.language + "."
    }
],
    n=1,
    stop=None,
    temperature=0.7,
)
story = response.choices[0].message.content
return story

```

La diferència que hi ha entre les dues funcionalitats són:

- El prompt és diferent
- El paràmetre **temperature** és 0.7 en aquest cas perquè vull que la història social generada sigui més creativa i diversa. Més informació sobre temperature està explicada en l'apartat 5.3.2.3. Connexió de backend i API de ChatGPT.

5.3.4. Interfícies d'usuari

En aquest apartat es mostren les interfícies d'usuari desenvolupades en versió de PC o portàtil per a cada aplicació web. Les figures de interfícies d'usuari amb altres dispositius es troba a l'Annex, concretament a l'apartat 8.3.

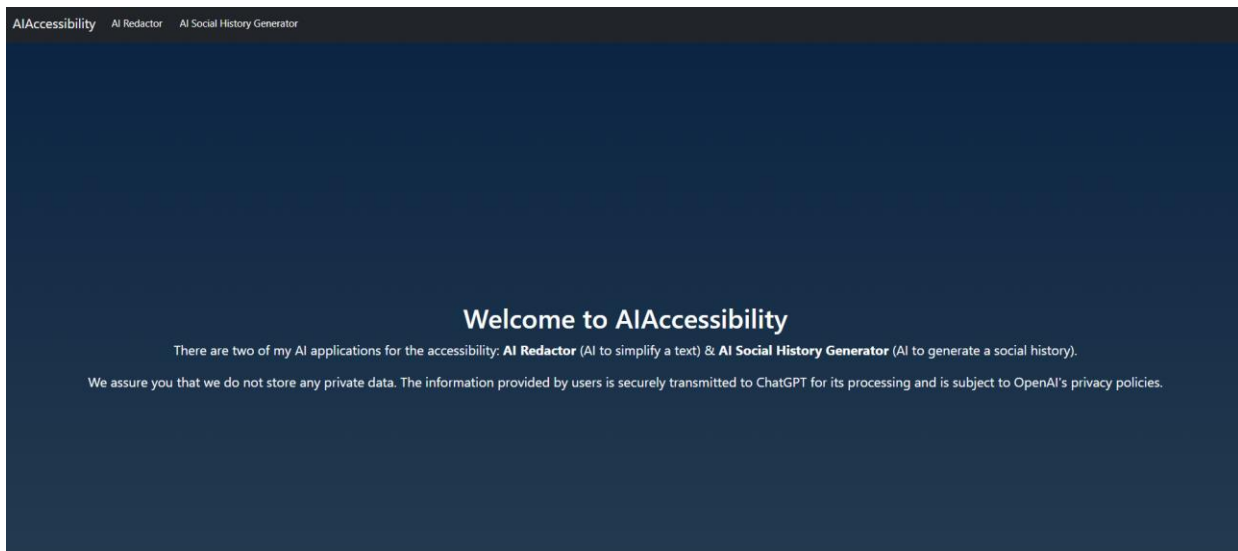


Figura 12. Pàgina Principal Desenvolupada. Font: Elaboració pròpia.

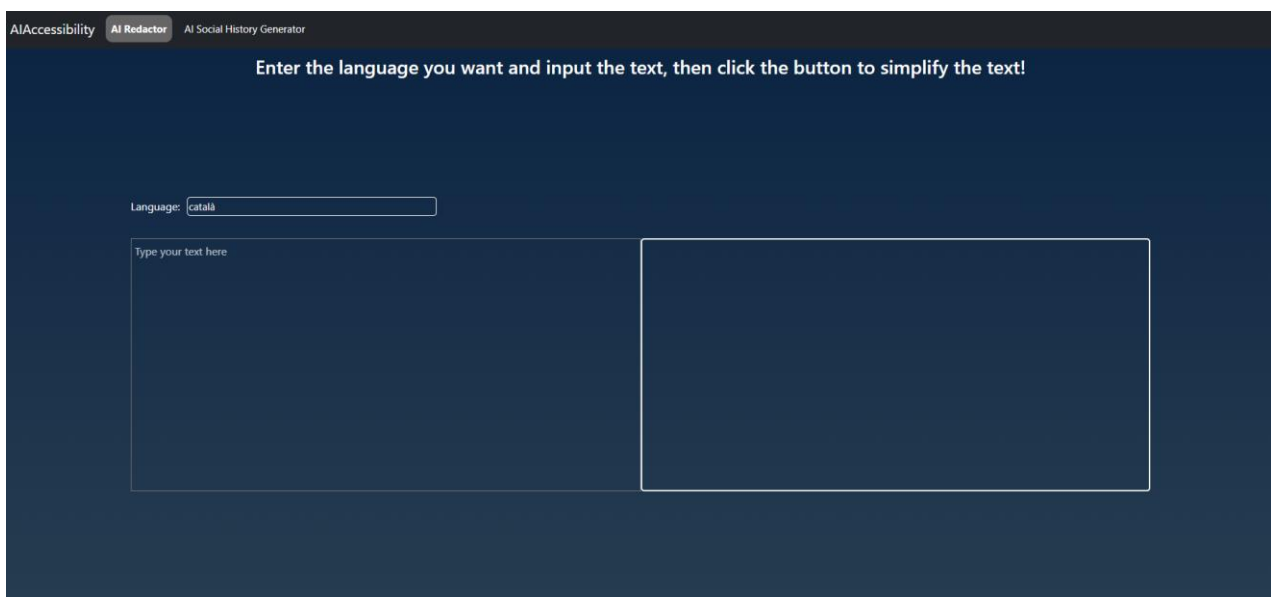


Figura 13. Pàgina AI Redactor Desenvolupada. Font: Elaboració pròpia

AIAccessibility AI Redactor AI Social History Generator

Fill the form to generate a social story!

Name
 Enter your name
 Tip: You can use a nickname if you prefer.

Age
 Enter your age

Gender
 [Dropdown menu]

Specific social situation
 Enter a specific social situation
 Tip: You can enter something like "Meeting a new friend" or "Attending a birthday party".

Interests and hobbies
 Enter your interests and hobbies
 Tip: You can enter something like "Drawing, reading comic books, playing video games".

Specific challenges related to the situation
 Enter the specific challenges related to the situation
 Tip: You can enter something like "Feeling anxious in large social gatherings".

Desired outcomes
 Enter your desired outcomes
 Tip: You can enter something like "To enjoy the party and interact with some classmates".

Language
 Enter the language of the generated story
 For example: English, Español, Français, Català, etc.

[Generate story](#)

Figura 14. Pàgina AISocialHistoryGenerator Input Desenvolupada. Font: Elaboració pròpia

AIAccessibility AI Redactor AI Scene Generator

Social Story: Emily's Adventure at a Classmate's Birthday Party

Once upon a time, there was a creative and kind-hearted girl named Emily, who was invited to her classmate's birthday party. Emily, who loves drawing, reading comic books, and playing video games, felt a mix of excitement and nervousness about attending the party. She knew that being around lots of people could sometimes make her feel anxious, but she was determined to have a great time and show her classmate how much she cared.

Step 1: Prepare for the Party
 Before the party, Emily picked out a thoughtful gift for her classmate, something she knew her friend would love based on their shared interests. She also made sure to wear something comfortable and stylish, so she could feel confident and ready to socialize.

Tip: Remember, it's okay to feel a little nervous before the party. Take some deep breaths and remind yourself that you are a fantastic person with lots of great things to share with others.

Step 2: Arriving at the Party
 As Emily arrived at the party, she saw her classmates and the birthday girl, who greeted her with a big smile. Emily felt a wave of happiness and knew that she was in a safe and welcoming space.

Tip: Look for familiar faces or people with similar interests to strike up a conversation. You can start by complimenting someone's outfit or asking them about their favorite comic book or video game.

Step 3: Engaging with Others
 During the party, Emily found a group of classmates who were talking about their favorite video games. She listened attentively and then shared her own thoughts and experiences. To her surprise, the other kids were interested in what she had to say, and she felt more at ease chatting with them.

Tip: Remember, people enjoy talking about things they love. Sharing your interests and listening to others can help you connect with new friends and feel more comfortable in social settings.

Step 4: Celebrating with the Birthday Girl
 When it was time to celebrate the birthday girl, Emily joined in singing "Happy Birthday" and watched as her friend blew out the candles on the cake. She handed her gift to the birthday girl, who was thrilled and grateful for the thoughtful present.

Tip: Giving a thoughtful gift shows that you care about others and can make them feel special. Your kindness and generosity will always be appreciated by those around you.

At the end of the party, Emily felt proud of herself for stepping out of her comfort zone, engaging with her classmates, and making her classmate's birthday celebration even more special. She realized that with a little courage and a lot of heart, she could navigate social situations with confidence and joy.

Remember, Emily, you are a unique and wonderful person with so much to offer the world. Keep being yourself, share your passions with others, and don't be afraid to shine brightly wherever you go. You've got this!

[Back to the form](#)

Figura 15. Pàgina AISocialHistoryGenerator Output Desenvolupada. Font: Elaboració pròpia

5.4. Proves i resultats

En aquest capítol us presentaré les proves i les validacions que he realitzat a les dues aplicacions webs.

5.4.1. Proves d'accessibilitat

Les proves d'accessibilitat són un aspecte crucial en el desenvolupament de les nostres aplicacions web, ja que el seu objectiu principal és millorar l'accessibilitat per a les persones amb diferents capacitats i necessitats. En aquest apartat avaluaré les meves aplicacions webs si compleixen amb les directrius WCAG 2.2. (Web Content Accessibility Guidelines). En cada directriu la puntuem entre 0 i 1 punt i un cop acabada l'avaluació, haurem de sumar els punts i si arribem al 75% o més de compliment podrem afirmar que hi ha problemes d'accessibilitat però no molt-molt greus. Qualsevol puntuació per sota del 75% serà inacceptable (Mireia, 2024). Per tal de realitzar aquestes proves ens hem de instal·lar aquestes eines:

- **Colour Contrast Analyser**: una eina d'escriptori per MAC o Windows
- **Read Aloud**: Extensió de Chrome
- **Headings Map**: Extensió de Chrome
- **ATBar Lite**: Instal·lar com marcador
- **Alt-text-tester**: Extensió de Chrome
- **NOCoffee**: Extensió de Firefox
- **Web developer**: Extensió de Chrome
- **Wave Evaluation Tool**: Extensió de Chrome
- **Digital A11y tubelets**: Extensió de Chrome

5.4.1.1. Evaluació

- **Les pàgines tenen un títol informatiu (WCAG 2.4.2 Títols de pàgina A)**
 - Motivació: El títol facilita la identificació de la ubicació actual o d'un marcador guardat o compartit en xarxa.
 - Comprovació: Verifica-ho visualment.
 - Puntuació: 1 punt.
- **Les pàgines ofereixen menús de navegació i una funció de cerca (WCAG 2.4.5 Vies múltiples AA)**
 - Motivació: Permetre accedir a un contingut de diverses maneres facilita el treball a persones amb preferències i estils d'interacció diversos.
 - Comprovació: Verifica-ho manualment. Verifica si hi ha diverses maneres d'arribar a un contingut en particular.
 - Puntuació: 1 punt.

5.4.1.2. Ordre

- **El contingut ha d'estar estructurat en seccions amb encapçalaments clars i amb una jerarquia correcta (WCAG 1.3.1 Informació i relacions A, WCAG 1.4.10 Reflux AA)**
 - Motivació: Encara que canviem la mida de la pantalla, la relació entre els elements i el seu ordre segueix sent coherent.
 - Comprovació: En primer lloc, canvia la mida del navegador i mira si el contingut segueix tenint un ordre lògic. En segon lloc, des de "Wave" desactiva els estils i mira si no hi ha informació duplicada, que l'ordre és coherent (**Figura 16**) .
 - Puntuació: 1 punt.

- **La seqüència visual i interna ha de coincidir (WCAG 1.3.2 Ordre significatiu A; WCAG 2.4.3 Ordre del focus A)**
 - Motivació: Els lectors de pantalla llegeixen el contingut segons la seqüència interna, que hauria de ser coherent amb la seqüència visual.
 - Comprovació: Verifica-ho amb "Wave". Tria la pestanya "Order". Aquesta eina et mostrarà unes etiquetes amb l'ordre intern del contingut, que podré comparar amb l'ordre visual.
 - Puntuació: 1 punt.

- **Mòbil en vertical i també en horitzontal (WCAG 1.3.4 Orientació AA)**
 - Motivació: A alguns usuaris no els és fàcil moure el mòbil, per tant les pàgines han de funcionar en totes les orientacions; en horitzontal també és més fàcil ampliar la lletra.
 - Comprovació: Verifica-ho manualment amb el mòbil. Un cop tinguis la pàgina web al mòbil, gira el mòbil i comprova que es continua visualitzant correctament.
 - Puntuació: 1 punt.

- **Navegable (WCAG 2.4.6 Encapçalaments i etiquetes descriptives AA)**
 - Motivació: La navegació per encapçalaments és més ràpida i permet anar a la secció d'interès ràpidament.
 - Comprovació: Verifica-ho amb l'extensió Wave (Structure). Et permetrà veure la jerarquia d'encapçalaments i podràs determinar si és correcta.
 - Puntuació: 1 punt.

- **Navegable 2 (WCAG 3.2.4 Identificació coherent AA)**

Motivació: Per als trastorns cognitius i també per als usuaris sense molta experiència a la web, la coherència de disseny dona seguretat i redueix la càrrega cognitiva.

 - Comprovació: Verifica visualment que els menús i la navegació són coherents, que els mateixos elements es mostren en ordre i presentació coherents...
 - Puntuació: 1 punt.

5.4.1.3. Texto

- **Les instruccions no es basen en la forma, color o posició (WCAG 1.3.3 Característiques sensorials A)**
 - Motivació: Alguns usuaris no "veuen" les formes, colors o la disposició espacial. Per exemple, "a dalt" o "a la dreta" deixen de tenir sentit quan l'accés a la informació no és visual.
 - Comprovació: Verifica-ho visualment, llegint el contingut de la pàgina.
 - Puntuació: 1 punt.

- **El text i el color de fons han de diferenciar-se clarament en lluminositat (WCAG 1.4.3 Contrast (mínim) AA)**
 - Motivació: Les persones grans i diversos perfils amb baixa visió no perceben els colors si no tenen prou contrast.
 - Comprovació: Verifica-ho amb "Colour Contrast Analyser". Pren una mostra del color del text (foreground colour); pren una mostra del color de fons (background colour); verifica que la secció 1.4.3 contrast (mínim) (AA) estigui en verd a la part de Pass (regular text). Aquest requeriment aplica tant al contingut HTML com als documents que pugui haver al web. (*Figura 17*)
 - Puntuació: 1 punt.

- **Encara que el text es faci fins a 2 vegades més gran que la mida original (WCAG 1.4.4 Ajustar la mida del text AA), el contingut continua sent utilitzable.**
 - Motivació: Diversos perfils amb baixa visió amplien el text fins a un 200% de la mida original.
 - Comprovació: Verifica-ho manualment al teu navegador, incrementant la mida de la lletra amb la rodeta del ratolí o amb algun altre mecanisme.
 - Puntuació: 1 punt.

- **És millor utilitzar text que imatges de text (WCAG 1.4.5 Imatges de text AA)**
 - Motivació: El text és més versàtil que la imatge, es pot llegir, ampliar, canviar de color i de tipografia... Ara bé, en el cas de logotips o noms de marques es permet utilitzar imatge.
 - Comprovació: Verifica-ho manualment, seleccionant el text que vols inspeccionar: si és text podràs seleccionar-lo lletra per lletra, si és imatge no podràs.
 - Puntuació: 1 punt.

- **El contingut ha de permetre interlínies més grans (WCAG 1.4.12 Espai de text AA)**
 - Motivació: Algunes persones amb trastorns de lectoescriptura prefereixen interlínies superiors a les habituals.

- Comprovació: Verifica-ho amb l'eina ATBar. Selecciona l'opció de text (icona T), "Page Font Settings", i prova "Line Spacing 150%". Verifica que no hi ha pèrdua de contingut ni de funcionalitat (**Figura 18**).
- Puntuació: 1 punt.

5.4.1.4. Color

- **Cap informació es basa únicament en el color (WCAG 1.4.1 Ús del color A)**
 - Motivació: Algunes persones no perceben els colors.
 - Comprovació: Valida-ho visualment llegint el contingut de la pàgina.
 - Puntuació: 1 punt.
- **Gràfics, botons i qualsevol altre element del web ofereix un bon contrast amb els elements dels voltants (WCAG 1.4.11 Contrast no textual AA)**
 - Motivació: Les persones grans i alguns perfils de baixa visió no perceben els colors si aquests no ofereixen prou contrast.
 - Comprovació: Valida-ho amb l'eina "Colour Contrast Analyser". Pren una mostra de color de l'element a inspeccionar (foreground colour); pren una mostra del color de fons (background colour) o de colors propers; Verifica si passa el "Non-text Contrast (AA) for UI components and graphical objects". Aquest requeriment aplica tant al contingut HTML com als documents que pugui haver al lloc web (**Figura 17**).
 - Puntuació: 1 punt.

5.4.1.5. Enllaços

- **La pàgina utilitza textos d'enllaç informatius (WCAG 2.4.4 Finalitat de l'enllaç A)**
 - Motivació: Les persones cegues de vegades naveguen a través de la llista d'enllaços, si el text de l'enllaç és informatiu és molt més fàcil.
 - Comprovació: Verifica-ho visualment. Pots navegar pels enllaços amb la tecla del tabulador i revisar que el text té sentit per si mateix. També pots buscar textos "llegir més" o "clica aquí". Si l'enllaç és una imatge has d'assegurar-te que té text alternatiu.
 - Puntuació: 1 punt.

5.4.1.6. Formularis

- **Els camps del formulari han de portar etiquetes en el codi (WCAG 3.3.2 Etiquetes o instruccions A)**
 - Motivació: També per a la navegació amb ajudes tècniques, la informació introduïda en el codi ajuda a reconèixer els diversos camps i a omplir-los de manera més eficient.

- Comprovació: Valida-ho amb l'eina DigitalA11Y tublets, opció "Forms". Es ressaltaran totes les etiquetes de formularis (**Figura 19**).
 - Puntuació: 1 punt.
- **Suggerència d'errors (WCAG 3.3.3 Suggerència de correcció d'errors AA)**
- Motivació: L'entrada de dades és complexa per a molts perfils d'usuaris; totes les ajudes són ben vingudes i de vegades imprescindibles.
 - Comprovació: Verifica-ho manualment. En un formulari, prova d'introduir dades incorrectes i comprova que apareix un missatge informatiu i respectuós explicant-te el que has de fer per entrar dades vàlides.
 - Puntuació: 0 punt. En la meva aplicació web, els textos i les dades que els usuaris introduiran al formulari són dinàmics, per tant, no poden ser validats de manera automàtica.
- **Prevenició d'errors (WCG 3.3.4 Prevenició d'errors (legals, financers o de dades AA))**
- Motivació: La tecnologia web permet que un formulari només accepti números, o dates, o text... i això facilita la vida als usuaris. A més, es dona l'opció de revisar les dades una vegada entrades.
 - Comprovació: Valida-ho manualment. Prova d'introduir dades incorrectes per verificar si el formulari t'ho permet. Hauria d'impedir-ho o avisar abans de com has d'entrar les dades.
 - Puntuació: 0 punt. La mateixa raó que el punt anterior, ja que en la meva aplicació web els textos i les dades que s'introduiran al formulari són dinàmics, per tant, no poden ser validats de manera automàtica.

5.4.1.7. Interacció

- **Tota la interacció es pot fer amb el teclat (WCAG 2.1.1 Teclat A i WCAG 2.4.7 Focus visible AA)**
- Motivació: Les persones cegues naveguen amb teclat, no utilitzen el ratolí.
 - Comprovació: Verifica-ho manualment. Prova de moure't per la pàgina amb les tecles TAB, ENTER i les fletxes. Prova d'arribar a diferents elements, o per exemple a les parts d'un dibuix interactiu; prova d'accionar els elements interactius amb ENTER un cop els hagis assolit amb teclat. A més, quan et moguis amb el teclat, la posició del punter hauria de ser clarament visible a la pàgina.
 - Puntuació: 1 punt.
- **Mida per clicar (WCAG 2.5.8 Mida de la destinació AA)**
- Motivació: Les persones grans i algunes persones amb discapacitats motrius tenen dificultats per realitzar moviments molt precisos.
 - Comprovació: Valida-ho manualment. Desplaça't amb el ratolí en diverses àrees de clic i observa que tenen una mida suficient (24x24 píxels segons la norma).

- Puntuació: 1 punt.

➤ **Punter únic (WCAG 2.5.1 Gestos tàctils A)**

- Motivació: Les persones grans i algunes persones amb discapacitats motrius tenen dificultats per realitzar moviments combinats o complexos.
- Comprovació: Valida-ho manualment. Amb un mòbil comprova que pots interactuar amb un sol dit i amb moviments senzills.
- Puntuació: 1 punt.

➤ **Autenticació (WCAG 3.3.8 Autenticació Accessible AA)**

- Motivació: Algunes persones poden presentar dificultats per resoldre proves cognitives d'autenticació.
- Comprovació: Intenta detectar una prova d'autenticació i verifica que no es requereix cap prova cognitiva per superar-la.
- Puntuació: 1 punt.

5.4.1.8. Ajuda

➤ **Ajuda coherent (WCAG 3.2.6 Ajuda coherent A)**

- Motivació: Algunes persones amb trastorns cognitius o dificultats de lectoescriptura poden tenir problemes per entendre les instruccions del web i necessitar recórrer a ajuda.
- Comprovació: Si s'ofereix ajuda, aquesta està present a totes les pàgines i sempre en el mateix ordre. Valida-ho manualment revisant diverses pàgines del web.
- Puntuació: 1 punt.

Cal dir que, com que les meves aplicacions web no contenen vídeos ni imatges, i tampoc no hi ha dades repetides, no he valorat aquestes parts. Després de realitzar aquesta prova d'accessibilitat, he obtingut 21 punts de 23 en total, amb un percentatge de **91,3%**. Això vol dir que les meves aplicacions web són acceptables.

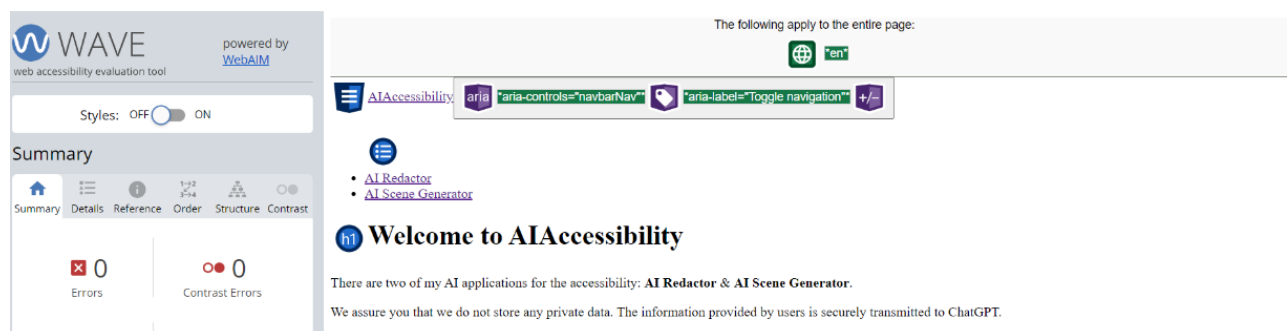


Figura 16. Prova d'ordre amb extensió Wave. Font: Elaboració pròpia



Figura 17. Prova de contrast de background i placeholder amb Colour Contrast Analyser. Font: Elaboració pròpia

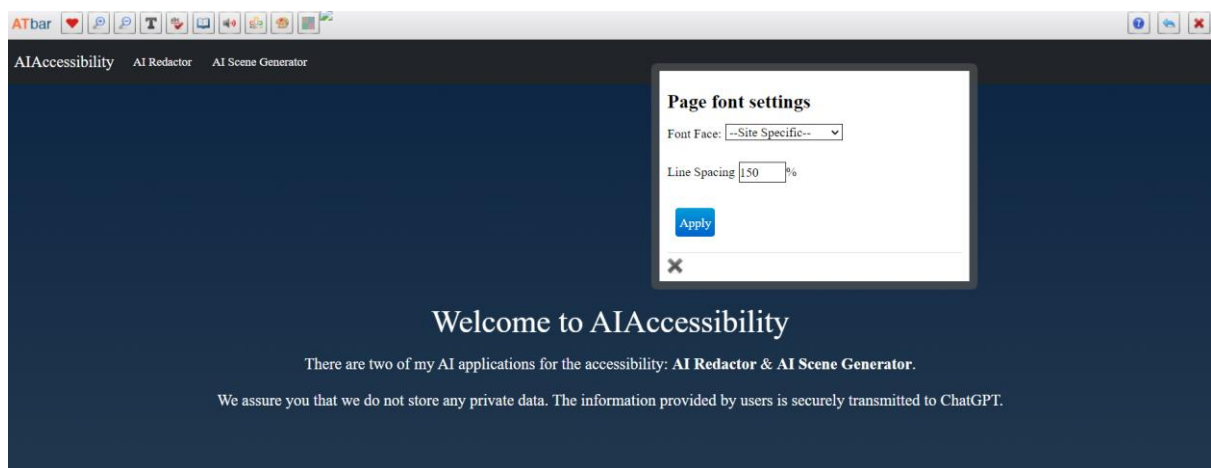


Figura 18. Prova d'interlineat amb ATBar. Font: Elaboració pròpia

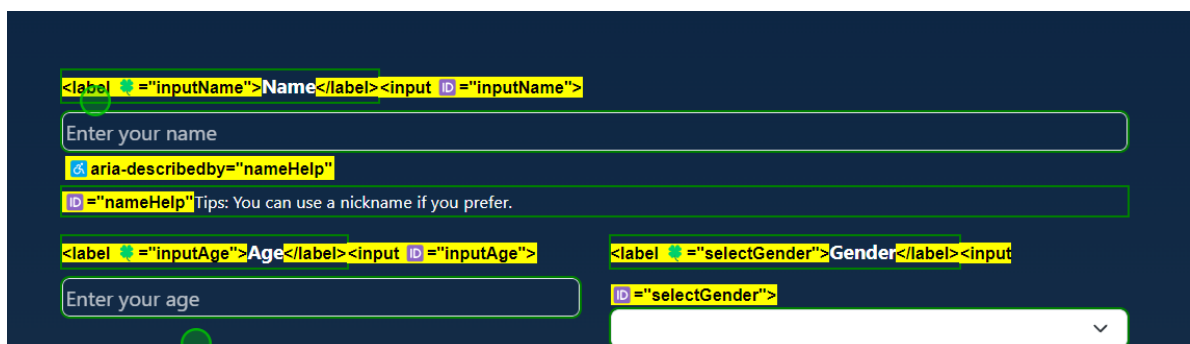


Figura 19. Prova de formulari amb DigitalA11y Tablets. Font: Elaboració pròpia.

5.4.2. Prova de llegibilitat en l'aplicació de simplificar textos

Per garantir l'eficàcia de l'aplicació web de simplificació de textos, s'ha realitzat una prova de llegibilitat. L'objectiu d'aquesta prova és avaluar si els textos simplificats generats per l'aplicació són més fàcils d'entendre i tenen un nivell de lectura adequat per a les persones amb dificultats cognitives.

Per dur a terme la prova, s'ha utilitzat la web <https://legible.es/> i s'han seleccionat 3 textos diferents. El primer text tracta sobre el càncer, el segon és un fragment del llibre "Don Quijote de la Mancha" i el tercer és una secció d'una notícia de premsa.

Els textos han estat simplificats per una intel·ligència artificial **(Figura 20) (Figura 21) (Figura 22)** i posteriorment analitzats mitjançant la web de prova de llegibilitat, que aplica diverses fórmules per avaluar la facilitat de lectura i comprensió del text. Les fórmules i l'escala de dificultat corresponent són:

- **Escala de lecturabilitat (Fernández Huerta)** => [Molt difícil, Difícil, Bastant difícil, Normal, Alguna cosa fàcil, Fàcil, Molt fàcil]
- **Comprensibilitat (Gutiérrez de Polini)** => [Difícil, Normal, Fàcil]
- **Nivell de perspicuïtat (Szigriszt-Pazos)** => [Molt difícil, Àrid, Bastant difícil, Normal, Bastant fàcil, Fàcil, Molt fàcil]
- **Escala Inflesz (Barrio)** => [Molt difícil, Alguna cosa difícil, Normal, Bastant fàcil, Molt fàcil]
- **Llegibilitat μ (Muñoz y Muñoz)** => [Molt difícil, Difícil, Una mica difícil, Adequat, Una mica fàcil, Fàcil, Molt fàcil]

Els resultats de la prova de llegibilitat van ser positius i van demostrar l'eficàcia de l'aplicació web de simplificació de textos. Després d'analitzar els textos simplificats generats per la intel·ligència artificial mitjançant diverses fórmules de llegibilitat, es va observar una millora significativa en la facilitat de lectura i comprensió del text resultant **(Taula 9)**.

Aquesta millora indica que el text simplificat té un nivell de lectura adequat i és més accessible per a un públic ampli, incloses les persones amb dificultats cognitives. Les fórmules de llegibilitat aplicades, com l'Escala de lecturabilitat de Fernández Huerta, la Comprensibilitat de Gutiérrez de Polini i Crawford, el Nivell de perspicuïtat de Szigriszt-Pazos, l'Escala Inflesz de Barrio i la Llegibilitat μ de Muñoz y Muñoz, van mostrar una reducció notable en la complexitat del text simplificat en comparació amb el text original.

Aquesta reducció de la complexitat es tradueix en un text més fàcil de llegir i entendre, amb frases més curtes, paraules més senzilles i una estructura més clara. Com a resultat, el text simplificat és més accessible per a persones amb diferents nivells educatius, edats i capacitats cognitives, promovent així la inclusió i la participació d'un públic més ampli en l'accés a la informació.

Taula 9. Taula de comparació de llegibilitat dels textos originals i simplificats. Font: Elaboració pròpia

Text original	Autor	Dificultat	Text simplificat	Autor	Dificultat
El cáncer es una enfermedad por la que algunas células del cuerpo se multiplican sin control y se diseminan a otras partes del cuerpo. Es posible que el cáncer comience en cualquier parte del cuerpo humano, formado por billones de células. En condiciones normales, las células humanas se forman y se multiplican (mediante un proceso que se llama división celular) para formar células nuevas a medida que el cuerpo las necesita. Cuando las células envejecen o se dañan, mueren y las células nuevas las reemplazan.	Fernández Huerta	Alguna cosa fàcil	El cáncer es cuando algunas células del cuerpo crecen sin control y se mueven a otras partes. Puede empezar en cualquier parte del cuerpo humano que tiene muchas células. Normalmente, las células se forman y se multiplican para reemplazar a las viejas.	Fernández Huerta	Fàcil
	Gutiérrez	Normal		Gutiérrez	Normal
	Szigriszt-Pazos	Bastant fàcil		Szigriszt-Pazos	Fàcil
	INFLESZ	Bastant fàcil		INFLESZ	Bastant fàcil
	Llegibilitat μ	Adequat		Llegibilitat μ	Una mica fàcil
Tuvo muchas veces competencia con el cura de su lugar (que era hombre docto graduado en Sigüenza), sobre cuál había sido mejor caballero, Palmerín de Inglaterra o Amadís de Gaula; mas maese Nicolás, barbero del mismo pueblo, decía que ninguno llegaba al caballero del Febo, y que si alguno se le podía comparar, era don Galaor, hermano de Amadís de Gaula, porque tenía muy acomodada condición para todo; que no era caballero melindroso, ni tan llorón como su hermano, y que en lo de la valentía no le iba en zaga. En resolución, él se enfrascó tanto en su	Fernández Huerta	Normal	Tuvo muchas veces competencia con el cura de su lugar para ver quién era mejor caballero, Palmerín de Inglaterra o Amadís de Gaula. Pero el barbero del pueblo decía que ninguno era tan bueno como el caballero del Febo, y que si había alguno parecido, era don Galaor, hermano de Amadís de Gaula, porque era valiente y no tan llorón como su hermano. Se obsesionó tanto con la lectura que pasaba las noches leyendo y los días sin dormir, lo que le afectó la mente y perdió la razón. Su imaginación	Fernández Huerta	Alguna cosa fàcil
	Gutiérrez	Normal		Gutiérrez	Normal
	Szigriszt-Pazos	Normal		Szigriszt-Pazos	Bastant fàcil

lectura, que se le pasaban las noches leyendo de claro en claro, y los días de turbio en turbio, y así, del poco dormir y del mucho leer, se le secó el cerebro, de manera que vino a perder el juicio. Llenósele la fantasía de todo aquello que leía en los libros, así de encantamientos, como de pendencias, batallas, desafíos, heridas, requiebros, amores, tormentas y disparates imposibles, y asentósele de tal modo en la imaginación que era verdad toda aquella máquina de aquellas soñadas invenciones que leía, que para él no había otra historia más cierta en el mundo.	INFLESZ	Normal	se llenó de todo lo que leía en los libros: encantamientos, peleas, desafíos, heridas, amores y cosas imposibles. Para él, esas historias eran reales y no había nada más cierto en el mundo.	INFLESZ	Bastant fàcil
	Llegibilitat μ	Adequat		Llegibilitat μ	Una mica fàcil
Los embalses de las cuencas internas de Cataluña siguen recibiendo agua fruto de las lluvias de la última semana y llegan al 22,2% (154,2hm ³), según el último informe del ACA publicado este jueves. El incremento en una semana es ya del 4,1% y sitúa las reservas a un nivel que no se veía desde finales de septiembre del 2023. En cuanto a los pantanos del sistema Ter-Llobregat, están ahora en el 23,2% de su capacidad, con 142,1 hm ³ de agua, lejos del 18,9% de hace seis días.	Fernández Huerta	Fàcil	Los embalses de las cuencas internas de Cataluña han recibido más agua por las lluvias de la última semana. Ahora están al 22,2% de su capacidad, que son 154,2hm ³ . Esto es un aumento del 4,1% en una semana y es el nivel más alto desde finales de septiembre de 2023. En cuanto a los embalses del sistema Ter-Llobregat, están al 23,2% de su capacidad, con 142,1 hm ³ de agua. Hace seis días estaban al 18,9%.	Fernández Huerta	Molt fàcil
	Gutiérrez	Normal		Gutiérrez	Normal
	Szigriszt-Pazos	Fàcil		Szigriszt-Pazos	Molt fàcil
	INFLESZ	Molt fàcil		INFLESZ	Molt fàcil
	Llegibilitat μ	Adequat		Llegibilitat μ	Una mica fàcil

Language: Send

El cáncer es una enfermedad por la que algunas células del cuerpo se multiplican sin control y se diseminan a otras partes del cuerpo.

Es posible que el cáncer comience en cualquier parte del cuerpo humano, formado por billones de células. En condiciones normales, las células humanas se forman y se multiplican (mediante un proceso que se llama división celular) para formar células nuevas a medida que el cuerpo las necesita. Cuando las células envejecen o se dañan, mueren y las células nuevas las reemplazan.

🗉:

El cáncer es cuando algunas células del cuerpo crecen sin control y se mueven a otras partes. Puede empezar en cualquier parte del cuerpo humano que tiene muchas células. Normalmente, las células se forman y se multiplican para reemplazar a las viejas.

Figura 20. Exemple de simplificar un text sobre càncer. Font: Elaboració pròpia

Language: Send

Tuvo muchas veces competencia con el cura de su lugar (que era hombre docto graduado en Sigüenza), sobre cuál había sido mejor caballero, Palmerín de Inglaterra o Amadís de Gaula; mas maese Nicolás, barbero del mismo pueblo, decía que ninguno llegaba al caballero del Febo, y que si alguno se le podía comparar, era don Galaor, hermano de Amadís de Gaula, porque tenía muy acomodada condición para todo; que no era caballero melindroso, ni tan llorón como su hermano, y que en lo de la valentía no le iba en zaga.

En resolución, él se enfrascó tanto en su lectura, que se le pasaban las noches leyendo de claro en claro, y los días de turbio en turbio, y así, del poco dormir y del mucho leer, se le secó el cerebro, de manera que vino a perder el juicio.

Tuvo muchas veces competencia con el cura de su lugar para ver quién era mejor caballero, Palmerín de Inglaterra o Amadís de Gaula. Pero el barbero del pueblo decía que ninguno era tan bueno como el caballero del Febo, y que si había alguno parecido, era don Galaor, hermano de Amadís de Gaula, porque era valiente y no tan llorón como su hermano.

Se obsesionó tanto con la lectura que pasaba las noches leyendo y los días sin dormir, lo que le afectó la mente y perdió la razón. Su imaginación se llenó de todo lo que leía en los libros: encantamientos, peleas, desafíos, heridas, amores y cosas imposibles. Para él, esas historias eran reales y no había nada más cierto en el mundo.

Figura 21. Exemple de simplificar un tros de text del llibre "Don Quijote de la Mancha". Font: Elaboració pròpia

Language: Send

Los embalses de las cuencas internas de Cataluña siguen recibiendo agua fruto de las lluvias de la última semana y llegan al 22,2% (154,2hm3), según el último informe del ACA publicado este jueves.

El incremento en una semana es ya del 4,1% y sitúa las reservas a un nivel que no se veía desde finales de septiembre del 2023. En cuanto a los pantanos del sistema Ter-Llobregat, están ahora en el 23,2% de su capacidad, con 142,1 hm³ de agua, lejos del 18,9% de hace seis días.

🗉:

Los embalses de las cuencas internas de Cataluña han recibido más agua por las lluvias de la última semana. Ahora están al 22,2% de su capacidad, que son 154,2hm3. Esto es un aumento del 4,1% en una semana y es el nivel más alto desde finales de septiembre de 2023. En cuanto a los embalses del sistema Ter-Llobregat, están al 23,2% de su capacidad, con 142,1 hm³ de agua. Hace seis días estaban al 18,9%.

Figura 22. Exemple de simplificar un tros de text d'una notícia. Font: Elaboració pròpia

6. Conclusions

6.1. Planificació temporal final

En aquest apartat es presenta els diagrames de Gantt inicial (**Figura 23**) i final (**Figura 24**), el qual reflecteix l'evolució i els ajustaments realitzats durant el desenvolupament del treball de fi de grau.

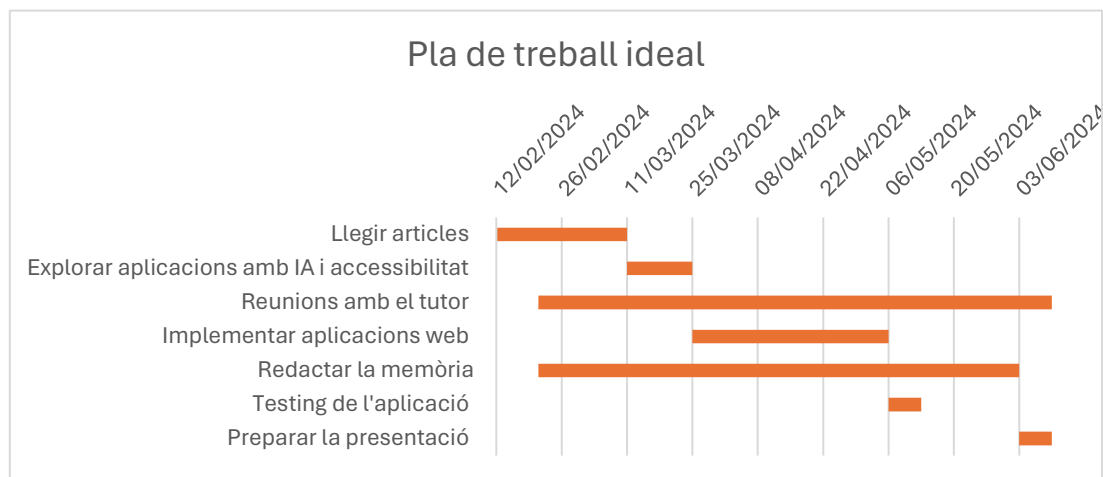


Figura 23. Diagrama de Gantt. Font: Elaboració pròpia

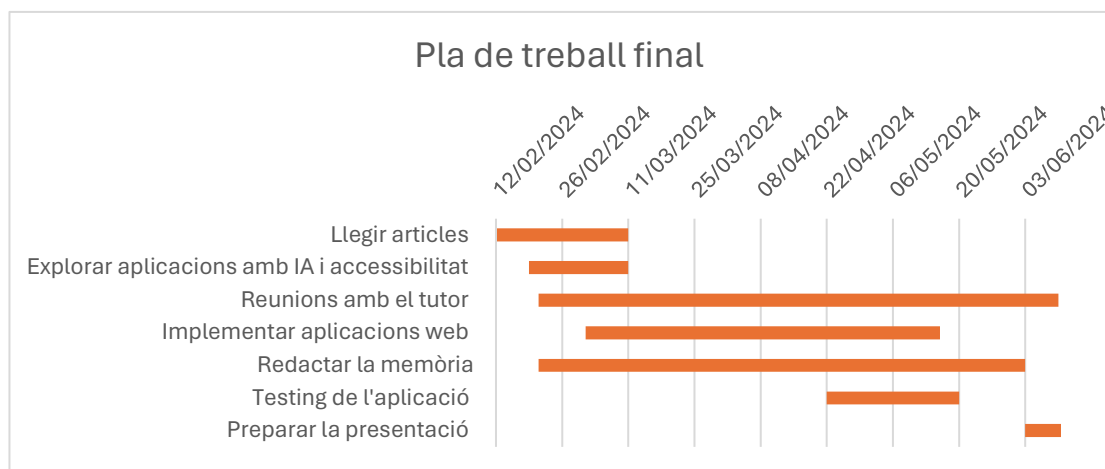


Figura 24. Diagrama de Gantt final. Font: Elaboració pròpia

Una de les diferències més significatives respecte al diagrama de Gantt original és que vaig iniciar el projecte amb antelació i vaig dedicar una major quantitat de temps a la tasca d'explorar aplicacions que integren intel·ligència artificial i accessibilitat. Aquesta fase d'investigació i anàlisi em va permetre adquirir coneixements valuosos i una comprensió més profunda de les possibilitats i els reptes que presenta aquest camp. A més a més, vaig començar a implementar les aplicacions web 3 setmanes abans del previst, la qual cosa va resultar ser una decisió encertada, ja que la durada de la implementació va excedir considerablement el temps inicialment estimat. Aquest retard es va deure principalment a un problema de Deployment del backend. Inicialment, havia optat per utilitzar la plataforma Vercel per desplegar tant el frontend com el backend, i en un principi tot funcionava correctament. No obstant això, després d'unes

setmanes, el backend va deixar de funcionar de manera inesperada i vaig haver de prendre la decisió de migrar el backend a una altra plataforma, en aquest cas Render, per garantir l'estabilitat i el funcionament adequat de l'aplicació. Com a conseqüència d'aquests ajustaments, la durada de la tasca de testing també es va veure afectada i es va prolongar més del previst. Malgrat aquests contratemps, les altres tasques del projecte es van mantenir segons el pla establert, gràcies a una planificació detallada i a un seguiment constant del progrés.

És important destacar que, tot i els ajustaments realitzats, he aconseguit seguir de manera general el pla de treball original, i les tasques s'han anat desenvolupant segons l'ordre previst.

6.2. Conclusió

Aquest projecte ha permès consolidar els coneixements i les habilitats adquirides al llarg de les diferents assignatures del Grau, alhora que ha obert la porta a l'exploració de noves àrees, com l'aplicació de la intel·ligència artificial per millorar l'accessibilitat per a persones amb diversitat funcional. La investigació realitzada ha posat de manifest el gran potencial que tenen els models de llenguatge com el ChatGPT per abordar els reptes d'accessibilitat, convertint-se en eines valuoses per adaptar continguts, generar materials personalitzats i facilitar l'accés a la informació.

Tanmateix, el desenvolupament de les aplicacions web també ha revelat alguns desafiaments i limitacions que cal tenir en compte. La qualitat dels resultats generats pel ChatGPT pot variar en funció de l'eficàcia del prompt dissenyat, la qual cosa posa de manifest la importància d'una acurada planificació i disseny en l'ús d'aquestes tecnologies. A més, és fonamental considerar els aspectes ètics i de privadesa, garantint que l'aplicació web es faci de manera responsable i transparent.

Aquest treball no només ha servit per aprofundir en el fascinant món de la intel·ligència artificial i el seu potencial per millorar l'accessibilitat, sinó que també ha obert la porta a futures línies d'investigació i desenvolupament en aquest àmbit. Els resultats obtinguts i les reflexions realitzades conviden a seguir explorant les possibilitats que ofereixen aquestes tecnologies per construir una societat més inclusiva i equitativa, on totes les persones, independentment de les seves capacitats, puguin accedir a la informació i participar plenament en la vida digital.

6.3. Treball futur

El desenvolupament d'aquest projecte ha obert la porta a noves i emocionants línies de treball i millores que es poden explorar en el futur per seguir avançant en l'aplicació de la intel·ligència artificial amb l'objectiu de millorar l'accessibilitat. A continuació es presenten algunes idees per ampliar les funcionalitats de les aplicacions web desenvolupades:

- **Personalització avançada:** Es podria implementar un sistema de personalització més sofisticat que permeti als usuaris ajustar diversos paràmetres dels textos simplificats o les històries socials. Això podria incloure la selecció del nivell de simplificació, la longitud del text, el vocabulari utilitzat i fins i tot la temàtica o el context de les històries. D'aquesta manera, cada usuari podria adaptar l'eina a les seves necessitats i preferències molt més específiques.
- **Integració de síntesi de veu:** Una funcionalitat valuosa seria la incorporació de tecnologies de síntesi de veu a les aplicacions. Això permetria als usuaris escoltar els textos simplificats o les històries socials en lloc de només llegir-los. La síntesi de veu podria ser especialment beneficiosa per a persones amb dificultats de lectura o per a aquells que prefereixen l'input auditiu.
- **Generació d'imatges:** Explorar la possibilitat d'utilitzar tècniques d'IA generativa per crear imatges que acompanyin els textos simplificats o les històries socials. Les imatges visuals podrien reforçar la comprensió i fer que el contingut sigui més atractiu, especialment per a usuaris amb preferències visuals o dificultats de lectura.
- **Integració amb altres eines d'accessibilitat:** Investigar la possibilitat d'integrar les aplicacions desenvolupades amb altres eines i tecnologies d'accessibilitat existents. Per exemple, es podrien establir connexions amb lectors de pantalla, teclats adaptats o dispositius de seguiment ocular per crear una experiència encara més inclusiva i personalitzada.

7. Bibliografia

- Ashish, J. S. (2023, October 12). *ChatGPT Architecture: Exploring the Inner Workings of the Language Model Medium*. <https://medium.com/@ashish.sharma1981/chatgpt-architecture-exploring-the-inner-workings-of-the-language-model-41731fc05483>
- Carol, G. (2012, June). *Mi libro sobre historias sociales*. <https://autismonavarra.com/wp-content/uploads/2012/06/HISTORIAS-SOCIALES.pdf>
- César da Rocha. (2023, March 1). *The “system” role - How it influences the chat behavior*. <https://community.openai.com/t/the-system-role-how-it-influences-the-chat-behavior/87353>
- Generalitat de Catalunya. (2019, April 4). *Tipus de discapacitat*. https://dretssocials.gencat.cat/ca/ambits_tematicos/persones_amb_discapacitat/que_es_i_com_es_reconeix_la_situacio_de_discapacitat/tipus_discapacitat/
- Glazko, K. S., Yamagami, M., Desai, A., Mack, K. A., Potluri, V., Xu, X., & Mankoff, J. (2023, October 22). An Autoethnographic Case Study of Generative Artificial Intelligence’s Utility for Accessibility. *ASSETS 2023 - Proceedings of the 25th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. <https://doi.org/10.1145/3597638.3614548>
- Hassan, M. K., Hassan, M. R., Ahmed, M. M. T., Sayeed, M., Sabbir, A., Sabbir Ahmed, M., & Biswas, M. (2021). A Survey on an Intelligent System for Persons with Visual Disabilities. *Australina Journal of Engineering and Innovative Technology*, 3, 97–118. <https://doi.org/10.34104/ajeit.021.0970118>
- Irene, G. (2017, July 17). *Las personas con discapacidad utilizan Apps para mejorar su vida*. <https://fundacionadecco.org/notas-de-prensa/las-personas-discapacidad-apps-especificas-facilitar-sus-tareas/>
- Marcelo Granieri. (2023, March 5). *¿Qué es la Inteligencia Artificial Generativa? | OBS Business School*. <https://www.obsbusiness.school/blog/que-es-la-inteligencia-artificial-generativa>
- Mireia, R. (2024). WCAG 2.2. Criterios básicos y procedimiento de validación. *1a. Ed. Barcelona: Fundació Universitat Oberta de Catalunya (FUOC)*.
- Ray, P. P. (2023). ChatGPT: A comprehensive review on background, applications, key challenges, bias, ethics, limitations and future scope. In *Internet of Things and Cyber-Physical Systems* (Vol. 3, pp. 121–154). KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.04.003>
- Shawn Lawton, H. (2005, February). *Introduction to Web Accessibility*. <https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-intro/>
- Smith, P., & Smith, L. (2020). Artificial intelligence and disability: too much promise, yet too little substance? *AI and Ethics 2020 1:1*, 1(1), 81–86. <https://doi.org/10.1007/S43681-020-00004-5>
- Viquipèdia. (2023, November 26). *Accessibilitat - Viquipèdia, l'enciclopèdia lliure*. <https://ca.wikipedia.org/wiki/Accessibilitat>
- Vithas, E. (2018, September 17). *Historias y guiones sociales*. <https://irenea.es/blog-dano-cerebral/historias-y-guiones-sociales/>
- W3C. (2023, October 5). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2*. <https://www.w3.org/Translations/WCAG22-ca/>
- World Health Organization. (2023, March 7). *Disability*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>

8. Annexos

En aquest apartat s'inclou la documentació extra del projecte, consistent en un glossari i un manual d'ús de l'aplicació.

8.1. Glossari

- **API (Application Programming Interface):** Un conjunt de regles, protocols i eines que permeten la comunicació i la interacció entre diferents aplicacions o sistemes de programari.
- **Backend:** La part del desenvolupament web que s'executa al servidor i s'encarrega de la lògica de negoci, la gestió de dades i la comunicació amb la base de dades. És la part "invisible" per a l'usuari final.
- **Bug:** Un error, defecte o comportament no desitjat en un programa o sistema informàtic que fa que no funcioni correctament o produeixi resultats inesperats.
- **ChatGPT:** Un model de llenguatge IA que genera text coherent i rellevant en resposta a entrades de text.
- **Client-Servidor:** És una arquitectura de comunicació on els clients sol·liciten serveis o recursos al servidor a través de la xarxa, que respon a aquestes sol·licituds.
- **Endpoint:** Un punt d'entrada o una URL específica en una API que permet accedir a un recurs o executar una acció concreta.
- **FastAPI:** Un framework web Python de codi obert per a la creació ràpida d'APIs RESTful, destacat per la seva facilitat d'ús i alt rendiment.
- **Framework:** Un entorn de treball o un conjunt d'eines, llibreries i convencions que proporcionen una estructura bàsica per desenvolupar aplicacions de manera més ràpida, consistent i organitzada.
- **Frontend:** La part del desenvolupament web que s'executa al navegador de l'usuari i s'encarrega de la interfície d'usuari, la interacció i la presentació de dades. És la part "visible" per a l'usuari final.
- **Python:** Un llenguatge de programació interpretat, versàtil i llegible, utilitzat per desenvolupar una àmplia gamma d'aplicacions.

- **RESTful** (Representational State Transfer): Un estil arquitectònic per dissenyar APIs web que utilitza els mètodes HTTP (GET, POST, PUT, DELETE) per accedir i manipular recursos identificats per URLs.
- **Testing**: El procés de verificar i validar el funcionament correcte d'un programa o sistema informàtic mitjançant l'execució de proves i la comprovació dels resultats obtinguts amb els resultats esperats.
- **User Story**: Una descripció breu i informal d'una funcionalitat o característica d'un sistema des de la perspectiva de l'usuari final. S'utilitza en metodologies àgils per definir els requisits del sistema.

8.2. Taula de funcionalitats implementats

En la taula de funcionalitats (**Taula 10**) es mostra com s'ha aconseguit implementar totes les funcionalitats proposades a la taula de User Stories (**Taula 8**).

Taula 10. Taula de funcionalitats. Font: Elaboració pròpia

Nº US	Funcionalitat	Implementat?
US01	L'aplicació permet introduir un text.	Sí
US01	L'aplicació genera una versió simplificada del text amb paraules i estructures més senzilles.	Sí
US02	L'aplicació permet que l'usuari copii el text simplificat al porta-retalls.	Sí
US03	L'aplicació permet generar històries socials personalitzades.	Sí
US03	Les històries socials proporcionen orientació per a situacions socials desafiantes.	Sí
US04	La interfície d'usuari és neta i ben organitzada	Sí
US04	Els elements de navegació són clars i fàcils de trobar	Sí
US04	Les accions principals són fàcilment accessibles	Sí
US05	L'aplicació proporciona una interfície d'usuari simple i intuïtiva per a la creació d'històries socials	Sí
US05	L'usuari pot crear històries socials sense necessitat d'un coneixement tècnic extens	Sí
US06	L'aplicació garanteix la seguretat de les dades de l'usuari i de les històries socials	Sí
US07	L'aplicació web ha de ser responsive i adaptar-se a diferents mides de pantalla i dispositiu.	Sí

8.3. Interfícies d'usuari en altres dispositius

En aquest apartat es mostren les figures de les interfícies d'usuari en diferents dispositius.

8.3.1. Mòbil (Iphone 14 Pro Max)

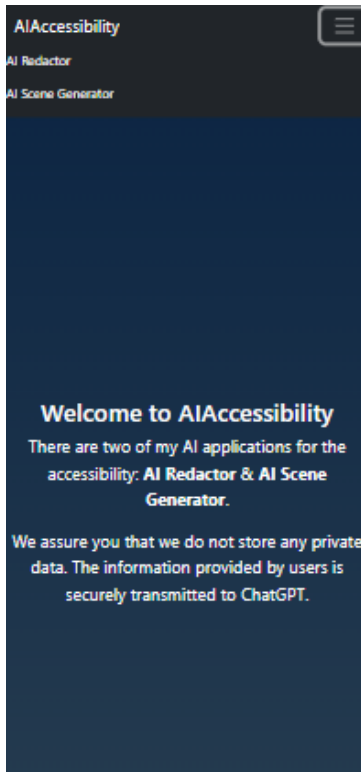


Figura 25. Pàgina principal en Iphone 14 Pro Max. Font: Elaboració pròpia

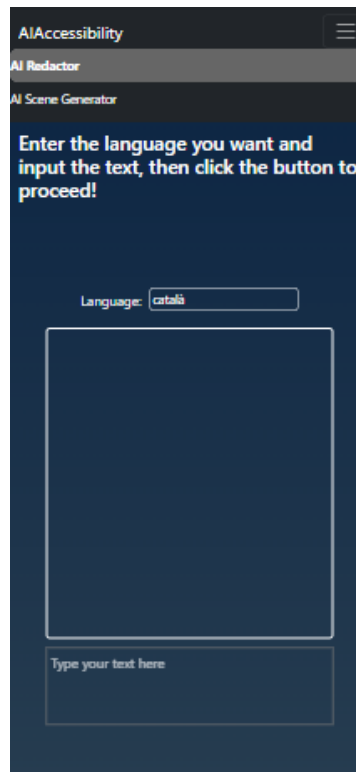


Figura 26. Pàgina de simplificar textos en Iphone 14 Pro Max. Font: Elaboració pròpia

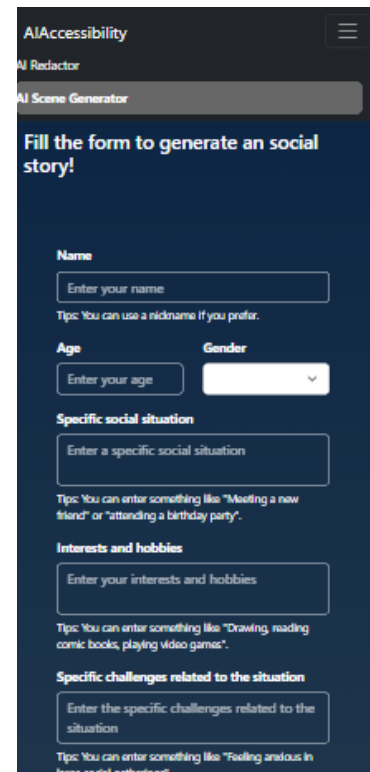


Figura 27. Pàgina de generar històries socials en Iphone 14 Pro Max. Font: Elaboració pròpia

8.3.2. iPad Air

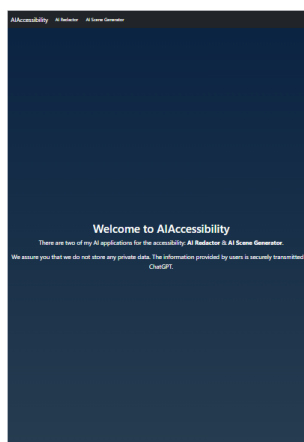


Figura 28. Pàgina principal en iPad Air. Font: Elaboració pròpia

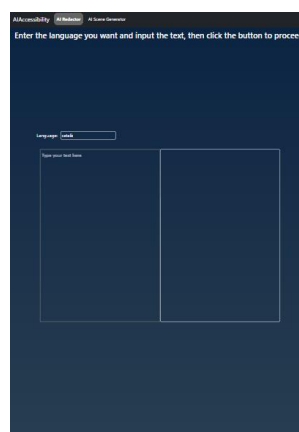


Figura 29. Pàgina de simplificar textos en iPad Air. Font: Elaboració pròpia

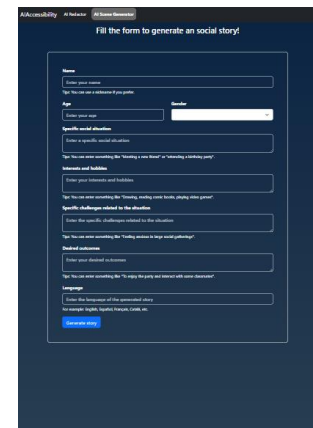


Figura 30. Pàgina de generar històries socials en iPad Air. Font: Elaboració pròpia

8.4. Manual d'ús

En aquest apartat, es proporcionen les instruccions necessàries per utilitzar les aplicacions web desenvolupades. Es presentaran dos manuals d'ús: un per a la versió en **producció** i un altre per a la versió en execució **local**.

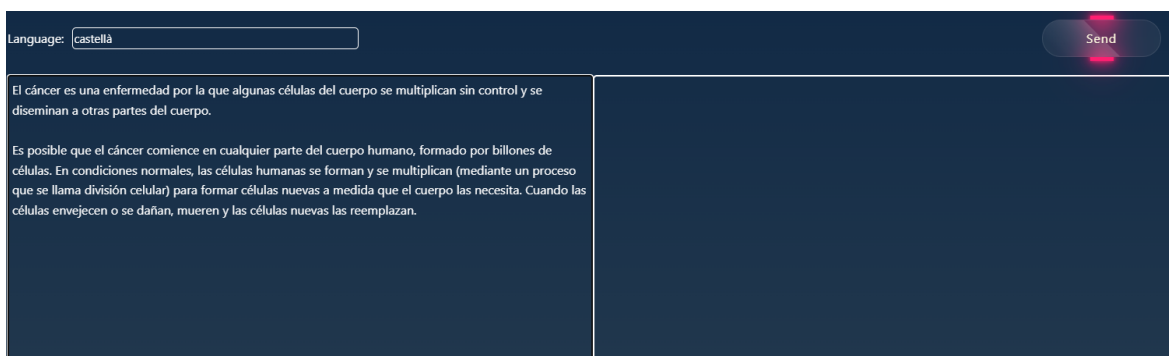
8.4.1. Manual d'ús de la versió en producció

Per accedir a les aplicacions web en la versió en producció, segueixi les següents instruccions:

1. Obrir un navegador web (es recomana Google Chrome, Mozilla Firefox o Microsoft Edge).
2. Introduir la següent URL en la barra d'adreces: **<https://tfg-frontend-zeta.vercel.app>**
3. Es mostrarà la pàgina d'inici de l'aplicació. A partir d'aquí, podrà seleccionar l'aplicació que desitja utilitzar en la barra de navegació:

8.4.1.1. Manual d'ús en aplicació web de simplificació de textos

1. Introduir el text que desitgeu simplificar en el camp de text proporcionat i l'idioma en què voleu que sigui el resultat.



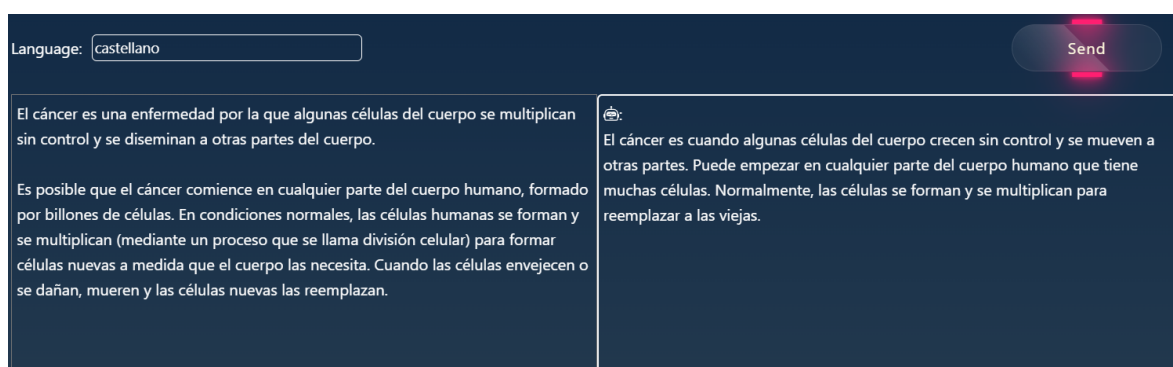
Language: Send

El cáncer es una enfermedad por la que algunas células del cuerpo se multiplican sin control y se diseminan a otras partes del cuerpo.

Es posible que el cáncer comience en cualquier parte del cuerpo humano, formado por billones de células. En condiciones normales, las células humanas se forman y se multiplican (mediante un proceso que se llama división celular) para formar células nuevas a medida que el cuerpo las necesita. Cuando las células envejecen o se dañan, mueren y las células nuevas las reemplazan.

Figura 31. Introduir el text i seleccionar l'idioma. Font: Elaboració pròpia

2. Fer clic en el botó "Send".
3. Es mostrarà el text simplificat en la part dreta.



Language: Send

El cáncer es una enfermedad por la que algunas células del cuerpo se multiplican sin control y se diseminan a otras partes del cuerpo.

Es posible que el cáncer comience en cualquier parte del cuerpo humano, formado por billones de células. En condiciones normales, las células humanas se forman y se multiplican (mediante un proceso que se llama división celular) para formar células nuevas a medida que el cuerpo las necesita. Cuando las células envejecen o se dañan, mueren y las células nuevas las reemplazan.

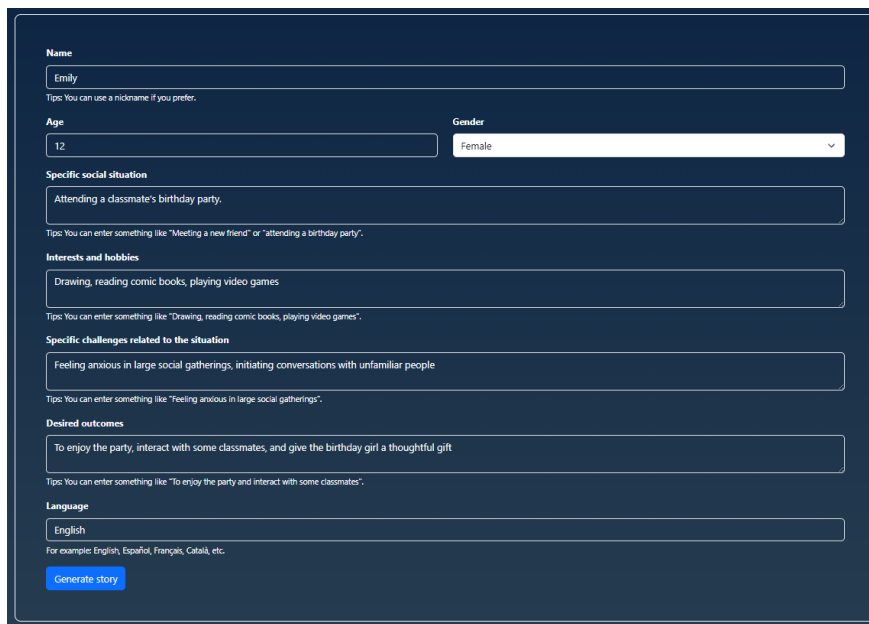
🗨:

El cáncer es cuando algunas células del cuerpo crecen sin control y se mueven a otras partes. Puede empezar en cualquier parte del cuerpo humano que tiene muchas células. Normalmente, las células se forman y se multiplican para reemplazar a las viejas.

Figura 32. Captura de la pàgina on es mostra el text simplificat en la part dreta. Font: Elaboració pròpia

8.4.1.2. Manual d'ús en aplicació web de generació d'històries socials

1. Omplir el formulari amb les dades rellevant.



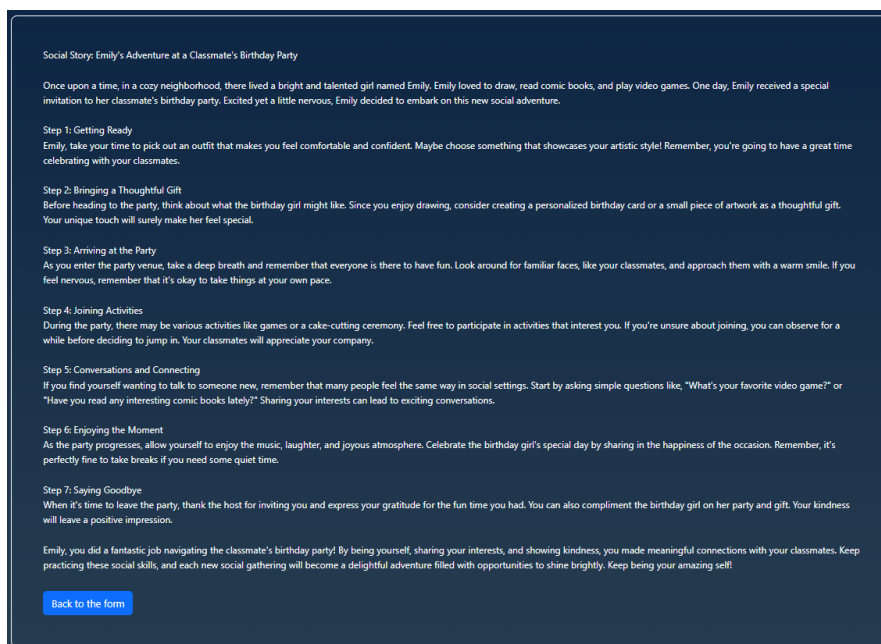
The form is titled "Name" and contains several sections:

- Name:** A text input field with "Emily" entered. Below it, a tip says: "Tip: You can use a nickname if you prefer."
- Age:** A text input field with "12" entered.
- Gender:** A dropdown menu with "Female" selected.
- Specific social situation:** A text input field with "Attending a classmate's birthday party." entered. Below it, a tip says: "Tip: You can enter something like 'Meeting a new friend' or 'attending a birthday party'."
- Interests and hobbies:** A text input field with "Drawing, reading comic books, playing video games" entered. Below it, a tip says: "Tip: You can enter something like 'Drawing, reading comic books, playing video games'."
- Specific challenges related to the situation:** A text input field with "Feeling anxious in large social gatherings; initiating conversations with unfamiliar people" entered. Below it, a tip says: "Tip: You can enter something like 'Feeling anxious in large social gatherings'."
- Desired outcomes:** A text input field with "To enjoy the party, interact with some classmates, and give the birthday girl a thoughtful gift" entered. Below it, a tip says: "Tip: You can enter something like 'To enjoy the party and interact with some classmates'."
- Language:** A text input field with "English" entered. Below it, a tip says: "For example: English, Español, Français, Català, etc."

At the bottom of the form is a blue button labeled "Generate story".

Figura 33. L'usuari ompleix el formulari. Font: Elaboració pròpia

2. Fer clic en el botó "Generate story".
3. Es mostrarà la història social personalitzada.



The page is titled "Social Story: Emily's Adventure at a Classmate's Birthday Party". It contains a narrative about Emily's experience at a birthday party, structured into seven steps:

- Step 1: Getting Ready** - Emily takes time to pick out an outfit that makes her feel comfortable and confident. Maybe choose something that showcases your artistic style! Remember, you're going to have a great time celebrating with your classmates.
- Step 2: Bringing a Thoughtful Gift** - Before heading to the party, think about what the birthday girl might like. Since you enjoy drawing, consider creating a personalized birthday card or a small piece of artwork as a thoughtful gift. Your unique touch will surely make her feel special.
- Step 3: Arriving at the Party** - As you enter the party venue, take a deep breath and remember that everyone is there to have fun. Look around for familiar faces, like your classmates, and approach them with a warm smile. If you feel nervous, remember that it's okay to take things at your own pace.
- Step 4: Joining Activities** - During the party, there may be various activities like games or a cake-cutting ceremony. Feel free to participate in activities that interest you. If you're unsure about joining, you can observe for a while before deciding to jump in. Your classmates will appreciate your company.
- Step 5: Conversations and Connecting** - If you find yourself wanting to talk to someone new, remember that many people feel the same way in social settings. Start by asking simple questions like, "What's your favorite video game?" or "Have you read any interesting comic books lately?" Sharing your interests can lead to exciting conversations.
- Step 6: Enjoying the Moment** - As the party progresses, allow yourself to enjoy the music, laughter, and joyous atmosphere. Celebrate the birthday girl's special day by sharing in the happiness of the occasion. Remember, it's perfectly fine to take breaks if you need some quiet time.
- Step 7: Saying Goodbye** - When it's time to leave the party, thank the host for inviting you and express your gratitude for the fun time you had. You can also compliment the birthday girl on her party and gift. Your kindness will leave a positive impression.

At the bottom of the page is a blue button labeled "Back to the form".

Figura 34. Captura de la pàgina on es mostra la història social generada. Font: Elaboració pròpia

Important: El backend està desplegat amb un pla gratuït, per tant, si no hi ha cap usuari fent peticions durant un període de temps, la instància pot aturar-se temporalment. En aquest cas, les peticions següents poden patir retards de 50 segons o més mentre la instància es reinicia. Si experimentes un retard en rebre la resposta, si us plau, tingues una mica de paciència. La instància es reiniciarà aviat i la teva petició serà processada.

8.4.2. Manual d'ús de la versió en execució local

Si la versió en producció no està disponible, es pot executar les aplicacions web en el seu ordinador local. Per fer-ho, segueixi les següents instruccions:

1. Per començar, heu de crear una API KEY des de la plataforma d'OpenAI. A continuació, aneu al directori **TFG_WEB/services/backend/src** i obriu el fitxer **".env"**. Substituïu el vostre API KEY a la variable **API_KEY** amb la vostra clau, com a l'exemple següent:

```
API_KEY = "example-apikey"
```

2. Després, modifiqueu el codi font obrint l'arxiu **"AIRedactor.vue"** A la línia 10 substituïu la funció **"sendTextProduction"** per la funció **"sendText"**, que és la funció per fer peticions en l'entorn local.

```
<button class="clickHereBtn" @click="sendText">Send</button>
```

Figura 35. Canviar la funció de simplificar el text en l'entorn local. Font: Elaboració pròpia

3. A continuació, obre l'arxiu **"AISocialHistoryGenerator.vue"** i, a la línia 82, substitueix la funció **"generateStoryProduction"** per la funció **"generateStoryDevelopment"**, que també és la funció per fer peticions en l'entorn local.

```
<button class="btn btn-primary" @click="generateStoryDevelopment">Generate story</button>
```

Figura 36. Canviar la funció de generar història social en l'entorn local. Font: Elaboració pròpia

4. Asseguri's que té instal·lat Docker en el seu ordinador. Si encara no el té, pot descarregar-lo i instal·lar-lo a partir de la següent URL: **<https://www.docker.com/products/docker-desktop>**.
5. Obrir una finestra de terminal (si utilitza Windows, pot utilitzar el PowerShell o el Command Prompt).
6. Navegueu fins al directori on es troba el fitxer **"docker-compose.yml"**.
7. Executeu la següent comanda per aixecar el Docker:

```
docker compose up -d
```

Figura 37. Comanda per aixecar el docker. Font: Elaboració pròpia

8. Un cop el Docker estigui en funcionament obriu un navegador web (es recomana Google Chrome, Mozilla Firefox o Microsoft Edge).
9. Introduir la següent URL en la barra d'adreces: **http://localhost:8080**
10. Es mostrarà la pàgina d'inici de l'aplicació. A partir d'aquí, podreu seleccionar l'aplicació que desitja utilitzar i seguir les mateixes instruccions que es presenten en el manual d'ús de la versió en producció.