



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO UNIVERSIDADE VIRTUAL**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL**

**NATALIA DA SILVA FERNANDES**

***ACCESSIBLE INTERACTIONS 500: UM JOGO DE TABULEIRO HÍBRIDO***  
**INCLUSIVO COM REALIDADE AUMENTADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE**  
**QUÍMICA A ALUNOS SURDOS E OUVINTES**

**FORTALEZA**

**2022**

NATALIA DA SILVA FERNANDES

*ACCESSIBLE INTERACTIONS 500*: UM JOGO DE TABULEIRO HÍBRIDO INCLUSIVO  
COM REALIDADE AUMENTADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE QUÍMICA A  
ALUNOS SURDOS E OUVINTES

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia  
Educativa, como parte dos requisitos  
necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Windson Viana de  
Carvalho

Coorientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Antonio José Melo  
Leite Júnior

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- F41a Fernandes, Natalia da Silva.  
Accessible Interactions 500: um jogo de tabuleiro híbrido inclusivo com realidade aumentada para auxiliar o ensino de química a alunos surdos e ouvintes / Natalia da Silva Fernandes. – 2022.  
120 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto UFC Virtual, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Windson Viana de Carvalho .  
Coorientação: Prof. Dr. Antonio José Melo Leite Júnior.
1. Surdos. 2. Aprendizagem. 3. Jogos. 4. Realidade Aumentada. 5. Química. I. Título.

CDD 371.33

---

NATALIA DA SILVA FERNANDES

*ACCESSIBLE INTERACTIONS 500*: UM JOGO DE TABULEIRO HÍBRIDO INCLUSIVO  
COM REALIDADE AUMENTADA PARA AUXILIAR O ENSINO DE QUÍMICA A  
ALUNOS SURDOS E OUVINTES

Dissertação de Mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia  
Educativa, como parte dos requisitos  
necessários à obtenção do título de Mestre.

Aprovada em: 14/12/2022

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.º Dr. Windson Viana de Carvalho (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.º Dr. Antônio José Melo Leite Júnior (Coorientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.º Dr. José Gilvan Rodrigues Maia  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.ª Dra. Flávia Roldan Viana  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço esta enorme e valiosa conquista aos meus pais, Ivonilde Silva e Raimundo Fernandes, que sempre estão presentes nas minhas lutas e conquistas e que foram e continuam sendo fundamentais para minha formação humana e profissional. Agradeço também à minha irmã, Nayane Fernandes, pelo exemplo e incentivo sempre. Ao meu esposo, Eugenio Costa, pelo amor, apoio e parceria que formamos para lutar e conquistar nossos sonhos.

Agradeço também à Universidade Federal do Ceará (UFC), que por meio do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional (PPGTE) me proporcionou aprendizagens valiosas que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional. Em especial, agradeço ao meu orientador Prof<sup>o</sup>. Dr. Windson Viana e ao meu coorientador Prof<sup>o</sup>. Dr. Melo Júnior pela confiança em desenvolver esta pesquisa e pelos ensinamentos repassados. Em especial também agradeço ao Prof<sup>o</sup>. Dr. José Nunes, por ter nos fornecido acesso ao jogo Interactions 500, e ao aluno do curso de Sistemas e Mídias Digitais, Felipe Henrique, que foi fundamental para a realização deste estudo.

Aos meus amigos de turma, Bruno da Rocha (em memória), Carol Gomes, Daniely Reis, Juliana Evaristo, Juvenal Diógenes, Tereza Dourado e Valdeir Lira pelo apoio e momentos de risadas que tornaram essa árdua caminhada mais leve.

Agradeço também a compreensão e incentivo das minhas gestoras Elizabeth Gomes, Neudireny Nogueira, Camila Morais e Gerline Soares, que viabilizaram a realização e aplicação desta pesquisa.

## RESUMO

O ensino de Química apresenta muitos desafios, pois é uma disciplina considerada pela maioria dos alunos como complexa e abstrata, dificultando sua aprendizagem. No contexto dos alunos surdos, os desafios são ainda maiores, visto que, na grande maioria, as metodologias de ensino aplicadas são pautadas no público ouvinte. Nesse sentido, os jogos acessíveis são ferramentas pedagógicas promissoras para minimizar essa problemática. A literatura comprova que os jogos são capazes de impactar no processo de aprendizagem dos alunos, em razão do aumento do engajamento e por despertarem o interesse em aprender os conteúdos escolares de uma forma mais divertida. Neste contexto, este estudo analisa a aplicação de um jogo híbrido estendido com Realidade Aumentada (RA) no ensino de Química para alunos surdos e ouvintes. Na revisão sistemática da literatura realizada durante esta pesquisa, observou-se que existem poucas soluções para o uso de RA para o ensino de Ciências a surdos. A grande maioria dos estudos utiliza a RA para ensinar língua de sinais às pessoas surdas. Busca-se assim contribuir para a inserção de novas metodologias no ensino de Ciências para pessoas surdas e suscitar novas reflexões sobre essa temática. Um estudo de caso aplicando o jogo, por meio de uma pesquisa-ação, foi realizado em uma escola pública estadual localizada no município de Fortaleza, Ceará. Participaram 21 alunos, 6 surdos e 15 ouvintes. Foram aplicadas duas versões, uma analógica, adaptada do jogo *Interactions 500*, e uma híbrida, desenvolvida com elementos analógicos e híbridos a partir da versão analógica. Os resultados mostraram que o jogo foi muito bem aceito pelos alunos, embora não tenha sido observada uma diferença significativa entre os pré e pós testes aplicados quando comparado com a versão analógica do jogo.

**Palavras-chave:** surdos; aprendizagem; jogos; realidade aumentada; química.

## ABSTRACT

Chemistry teaching presents many challenges. Most students consider it complex and abstract, making its learning difficult. In the context of students who are deaf, the challenges are even more significant since, for the most part, the teaching methodologies applied to Chemistry education are based on visual and oral elements. In this sense, accessible games are promising pedagogical tools to minimize this problem. Literature proves that games can impact the students' learning process due to increased engagement and arouse interest in learning school content in a more fun way. In this context, this study analyzes the application of an extended hybrid game with Augmented Reality (AR) in teaching chemistry to deaf and hearing students. In the systematic review of the literature carried out during this research, we observed a few solutions for using AR for teaching Science to deaf students. The vast majority of studies found use AR to teach sign language. Our research aims to contribute to the insertion of new methodologies in the teaching of Science for people who are deaf and to raise new reflections on this theme. A case study applying the game, through action research, was carried out in a state public school located in the city of Fortaleza, Ceará. 21 students participated, 6 deaf and 15 hearing. Two versions were applied, an analogue one, adapted from the Interactions 500 game, and a hybrid one, developed with analogue and hybrid elements from the analogue version. The results showed that the game was very well accepted by the students, although there was no significant difference between the pre and post tests applied when compared to the analog version of the game.

**Keywords:** deaf; learning ; games; augmented reality; chemistry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Jogos híbridos.....	16
Figura 2 - Fichas das funções inorgânicas ácido e base.....	26
Figura 3 - (A) Tabuleiro 1. (B) Tabuleiro 2.....	30
Figura 4 - (A) Tela principal. (B) Carta. (C) Verificando a resposta correta. (D) Caminho que o jogador irá mover sua peça no tabuleiro.....	30
Figura 5 - (A) Cartas com <i>QRcode</i> ; (B) Aluno jogando.....	31
Figura 6 - Fluxo da metodologia.....	32
Figura 7 - Alunos utilizando o livro e o aplicativo de RA para smartphone.....	41
Figura 8 - Elementos da sala de aula do e-futuro para surdos.....	42
Figura 9 - Aluno observando a animação do ângulo em RA.....	42
Figura 10 - Áreas de conhecimento usando software RA para ensinar pessoas surdas...	43
Figura 11 - Tela inicial do jogo.....	46
Figura 12 - Escaneando a carta.....	46
Figura 13 - Escolhendo o idioma.....	46
Figura 14 - Versões dos <i>QRcodes</i> .....	47
Figura 15 - Frente e verso das cartas do <i>Jogo Accessible Interactions 500</i> .....	48
Figura 16 - Tabuleiro Carta do <i>Jogo Accessible Interactions 500</i> .....	48
Figura 17 - Confirmando a resposta.....	49
Figura 18 - Peões do <i>Jogo Accessible Interactions 500</i> .....	49
Figura 19 - Estudantes participantes da etapa 2 .....	50
Figura 20 - Idade dos alunos etapa 2.....	51
Figura 21 - Configuração da sala.....	52
Figura 22 - Peões.....	53
Figura 23 - Cartas confeccionadas com assunto de Química Orgânica.....	53
Figura 24 - Frente e verso da plaquinha movimentação de resposta.....	54

Figura 25 - Cartas indicando a movimentação no tabuleiro.....	54
Figura 26 - Acertos das equipes de ouvintes nas sessões 1 e 2.....	54
Figura 27 - Acertos das equipes de surdos nas sessões 1 e 2.....	55
Figura 28 - Sexo dos alunos etapa 3.....	54
Figura 29 - Idade dos alunos etapa 3.....	57
Figura 30 - Cartas com conteúdos aleatórios de Química.....	58
Figura 31 - Cartas V e F.....	59
Figura 32 - Painel resposta.....	59
Figura 33 - Etapa 4.....	61
Figura 34 - Hábito de jogar dos ouvintes.....	62
Figura 35 - Hábito de jogar dos surdos.....	62
Figura 36 - MEEGA+ versão analógica ouvintes.....	64
Figura 37 - MEEGA+ versão analógica surdos.....	65
Figura 38 - Pré-teste alunos ouvintes.....	66
Figura 39 - Pré-teste alunos surdos.....	66
Figura 40 - Etapa 5.....	68
Figura 41 - Alunos utilizando o aplicativo do <i>Accessible Interactions 500</i> .....	68
Figura 42 - Verificando o movimento a ser feito no tabuleiro.....	69
Figura 43 - MEEGA+ versão híbrida inclusiva ouvintes.....	71
Figura 44 - MEEGA+ versão híbrida inclusiva surdos.....	72
Figura 45 - Pós-teste alunos ouvintes.....	73
Figura 46 - Pós-teste alunos surdos.....	73
Figura 47 - Comparação Pré e Pós-teste alunos ouvintes.....	75
Figura 48 - Comparação Pré e Pós-teste alunos surdos.....	75

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Classificação da deficiência auditiva.....	21
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Artigos selecionados na RSL.....	38
Tabela 2 -	Resposta à Q1.....	55
Tabela 3 -	Resposta à Q2.....	56
Tabela 4 -	Estatística descritiva do Pré-teste dos ouvintes.....	66
Tabela 5 -	Estatística descritiva do Pré-teste dos surdos.....	66
Tabela 6 -	Estatística descritiva do Pós-teste dos ouvintes.....	73
Tabela 7 -	Estatística descritiva do Pós-teste dos surdos.....	73
Tabela 8 -	Teste t pareado Pré e Pós-teste dos ouvintes.....	75
Tabela 9 -	Teste t pareado Pré e Pós-teste dos surdos.....	75

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
Creacece	Centro de Referência em Educação e Atendimento Especializado do Cear
DCU	<i>Design</i> Centrado no Usuário
EEEPJN	Escola Estadual de Educação Profissional Joaquim Nogueira
EM	Ensino Médio
GQM	<i>Goal/Question/Metric</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LDSE	Laboratório de Design de Softwares Educacionais
Libras	Língua Brasileira de Sinais
LP	Língua Portuguesa
LS	Língua de Sinais
MB	<i>Megabyte</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
RA	Realidade Aumentada
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
Seduc	Secretaria da Educação do Estado do Ceará
UCAM	Universidade Cândido Mendes
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Contexto.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Motivação.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3</b>	<b>Contexto e Percurso Profissional.....</b>	<b>17</b>
<b>1.4</b>	<b>Objetivos e Contribuições.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5</b>	<b>Metodologia.....</b>	<b>18</b>
<b>1.6</b>	<b>Organização da Proposta.....</b>	<b>19</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>ENSINO DE PESSOAS COM SURDEZ.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.1</b>	<i>Surdez.....</i>	<b>20</b>
<b>2.1.2</b>	<i>Abordagens de ensino.....</i>	<b>22</b>
<b>2.1.2.1</b>	<i>Breve histórico da educação dos surdos e seus dispositivos legais.....</i>	<b>22</b>
<b>2.1.2.2</b>	<i>Métodos de ensino para alunos surdos.....</i>	<b>24</b>
<b>2.2</b>	<b>ENSINO DE QUÍMICA.....</b>	<b>27</b>
<b>2.2.1</b>	<i>Jogos no ensino de química.....</i>	<b>27</b>
<b>2.2.2</b>	<i>Ensino de química para pessoas com surdez.....</i>	<b>31</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1</b>	<b>Etapas da Pesquisa.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1.1</b>	<i>Etapa 1 - Revisão Sistemática da Literatura.....</i>	<b>34</b>
<b>3.1.2</b>	<i>Etapa 2 - Criação de uma 1ª versão adaptada analógica e validação com surdos e ouvintes.....</i>	<b>34</b>
<b>3.1.3</b>	<i>Etapa 3 - Criação de uma 2ª versão analógica com cartas contendo conteúdos aleatórios de Química e validação com surdos e ouvintes.....</i>	<b>35</b>
<b>3.1.4</b>	<i>Etapa 4 - Reaplicação da 2ª versão analógica com cartas que contemplam a Química Orgânica.....</i>	<b>35</b>
<b>3.1.5</b>	<i>Etapa 5 - Criação da 3ª versão (híbrida inclusiva) com elementos de RA que gerem encantamento e validação com surdos e ouvintes.....</i>	<b>36</b>
<b>3.1.6</b>	<i>Etapa 6 - Avaliações comparativas finais entre as versões analógica e</i>	

	<i>híbrida inclusiva</i> .....	36
<b>4</b>	<b>RSL SOBRE REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE PESSOAS SURDAS</b> .....	37
<b>4.1</b>	<b>Objetivos e Questões Principais</b> .....	37
<b>4.2</b>	<b>Artigos encontrados</b> .....	41
<b>4.3</b>	<b>Principais Resultados</b> .....	40
<b>4.4</b>	<b>Discussão</b> .....	43
<b>5</b>	<b>O PRODUTO</b> .....	45
<b>5.1</b>	<i>Accessible Interactions 500</i> .....	45
<b>5.2</b>	<b>Jogabilidade</b> .....	48
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	50
<b>6.1</b>	<b>Etapa 2 - Criação de uma 1ª versão adaptada analógica e validação com surdos e ouvintes</b> .....	50
<b>6.1.1</b>	<i>Objetivo</i> .....	50
<b>6.1.2</b>	<i>Sujeitos</i> .....	50
<b>6.1.3</b>	<i>Materiais e Métodos</i> .....	51
<b>6.1.4</b>	<i>Procedimentos</i> .....	52
<b>6.1.5</b>	<i>Resultados e discussões</i> .....	54
<b>6.2</b>	<b>Etapa 3 - Criação de uma 2ª versão analógica com cartas contendo conteúdos aleatórios de Química e validação com surdos e ouvintes</b> .....	57
<b>6.2.1</b>	<i>Objetivo</i> .....	57
<b>6.2.2</b>	<i>Sujeitos</i> .....	57
<b>6.2.3</b>	<i>Materiais e Métodos</i> .....	58
<b>6.2.4</b>	<i>Procedimentos</i> .....	59
<b>6.2.5</b>	<i>Resultados e discussões</i> .....	60
<b>6.3</b>	<b>Etapa 4 - Reaplicação da 2ª versão analógica com cartas que contemplam a Química Orgânica</b> .....	60
<b>6.3.1</b>	<i>Objetivo</i> .....	60
<b>6.3.2</b>	<i>Sujeitos</i> .....	60
<b>6.3.3</b>	<i>Materiais e Métodos</i> .....	61

6.3.4	<i>Procedimentos</i> .....	61
6.3.5	<i>Resultados e discussões</i> .....	62
6.4	<b>Etapa 5 - Criação da 3ª versão (híbrida) com elementos de RA que gerem encantamento e validação com surdos e ouvintes</b> .....	66
6.4.1	<i>Objetivo</i> .....	66
6.4.2	<i>Sujeitos</i> .....	67
6.4.3	<i>Materiais e Métodos</i> .....	67
6.4.4	<i>Procedimentos</i> .....	67
6.4.5	<i>Resultados e discussões</i> .....	69
6.5	<b>Etapa 6 - Avaliações comparativas finais entre as versões analógica e híbrida inclusiva</b> .....	73
7	<b>CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS</b> .....	76
7.1	<b>Produtos da Dissertação</b> .....	76
7.2	<b>Principais Contribuições e Achados Científicos</b> .....	77
7.3	<b>Limitações e Ameaças à Validade</b> .....	77
7.4	<b>Trabalhos Futuros</b> .....	78
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	79
	<b>APÊNDICE A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP/UFC</b> .....	86
	<b>ANEXO A – REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA</b> .....	90
	<b>ANEXO B – QUESTIONÁRIO MEEGA+</b> .....	114
	<b>ANEXO C – PRÉ - TESTE</b> .....	117
	<b>ANEXO D – PÓS - TESTE</b> .....	119

## 1. INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade, a educação vivencia uma nova realidade. Cada vez mais alunos passam a ser consumidores das tecnologias digitais, principalmente jogos, e a escola precisa se adequar a essa realidade para tornar a educação mais atrativa (NUNES *et al.*, 2014). As tecnologias digitais também podem ser uma ferramenta importante para apoiar a educação de alunos surdos, inclusive na área das Ciências.

### 1.1. Contexto

A Química é comumente apontada pelos alunos como uma disciplina de difícil compreensão e aprendizado, pois requer a assimilação de conceitos abstratos e pelo fato de utilizar uma linguagem específica (SILVA, 2011). Entretanto, seu ensino é de extrema importância, pois é através do estudo da Química que se amplia a compreensão dos fenômenos materiais, contribuindo para o desenvolvimento da capacidade de agir sobre eles, para mudá-los e controlá-los. Por isso, é preciso utilizar metodologias que estimulem a participação dos alunos, surdos e ouvintes, aumentando o interesse pelos conteúdos ministrados nas aulas de Química (BELTRAMIN; GÓIS, 2013).

Nesse cenário, há problemas ainda mais desafiadores no ensino de Química para pessoas surdas. De acordo com Ferreira e Nascimento (2014), grande parte das instituições de ensino inserem o surdo em sala de aula, mas não o incluem, pois comumente não se contemplam as necessidades nem as especificidades desse público. Isso ocorre porque as metodologias de ensino se apresentam comumente em Língua Portuguesa, que é geralmente desconhecida pelos surdos (AVELAR; FREITAS, 2016).

Oliveira e Pinto (2012) relatam que os principais obstáculos e desafios encontrados pelos surdos no aprendizado de Química estão relacionados à falta de alguns sinais em Libras<sup>1</sup> e ao uso excessivo de regras e nomenclaturas de difícil entendimento.

Essa dificuldade que os alunos surdos apresentam em compreender conceitos relacionados à Química também pode ser explicada pela falta de conceitos previamente adquiridos e dificuldades de abstração e generalização, uma vez que essas funções mentais

---

<sup>1</sup> Língua brasileira de sinais estabelecida pela Lei nº 10.436/2002 como língua oficial das pessoas surdas

(BRASIL, 2002).

são extremamente dependentes da linguagem. E segundo Silva (2016), uma das principais razões para isso acontecer é o fato de que os alunos surdos não têm a oportunidade de receber uma educação que reconheça suas diferenças linguísticas, pois são educados com base em uma abordagem voltada para ouvintes.

Um estudo realizado por Pereira *et al.* (2011) com alunos surdos do 3º ano do Ensino Médio (EM) durante as aulas de Química revelou que as maiores dificuldades em aprender relatadas por estes foram: conteúdos muito complexos; para aprender requer muito raciocínio abstrato; falta de material traduzido; e utilização de poucos recursos didáticos durante as aulas.

Dentro dessa perspectiva, é importante reconhecer essas dificuldades e utilizar diferentes estratégias de ensino para aprimorar a experiência de aprendizagem tanto de alunos ouvintes quanto dos surdos em sala de aula. Deve-se, então, oferecer recursos viáveis e relevantes para a construção do conhecimento como um todo. Atualmente, novas metodologias de ensino vêm sendo utilizadas para atender de forma satisfatória as especificidades do aluno surdo, como o uso de dispositivos móveis, ambientes virtuais de aprendizagem acessíveis, entre outros. Uma dessas abordagens inclui a integração de jogos às práticas pedagógicas aplicadas em sala de aula (PACANSKY-BROCK, 2012).

O jogo pode ser aplicado tanto para recreação como para contribuir com a construção de conhecimentos. Na educação, os jogos também favorecem o trabalho em grupo por meio da socialização, o desenvolvimento da criatividade e do senso crítico por meio da resolução de desafios (TEOTONIO, 2017). De acordo com Soares (2004), o jogo em sala de aula aproxima o caráter lúdico à possibilidade de se aprimorar o desenvolvimento cognitivo. Dessa forma, para ser utilizado como ferramenta de ensino, deve-se equilibrar essas duas funcionalidades (KISHIMOTO, 2003).

O contexto desta pesquisa foca nos jogos híbridos (Figura 1) que combinam elementos dos jogos analógicos com eletrônicos e digitais para melhorar a jogabilidade, ou seja, a facilidade na qual o jogo pode ser jogado, a quantidade de vezes que ele pode ser completado ou a sua duração. Dessa forma, torna-se possível, por exemplo, aliar as praticidades dos jogos virtuais e a movimentação de peças dos tradicionais (KOSA;SPRONCK, 2018, apud PAIVA, 2021, p.10).

**Figura 1 - Jogos híbridos**

Fonte: Paiva (2021)

Dentro desse contexto de jogo híbrido, pode-se contar com a implementação da Realidade Aumentada (RA) como elemento virtual. A RA é uma tecnologia que permite trazer objetos virtuais para o mundo real do usuário. A RA é uma tecnologia que permite visão e interação com o mundo real que se justapõe a elementos virtuais. Ela difere da Realidade Virtual (RV), pois na RV o usuário está imerso em um ambiente virtual, que pode ser muito diferente do ambiente real atual do usuário (FIALHO, 2018). Segundo Chien, Chen e Jeng (2010), a RA possui a capacidade de estimular a aprendizagem cinestésica, que utiliza outros sentidos além de visão, audição, tato, possibilitando assim estabelecer novas alternativas no ensino de pessoas com surdez. Dessa maneira, o uso da RA apresenta um papel bastante significativo no ensino de Química, pois permite a visualização de conceitos considerados abstratos.

## 1.2. Motivação

Trabalhos como os de Chung e Hsiao (2020) e Dass *et al.*, (2018) mostram a efetividade dos jogos híbridos com RA como ferramenta de ensino para desenvolver habilidades relacionadas aos conhecimentos de programação. Chung e Hsiao (2020) trazem o uso de um aplicativo com suporte de RA para auxiliar os alunos nas disciplinas de Ciência da Computação, e o resultado das análises estatísticas mostra que os participantes com suporte de AR fizeram programas de melhor qualidade com menos erros e menor quantidade de edições de código, em comparação com aqueles sem suporte de RA. Dass *et al.*, (2018) apresentam a avaliação de ambientes com RA para Aprendizagem de Programação, e os resultados sugerem que a RA pode ter potencial para aprimorar a experiência de aprendizagem de iniciantes para codificação,

especialmente para tarefas que são mais interativas e se beneficiam de feedback visual.

Em Estudante e Dietrich (2020), dos 57 alunos participantes da pesquisa sobre a utilização de um jogo híbrido com RA para auxiliar na associação de conceitos básicos de Química, 96% avaliaram a ferramenta como boa para aumentar a motivação em aprender, e 95% avaliaram como boa para melhorar a comunicação entre os estudantes. Além disso, estudos como o de Merilampi *et al.* (2021) demonstram que os jogos híbridos também podem ser efetivos na área da saúde para treinar o uso de equipamentos de proteção individual adequados em diferentes situações clínicas.

No entanto, a escala da pesquisa e a disponibilidade de produtos acessíveis para surdos no campo educacional são insignificantes quando comparadas com o campo da educação geral (Atanan *et al.*, 2017), principalmente no campo da RA. Revisões da literatura, como (Sousa *et al.*, 2017) e (Bell *et al.*, 2020), têm mostrado que o uso de tecnologias digitais acessíveis para pessoas surdas contribui para um processo de ensino e aprendizagem mais inclusivo. Ademais, tais tecnologias digitais podem promover a expansão da leitura, habilidades de escrita e desenho desses indivíduos, além de contribuírem para sua autonomia e inclusão social (Bell *et al.*, 2020).

### **1.3. Contexto e Percorso Profissional**

A autora desta dissertação é graduada em Química Licenciatura pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). O interesse pelo ensino de surdos iniciou-se em 2012, quando a escola na qual ela trabalhava implementou no EM (Ensino Médio) integrado os cursos técnicos de Instrução de Libras e de Tradução e Interpretação de Libras. Foi a partir desta nova experiência, lecionar para alunos surdos, que começou a perceber o quanto é desafiador e ao mesmo tempo gratificante trabalhar com esse público.

Na sua formação como professora de Química, aprendeu apenas o básico de Libras em uma disciplina cursada no último semestre. Até então, ainda não tinha tido nenhum conhecimento acerca da cultura surda. Vivenciando a prática já como professora de surdos, começou a se deparar com inúmeras dificuldades que iam desde a comunicação até a falta de materiais de apoio pedagógico para ensinar Química a alunos surdos. Foi a partir dessas dificuldades que a autora começou a buscar conhecer e aprender mais sobre Libras e sobre as formas de ensinar e aprender voltadas para pessoas com surdez, passando a construir suas próprias ferramentas pedagógicas.

Em 2015, especializou-se em Docência do Ensino Superior com Foco na Educação de Surdos, pela Universidade Cândido Mendes, UCAM. Em 2016 iniciou o curso de Libras no Centro de Referência em Educação e Atendimento Especializado do Ceará (Creacee).

Após aprovação no Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional (PPGTE) da Universidade Federal do Ceará (UFC), na linha de pesquisa Inovações e Práticas em Tecnologia Educacional sob a orientação do Professor Doutor Windson Viana de Carvalho e co-orientação do Professor Doutor Antônio José Melo Leite Júnior, a autora iniciou seus estudos. Ao longo das leituras, pesquisas, mudanças de projeto e inúmeras reflexões, a autora observou a necessidade urgente da produção de materiais tecnológicos que apoiem o ensino de Química para alunos surdos.

Diante do exposto, apresenta esta dissertação que tem como foco principal o desenvolvimento, aplicação e avaliação de um jogo híbrido inclusivo para o ensino de Química a alunos surdos e ouvintes cursistas do 3º ano do EM.

#### **1.4. Objetivos e Contribuições**

Pensando nas significativas contribuições de aprendizado que os jogos podem trazer, este trabalho tem como objetivo geral criar, aplicar e avaliar o uso de uma adaptação do jogo *Interactions 500* (DA SILVA JÚNIOR *et al.*, 2020) que por meio de técnicas de hibridização visa auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de Química de alunos surdos e ouvintes cursando o 3º ano do EM. Os objetivos específicos são:

- a) Alterar o jogo *Interactions 500* híbrido com uso de vídeos em Libras e RA para torná-lo acessível a usuários com surdez;
- b) Validar o jogo gerado como ferramenta de ensino e aprendizagem em aulas de “Química Orgânica”;
- c) Medir a aceitação e experiência de uso desse jogo híbrido com RA.

#### **1.5. Metodologia**

A metodologia deste trabalho está dividida em seis etapas. Na primeira etapa, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que segundo Galvão *et al.* (2019) é

uma modalidade de pesquisa que segue protocolos específicos e busca dar alguma logicidade a um grande corpus documental. O objetivo da RSL era encontrar as principais aplicações de RA, os métodos, os processos de avaliação conduzidos pelos autores e avaliar os principais benefícios e desvantagens do uso da RA no ensino de surdos. Essa revisão é apresentada no anexo A e explanada no Capítulo 4 do presente trabalho.

A partir da segunda etapa, a metodologia ocorreu de forma interativa, baseada no Design Centrado no Usuário (DCU). Nesta etapa, criou-se uma primeira adaptação analógica do jogo *Interactions 500* e realizou-se um teste com surdos e ouvintes dividido em duas sessões, uma com e a outra sem a presença do intérprete, para entender o funcionamento do jogo na prática e pensar em possíveis adequações.

Na terceira etapa, foi criada uma segunda versão analógica para ser apresentada a um novo grupo de alunos surdos e ouvintes do EM, apenas para familiarização com o jogo. Na quarta etapa, a segunda versão analógica foi reaplicada ao mesmo grupo da etapa anterior já se fazendo observações e avaliações. Na quinta etapa, foi desenvolvida, aplicada e avaliada uma versão híbrida que contém vídeos inclusivos em Libras para surdos e RA interativa.

Na sexta etapa, foram realizadas avaliações comparativas finais entre as versões analógica e híbrida, visando mensurar os impactos causados no processo de ensino e aprendizagem de Química, na aceitação e experiência do usuário surdo e ouvinte.

## **1.6. Organização da Proposta**

Este documento está estruturado em 6 capítulos, no qual este é o primeiro. No segundo capítulo, encontra-se a fundamentação teórica e são apresentados os principais conceitos que compõem esta pesquisa. No terceiro capítulo, a metodologia utilizada é detalhada e são esclarecidas todas as suas etapas. No quarto capítulo, é explanada a revisão sistemática da literatura realizada sobre a realidade aumentada no ensino de pessoas surdas. No quinto capítulo, é apresentado o produto desta pesquisa. No sexto capítulo, são apresentados resultados e discussões das etapas da pesquisa. Por fim, no sétimo capítulo, são apresentadas as considerações finais e trabalhos futuros.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Esta seção trata de alguns conceitos e marcos relacionados ao ensino de pessoas surdas e ao ensino de Química. Mais especificamente, busca definir os tipos de surdez, quais as formas de ensinar e aprender dos surdos e como os jogos podem contribuir com o ensino de Química.

### **2.1. ENSINO DE PESSOAS COM SURDEZ**

#### **2.1.1. SURDEZ**

A surdez/deficiência auditiva pode ser definida sob duas visões: o modelo biomédico, constituído no século XIX, e o modelo socioantropológico, iniciado no século XIX e que teve um grande crescimento no século XX (BISOL; SPERB, 2010).

Na visão biomédica, a surdez é definida como uma deficiência, visto que há uma “falta ou falha” no sentido da audição, colocando o surdo em desvantagem aos sujeitos ouvintes. Esta abordagem apresenta, como opção pedagógica, a reabilitação, a cura e o desenvolvimento da fala na pessoa com deficiência auditiva (BAMPI; GUILHEM; ALVES, 2010). Segundo este modelo, a surdez pode ser classificada, por exemplo, com base nos limiares tonais, como mostra o Quadro 1, que são medidos por meio de um teste audiométrico.

Rodrigues (2020) relata que, normalmente, pessoas com deficiência auditiva de suave a severa conseguem se comunicar por meio da língua oral e podem fazer uso de aparelhos auditivos ou implantes cocleares – dispositivos eletrônicos parcialmente implantados capazes de transformar sons em estímulos elétricos enviados diretamente ao nervo auditivo.

O outro modelo, seguido por este estudo, define surdez/deficiência auditiva com base na abordagem socioantropológica, que compreende a surdez enquanto uma diferença cultural e linguística, não considerando apenas a condição fisiológica. Nesta visão, há a construção de uma identidade cultural que singulariza uma comunidade. A surdez deixa de ser tratada para ser vivida, problematizada, politizada e construída diariamente a partir da relação dos surdos com a sociedade. Ao considerar a surdez como uma diferença e não como uma patologia, o surdo passa a ser considerado um sujeito capaz de desenvolver recursos próprios para viver em sociedade, não sendo inferior aos ouvintes. Esta abordagem apresenta, como opção pedagógica,

a educação bilíngue, segundo a qual o surdo adquire e utiliza a língua de sinais (LS). A LS é um idioma visual baseado nos movimentos das mãos e das expressões faciais e corporais, não auditivo e que não necessita da expressão vocal. No caso do Brasil, a Língua Brasileira de Sinais (Libras) – oficializada pela lei federal 10.436/2002 e regulamentada em dezembro de 2005, pelo Decreto Federal nº 5.626 – deve ser considerada a língua materna do surdo. Já a Língua Portuguesa (LP), em sua modalidade escrita, torna-se sua segunda língua (CAPOVILLA, 2000).

**Quadro 1 – Classificação da deficiência auditiva.**

Classificação da Surdez	Limiares tonais
Audição normal	0 a 15 decibéis
Deficiência auditiva suave	16 a 25 decibéis
Deficiência auditiva leve	26 a 40 decibéis
Deficiência auditiva moderada	41 a 55 decibéis
Deficiência auditiva moderadamente severa	56 a 70 decibéis
Deficiência auditiva severa	71 a 90 decibéis
Deficiência auditiva profunda	> 91 decibéis
*Média dos limiares tonais em 500, 1000 e 2000 Hz	

Fonte: Roeser & Downs, Martinez apud Redondo (2000)

Nessa visão socioantropológica, o fator aglutinante é a LS. Dessa forma, o que difere o surdo do deficiente auditivo é sua participação na comunidade e identificação com a cultura surda. Sob esse ponto de vista, Schmidt (2020) afirma que se identificar como surdo é suficiente para ser definido como tal, independente de seu nível de perda auditiva. Sendo assim, quem não se identifica como surdo passa a ser considerado deficiente auditivo.

O Decreto nº 5.296, que trata da acessibilidade de pessoas com deficiências, traz a seguinte distinção entre pessoa surda e deficiente auditivo:

Art. 2º Para os fins deste Decreto, considera-se pessoa surda aquela que, por ter perda auditiva, compreende e interage com o mundo por meio de experiências visuais, manifestando sua cultura principalmente pelo uso da Língua Brasileira de Sinais - Libras.

Parágrafo único. Considera-se deficiência auditiva a perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um decibéis (dB) ou mais, aferida por audiograma nas frequências de 500Hz, 1.000Hz, 2.000Hz e 3.000Hz.(BRASIL, 2005)

A Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta que a deficiência auditiva é uma situação bastante frequente no Brasil e ocorre em aproximadamente 5% da população (OMS, 2014). De acordo com um estudo publicado em parceria pelo Instituto Locomotiva e a Semana da Acessibilidade Surda, existem 10,7 milhões de pessoas com deficiência auditiva, dos quais 2,3 milhões têm deficiência severa. A surdez atinge 54% de homens e 46% de mulheres (GANDRA, 2019).

## **2.1.2. ABORDAGENS DE ENSINO**

### **2.1.2.1. BREVE HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO DOS SURDOS E SEUS DISPOSITIVOS LEGAIS**

É cada vez maior o número de alunos surdos presentes em salas de aula no Brasil. Segundo dados da Secretaria da Educação do Estado do Ceará (Seduc), a educação para surdos vem ganhando cada vez mais destaque e o número de matrículas realizadas nas escolas públicas vem aumentando a cada ano (CEARÁ, 2019). Entre 2015 e 2019, havia uma média de 895 alunos matriculados nas escolas estaduais. Em 2020, houve um crescimento em torno de 48% e a rede estadual de ensino do Ceará contou com 1.325 alunos surdos matriculados. Mas, segundo Bisol *et al.* (2010) esse cenário é recente, e decorre de muitas lutas enfrentadas pela comunidade surda que trouxeram conquistas como o reconhecimento da Libras e o desenvolvimento de propostas de educação bilíngue de qualidade para surdos.

Sacks (2010, p. 15) retrata que no século XVIII os surdos eram excluídos da sociedade, vivendo até mesmo em situações de miséria. Eram ainda considerados pela lei como “imbecis”, sendo privados de alfabetização e instrução, pois a sociedade os considerava incapazes de aprender.

Foi somente no final do século XVI e início do século XVII que surgiram na Europa os primeiros educadores de pessoas surdas em resultado dos movimentos voltados para o ensino

de surdos. Dentre esses educadores, destaca-se L'Épée, francês que fundou em Paris no ano de 1760 a primeira escola para surdos. A educação destes se iniciou com base no oralismo, que objetivava levar o surdo a falar e a desenvolver a competência linguística oral, e também na datilologia, representação manual das letras do alfabeto, que mais tarde deu origem a LS, mas que acabou tendo sua utilização proibida em uma votação no Congresso de Milão, em 1880, uma vez que a maioria votante era composta por ouvintes que defendiam o oralismo (SILVA *et al.*, 2019).

Conforme Goldfeld (2002), o oralismo dominou a educação de surdos até 1960, quando Willian Stokoe publicou estudos demonstrando que a LS é uma língua natural igual às demais, sendo capaz de promover a comunicação entre surdo e surdo, e surdo e ouvinte. Surge assim a filosofia bilíngue, juntamente com a identidade da comunidade surda, que propõe que o surdo deve adquirir a LS como primeira língua e a Língua Portuguesa (LP) ou língua pátria, nas formas oral e escrita, como segunda língua.

No Brasil, a educação de pessoas surdas é iniciada com a vinda de um professor surdo francês chamado Edward Huet para a criação do Imperial Instituto de Surdos-Mudos no Rio de Janeiro em 1856, que posteriormente, em 1957, passa a ser chamado Instituto Nacional de Educação de Surdos – INES, e criação da Libras (PINTO, 2007).

Em 1996, foi criada a Lei nº 9394, que estabelece a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), garantindo às pessoas surdas o direito de igualdade de oportunidade no processo educacional.

Com o fortalecimento e a mobilização dos movimentos surdos no Brasil, a Libras passou a ser reconhecida legalmente no dia 24 de abril de 2002 como primeira língua da comunidade surda, por meio da promulgação da Lei nº 10.436, que também dispõe sobre o uso da mesma em ambientes escolares (ALVES, 2019).

Em seu artigo 1º e parágrafo único a referida lei cita:

Art.1º É reconhecida como meio legal de comunicação e expressão a Língua Brasileira de Sinais - Libras e outros recursos de expressão a ela associados. Parágrafo único. Entende-se como Língua Brasileira de Sinais – Libras a forma de comunicação e expressão, em que o sistema linguístico de natureza visual- motora, com estrutura gramatical própria, constituem um sistema linguístico de transmissão de ideias e fatos, oriundos de comunidades de pessoas surdas do Brasil (BRASIL, 2002).

Mais recentemente, em 3 de agosto de 2021, foi sancionada a Lei nº 14.191, que altera a Lei nº 9.394/1996 (LDB) e insere a educação bilíngue de surdos como uma modalidade de ensino independente, o que possibilita o atendimento à comunidade surda por meio da educação bilíngue, respeitando seu direito de escolher o ensino em sua própria língua. Antes, a educação de surdos era incluída como parte da educação especial, conforme texto apresentado a seguir:

#### CAPÍTULO V-A: DA EDUCAÇÃO BILÍNGUE DE SURDOS

Art. 60-A. Entende-se por educação bilíngue de surdos, para os efeitos desta Lei, a modalidade de educação escolar oferecida em Língua Brasileira de Sinais (Libras), como primeira língua, e em português escrito, como segunda língua, em escolas bilíngues de surdos, classes bilíngues de surdos, escolas comuns ou em polos de educação bilíngue de surdos, para educandos surdos, surdo-cegos, com deficiência auditiva sinalizantes, surdos com altas habilidades ou superdotação ou com outras deficiências associadas, optantes pela modalidade de educação bilíngue de surdos (BRASIL, 2021).

### **2.1.2.2. MÉTODOS DE ENSINO PARA ALUNOS SURDOS**

O primeiro método utilizado no ensino de pessoas surdas foi o oralismo, que, como mencionado anteriormente, percebe a surdez como uma deficiência e busca uma “cura” por meio do desenvolvimento do treinamento auditivo, da leitura labial e da fala (FREITAS, 2017). Entretanto, essa metodologia não obteve bons resultados, surgindo assim a educação bilíngue, onde, conforme destacam Capovilla e Raphael (2008), o sujeito com surdez deve adquirir primeiramente a LS, considerada sua língua materna (L1), proporcionando o desenvolvimento cognitivo e linguístico necessários para a aquisição de uma segunda língua (L2). Aqui no Brasil, a L1 é a Libras e a L2 a LP, que serve de apoio para a escrita e a leitura.

Com o bilinguismo, percebe-se não só uma mudança metodológica, mas também ideológica, uma vez que a LS passa a ser reconhecida como língua natural dos surdos, entendendo-se sua relevância para a construção do conhecimento nas mais diversas áreas de ensino. Com a Lei nº 14191/2021, já citada anteriormente, a educação bilíngue de surdos é inserida na LDB como modalidade de ensino independente. Dessa forma, o ensino deve ser ofertado ao aluno surdo tanto em L1 como em L2, permitindo às pessoas com surdez assumirem

e vivenciarem sua identidade surda ao invés de quererem se adequar às metodologias utilizadas para ouvintes.

Lacerda e Santos (2013) afirmam que não basta oferecermos uma educação bilíngue aos surdos. Para que a aprendizagem de fato aconteça, é preciso utilizar metodologias que se beneficiem de toda a potencialidade visual que a Libras proporciona. Esta é uma língua gesto-visual que se utiliza dos movimentos corporais, mãos e expressões faciais (LIMA e SOUSA, 2020). Dessa forma, Freitas (2017) traz em seu estudo que os estímulos visuais são muito importantes no processo de ensino e aprendizagem de pessoas surdas, já que é através dos olhos que eles acessam as informações e se comunicam com o mundo.

Nesse sentido, dentro da educação bilíngue, a pedagogia visual se apresenta como uma importante metodologia no ensino de surdos. Essa prática é pautada na utilização de recursos visuais, sendo definida, a partir de Campello (2007), como a

[...] exploração de várias nuances, ricas e inexploradas, da imagem, signo, significado e semiótica visual na prática educacional cotidiana, procurando oferecer subsídios para melhorar e ampliar o leque dos “olhares” aos sujeitos surdos e sua capacidade de captar e compreender o “saber” e a “abstração” do pensamento imagético dos surdos (CAMPELLO, 2007, p. 130).

Fernandes e Freitas-Reis (2017) também utilizam em seus estudos o termo pedagogia visual ao se referirem às metodologias de ensino mais adequadas ao público surdo e o relacionam a uma prática didática que prioriza o uso de tecnologias visuais a serviço da aprendizagem. Ainda afirmam que as tecnologias atuais estão cada vez mais inseridas no âmbito escolar e podem contribuir para a elaboração de novos currículos e a criação de práticas e materiais didáticos mais eficientes, que favoreçam a inclusão de alunos surdos e a aprendizagem de todos, surdos e ouvintes.

Em particular, dado o tema do presente trabalho, em Freitas e Paz (2021), observa-se que a prática da pedagogia visual por meio da utilização de imagens trouxe um resultado bastante satisfatório ao ser aplicada durante as aulas sobre identificação das funções inorgânicas ácidos e bases, do 1º ano do EM do Instituto Federal da Bahia. A intervenção pedagógica foi realizada com uma aluna e baseou-se na pedagogia visual através de analogias entre cliques metálicos coloridos e as fórmulas moleculares das funções ácidos e bases apresentadas nas fichas modelo (Figura 2). Após a exposição do conteúdo com foco no visual, no lúdico e no

comparativo, o processo de compreensão da discente foi avaliado por meio da análise comparativa dos resultados obtidos com a resolução das atividades de Química antes e depois do artifício didático pedagógico. Observou-se que a metodologia empregada permitiu à discente construir mais facilmente o conhecimento acerca de ácidos e bases, como por exemplo, a discente assimilou a ideia que o cátion de um ácido é fixo, ou seja, será sempre o íon  $H^+$ , e, na base a parte fixa da fórmula é o ânion poliatômico, hidroxila ( $OH^-$ ), tomando como base a Teoria de Arrhenius. Isso foi observado quando a estudante foi instruída a representar com cliques as fórmulas de diversos ácidos e bases, sendo auxiliada pelo sistema de datilologia presentes nas fichas modelo.

**Figura 2 - Fichas das funções inorgânicas ácido e base**

**INSTITUTO FEDERAL**  
Bahia  
Campus Guanambi

FICHA DE ESTRATÉGIA DIDÁTICA INCLUSIVA

**ÁCIDOS**

Fórmula Geral:

**H<sup>+</sup>**

Cátion Fixo Variável

ânion

Anion	Sinalário
Br <sup>-</sup>	
Cl <sup>-</sup>	
F <sup>-</sup>	
I <sup>-</sup>	
S <sup>2-</sup>	
CN <sup>-</sup>	
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	
CH <sub>3</sub> O <sub>2</sub> <sup>-</sup>	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
ClO <sub>r</sub> <sup>-</sup>	
PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	

(Espaço reservado para os cliques)

**INSTITUTO FEDERAL**  
Bahia  
Campus Guanambi

FICHA DE ESTRATÉGIA DIDÁTICA INCLUSIVA

**BASES**

Cátion

Sinalário

Na <sup>+</sup>	
K <sup>+</sup>	
Li <sup>+</sup>	
Ca <sup>2+</sup>	
Mg <sup>2+</sup>	
Al <sup>3+</sup>	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	
Fe <sup>2+</sup>	
Ag <sup>+</sup>	
Zn <sup>+</sup>	

Fórmula Geral:

**cátion OH<sup>-</sup>**

Variável

ânion

Poliatômico

Fixo

(Espaço reservado para os cliques)

Fonte: Freitas e Paz (2021) -

Viana e Barreto (2011) também apresentam a utilização de um jogo (Cobras e escadas) como ferramenta visual para ensinar operações matemáticas de adição e subtração a alunos surdos. Os resultados mostraram que a partir da utilização do jogo, os alunos conseguiram avançar na compreensão e resolução dos problemas matemáticos apresentados. Os autores ainda afirmam que a metodologia utilizada foi fundamental para facilitar a aprendizagem dos alunos, confirmando que os elementos visuais se configuram como importantes instrumentos pedagógicos facilitadores da aprendizagem de surdos.

Diante do exposto, observa-se que a didática e as estratégias de ensino voltadas para pessoas surdas devem ser pensadas a partir do sentido principal responsável pela construção do conhecimento desses sujeitos: a visão.

## **2.2. ENSINO DE QUÍMICA**

A Química é uma ciência que estuda a matéria, suas transformações e as energias envolvidas nesses processos, contribuindo para os avanços tecnológicos da sociedade, ou seja, está presente em tudo. Partindo deste pressuposto, o ensino de Química transmite uma aprendizagem mais efetiva aos alunos, oferecendo-lhes a capacidade de associarem a teoria à prática (STRACK; MARQUES; PINO, 2009). De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino de Química tem como objetivo abordar questões do cotidiano do aluno (BRASIL, 2018) para que este tenha consciência do seu papel na sociedade e seja capaz de desenvolver uma visão crítica do que o cerca e utilizar o conhecimento adquirido para compreender, analisar e modificar situações reais (CARDOSO; COLINVAUX, 2000).

### **2.2.1. JOGOS NO ENSINO DE QUÍMICA**

Os jogos sempre estiveram presentes em nossas vidas e, na maioria das vezes, são definidos como uma atividade divertida que envolve alguma espécie de desafio, possui regras e que terá um ganhador ao final (DE QUADROS, 2018). Huizinga (2020) define jogo como

[...] uma atividade ou ocupação voluntária, exercida dentro de certos e determinados limites de tempo e de espaço, segundo regras livremente consentidas, mas absolutamente obrigatórias, dotado de um fim em si mesmo, acompanhado de um sentimento de tensão e de alegria e de uma consciência de ser diferente da "vida cotidiana". (HUIZINGA, 2020)

Diante do exposto, o referido autor classifica o jogo como uma atividade lúdica, pois se caracteriza como uma ação que envolve fantasia e divertimento. E cada vez mais se desenvolvem pesquisas relacionadas à ludicidade na educação. Esse fato ocorre devido às tentativas de reverter o insucesso escolar dos alunos em algumas disciplinas por meio justamente de atividades consideradas lúdicas, que possam despertar o interesse dos alunos e

motivar a aprendizagem (DA CUNHA, 2012).

Segundo Oliveira (2020), é possível identificar, pelo menos, três tipos de jogos: os analógicos, os digitais e os híbridos. Os analógicos não apresentam meios eletrônicos como elementos suportes do jogo. Nessa categoria, destacam-se os jogos de tabuleiro, como, por exemplo, o jogo de xadrez, jogos que envolvam cartas, como uno e pôquer, entre outros (VIANNA *et al.*, 2013). Os jogos digitais se diferenciam dos analógicos por apresentarem uma interface lúdica, que regula e orienta suas regras, ações e decisões por meio de recursos computacionais. Dentro desse tipo, encontram-se os jogos de computador, títulos de consoles de videogames, jogos em aplicativos para celulares entre uma variedade de outros tipos (SCHUYTEMA, 2008). Já os jogos híbridos mesclam elementos analógicos, como o uso de tabuleiro, e digitais, como o emprego paralelo de *smartphones* ou *tablets*, para enriquecer a experiência do jogador.

Nesse contexto, Prensky (2012) afirma que os jogos utilizados como ferramentas de aprendizagem podem melhorar os resultados escolares dos estudantes pelo fato de serem motivadores, divertidos, versáteis e capazes de se adaptarem a qualquer área do conhecimento. E esses resultados são oriundos do crescimento cognitivo que essa atividade é capaz de promover. Ao jogar, o indivíduo expressa sentimentos, pensamentos e vivencia variadas experiências que contribuem para seu crescimento intelectual e pessoal (ZABELINA e ROBINSON, 2010).

A literatura aponta que quando os jogos são utilizados para ensinar, a construção de novos conhecimentos se torna mais favorável pelo fato de se formarem novas estruturas cognitivas, que são resultantes dos pensamentos reflexivos desenvolvidos pelo jogador no processo de busca pela solução dos problemas apresentados no jogo (FELBER, 2008).

É importante salientar que todos esses benefícios que o uso de jogos traz para a educação, apresentados nas considerações anteriores, podem ser atingidos quando há uma estratégia pedagógica bem planejada, sendo também implementados de forma adequada e utilizados não como ferramentas únicas de ensino, mas como complemento didático (KARAKOÇ, 2020). O jogo precisa estar associado ao conteúdo curricular e é fundamental que o jogador reconheça seu significado para justificar sua motivação e o esforço empregado na realização da ação, tal como é sugerido por Zimmerman (2008).

Não basta apenas propor o uso do jogo por si só em sala de aula, pois acaba-se tendo um alcance limitado no processo de aprendizagem. É necessário observar se os alunos estão

atingindo os objetivos sugeridos e se estão de fato conseguindo associar o conteúdo explanado com a atividade realizada (FERNANDES, 2010). E é justamente nesses pontos que a literatura aponta a causa de insucesso em alguns estudos. Quando Hassan e Hamari (2019) analisaram os pontos positivos e negativos da aplicação de jogos em sala de aula, perceberam que um mau planejamento da atividade pode desviar seu real objetivo. Nesse estudo, durante uma aula experimental, os alunos não conseguiram focar na construção de conhecimentos e acabaram exaltando apenas o espírito de competitividade gerado pela ação realizada.

Kishimoto (2003) relata que o jogo pode ser utilizado tanto para recreação quanto para facilitar o ensino de conteúdos escolares, sendo considerado um instrumento de ensino. Entretanto, é preciso estabelecer um equilíbrio entre essas funcionalidades. O jogo precisa não só trabalhar o lúdico, mas também despertar o pensamento reflexivo do aluno, levando-o a evoluir na aquisição de conhecimentos (FELBER *et al.*, 2018).

No ensino de Ciências e, mais especificamente no ensino de Química, os jogos também podem ser usados como estratégias pedagógicas para auxiliar na aprendizagem de conteúdos disciplinares, a exemplo dos relatos apresentados nas considerações anteriores. Nas últimas décadas, diversos estudos envolvendo o uso de jogos no ensino de Química foram publicados (DA SILVA JÚNIOR *et al.*, 2020).

Da Silva Júnior *et al.* (2020) desenvolveram um jogo híbrido, o *Interactions 500*, um jogo multilíngue (português, inglês, espanhol, e francês), gratuito, dinâmico e fácil de jogar que permite aos alunos revisar conceitos relacionados a forças intermoleculares em um ambiente colaborativo. É um jogo híbrido composto por um tabuleiro físico (Figura 3) e um aplicativo (Figura 4), que foi desenvolvido usando o Unity 3D<sup>2</sup> para os sistemas operacionais *Android* e *iOS*, contendo cartas com afirmações que devem ser classificadas pelos jogadores como verdadeiras ou falsas. Caso a resposta esteja correta, o aplicativo mostra o movimento

---

<sup>2</sup>A *Unity* é uma plataforma de desenvolvimento 3D em tempo real para criar aplicativos 2D e 3D, como jogos e simulações, usando .NET e a linguagem de programação C.

que cada jogador deve fazer no tabuleiro. Quando a resposta está errada, o jogador não deve movimentar sua peça (DA SILVA JÚNIOR *et al.*, 2020). Estes mesmos autores mostraram que os alunos aceitaram bem a ferramenta como um instrumento educacional e os resultados revelaram que o jogo também promoveu a aprendizagem dos alunos de graduação da UFC por meio da solução convencional de exercícios de classe.

Figura 3 - (A) Tabuleiro 1. (B) Tabuleiro 2.



Fonte: Da Silva Júnior *et al.*, 2020

Figura 4 -(A) Tela principal. (B) Carta. (C) Verificando a resposta correta. (D) Caminho que o jogador irá mover sua peça no tabuleiro.

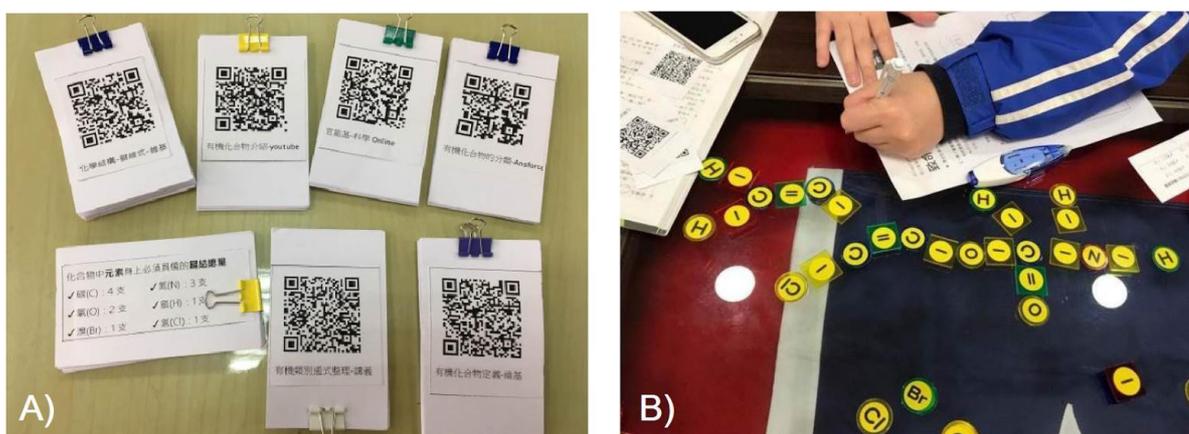


Fonte: Da Silva Júnior *et al.*, 2020

WU *et al.* (2018) também avaliam a eficácia de um jogo híbrido, agora para auxiliar no entendimento de Estruturas Químicas. No jogo, os alunos do EM precisam descobrir uma substância que envenenou um cientista famoso. As pistas são acessadas por meio de cartas com *QRcode*, utilizando a câmera de um dispositivo móvel, que projetam estruturas químicas em formas de vídeos do *Youtube*, *Wikipedia* e documentos *online* preparados pelo professor (Figura

5). Os resultados sugeriram que a atividade de ensino usando um jogo híbrido poderia ser mais útil para promover a compreensão dos alunos sobre as estruturas e grupos funcionais de Química Orgânica em comparação com o modelo de ensino tradicional baseado em aulas expositivas. Além disso, os alunos avaliaram a atividade de como positiva, proporcionando ótimas experiências.

**Figura 5 - (A) Cartas com QRcode; (B) Aluno jogando**



Fonte: WU et al. (2018)

### 2.2.2. ENSINO DE QUÍMICA PARA PESSOAS COM SURDEZ

As Ciências possuem uma linguagem própria, muito mais densa que a linguagem coloquial, que muitas vezes acaba dificultando a compreensão dos alunos, deixando-os desmotivados para aprender. Na Química, mais especificamente, estudam-se muitos conteúdos abstratos e com terminologias bem específicas.

Botelho (2002) relata que um aspecto muito importante no ensino de Química para pessoas surdas é a utilização de metodologias que envolvam outros sentidos, além da audição, como a expressão corporal e o tato, juntamente com a visão. Pessoas com deficiência auditiva têm as mesmas possibilidades de desenvolvimento que as pessoas ouvintes, desde que lhe sejam dadas condições adequadas de aprendizado.

Em paralelo, Reis (2015) afirma que os alunos surdos têm dificuldade de se inserirem e, principalmente, de permanecerem no ambiente escolar em virtude da falta de comunicação e de metodologias que possibilitem a aprendizagem desses estudantes.

Assim, a aprendizagem do aluno com surdez em Química é mais lenta não por uma

questão de cognição ou falta de capacidade, e sim porque, diferente do aluno ouvinte, os surdos recebem comumente menos estímulos adequados que promovam a aprendizagem (BENITE *et al.*, 2008). No contexto da aula de Química, muitas vezes o professor emprega mais recursos orais que visuais, desfavorecendo o surdo.

Diante do exposto, infere-se que a construção do conhecimento em Química do aluno surdo demandará um tempo maior em relação ao aluno que escuta o professor. Para minimizar essas questões, tem-se a necessidade de se fazer uso de práticas pedagógicas redirecionadas, permitindo que o surdo tenha as mesmas condições do aluno ouvinte de aprender. De acordo com Gomes *et al.* (2015) ensinar Química a surdos requer o uso de uma pedagogia pautada no visual, por meio de recursos multimodais, imagéticos e materiais concretos que permitam a associação com o conteúdo ministrado.

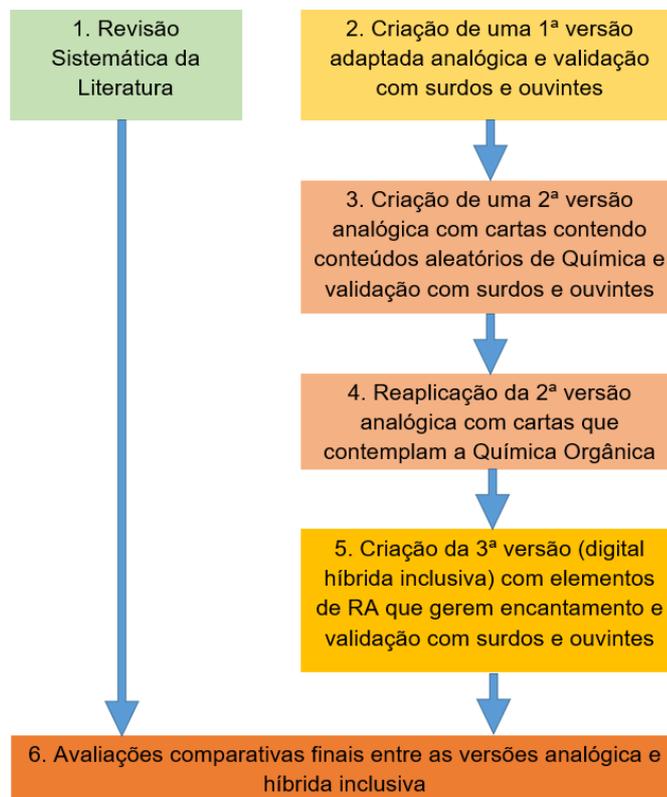
### 3. METODOLOGIA

Neste capítulo, são apresentadas as etapas da pesquisa, bem como os objetivos, sujeitos, materiais e os procedimentos, incluindo os métodos de avaliação das versões produzidas até chegar a versão híbrida inclusiva. As seis etapas são resumidas na Figura 6. A etapa 1 foi realizada em paralelo com as etapas 2, 3, 4 e 5.

#### 3.1. Etapas da pesquisa

A pesquisa deste trabalho é do tipo pesquisa-ação, na qual o pesquisador desenvolve o conhecimento e a compreensão como parte de sua prática docente (THIOLLENT, 2022), e está dividida em seis etapas que são detalhadas a seguir. Ressalta-se que o comitê de ética da Universidade Federal do Ceará aprovou o protocolo do estudo (APÊNDICE A) e todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes do início do estudo.

**Figura 6 - Fluxo da metodologia**



Fonte: Elaborada pela autora

### 3.1.1. Etapa 1 - Revisão Sistemática da Literatura

A primeira etapa da pesquisa foi uma revisão sistemática da literatura (submetida a um periódico especializado na área que já está na segunda rodada de revisões) que visa levantar, analisar e sintetizar a literatura existente sobre o uso de RA para ensinar pessoas surdas, e é discutida mais detalhadamente no Capítulo 4 e se encontra na íntegra no anexo A.

### 3.1.2. Etapa 2 - Criação de uma 1ª versão adaptada analógica e validação com surdos e ouvintes

Para moldar essa etapa e as outras que se seguem, adotou-se o Design Centrado no Usuário (DCU). Definido por Lowdermilk (2013), DCU é uma metodologia de desenvolvimento de *software* para desenvolvedores e designers que auxilia na criação do *software* que atenda à necessidade de seus usuários. O DCU busca trazer o usuário para dentro do processo de criação de algum projeto, fazendo com que o jogo seja desenvolvido com base no que o usuário necessita e pede, ao invés de adaptar suas atitudes e comportamentos para aprender a utilizar a ferramenta, garantindo uma melhor experiência do usuário (LOWDERMILK, 2013). Nesta etapa, o jogo *Interactions 500*, que contém cartas de interações moleculares mais ligadas ao ensino superior, foi adaptado para o contexto do EM e para o conteúdo de Química Orgânica. Características desta etapa:

- **Objetivo** - Apresentar o jogo *Interactions 500*, suas regras e funcionalidade, e observar o comportamento dos jogadores para criar as próximas versões.
- **Sujeitos** - Alunos surdos e ouvintes do 3º ano do EM de uma escola pública do Ceará.
- **Procedimento** - Confeção de novas cartas contendo o conteúdo de Química Orgânica, de novos elementos analógicos do jogo, sua aplicação e observação em sala de aula.

### 3.1.3. Etapa 3 - Criação de uma 2ª versão analógica com cartas contendo conteúdos aleatórios de Química e validação com surdos e ouvintes

Nesta etapa, foram realizadas modificações no jogo a partir das observações feitas na etapa 2, com aplicação e validação com um novo grupo de alunos surdos e ouvintes. Características desta etapa:

- **Objetivo** - Apresentar o jogo *Interactions 500* e familiarizar os jogadores com as regras e funcionalidade das próximas versões.
- **Sujeitos** - Alunos surdos e ouvintes do 3º ano do EM de uma escola pública do Ceará.
- **Procedimento** - Confecção de novas cartas contendo conteúdos aleatórios de Química, de novos elementos analógicos do jogo, sua aplicação e observação em sala de aula.

### 3.1.4. Etapa 4 - Reaplicação da 2ª versão analógica com cartas que contemplam a Química Orgânica

Nesta etapa, a versão 2 analógica foi aplicada com o mesmo grupo de sujeitos da etapa anterior. Foram utilizadas 13 cartas que estão também presentes na versão híbrida inclusiva.

- **Objetivo** - Observar o comportamento dos jogadores e avaliar a experiência de jogo sob o ponto destes, e medir o prévio grau de conhecimento dos alunos no conteúdo Química Orgânica por meio da aplicação de um pré-teste (Anexo C).
- **Sujeitos** - Alunos surdos e ouvintes do 3º ano do EM de uma escola pública do Ceará.
- **Procedimento** - Confecção de novas cartas contendo conteúdos de Química Orgânica; aplicação do jogo; aplicação do questionário MEEGA+ (Anexo B) sobre aceitação/usabilidade traduzido e interpretado, e de um pré-teste para mensurar o conhecimento dos alunos sobre o assunto. O MEEGA+ foi escolhido em virtude da sua confiabilidade e validade. Petri e Von Wangenheim (2019) indicam que uma análise baseada na perspectiva de 19 especialistas em jogos educativos apontou o MEEGA+ como um método válido e confiável e que fornece suporte sistemático para avaliações de jogos. Pode ser utilizado por criadores de jogos, instrutores e pesquisadores para

avaliar jogos como base para seu aprimoramento e adoção efetiva e eficiente na prática para o ensino de informática.

### **3.1.5. Etapa 5 - Criação da 3ª versão (híbrida inclusiva) com elementos de RA que gerem encantamento e validação com surdos e ouvintes**

Nesta etapa, foi confeccionada a versão híbrida inclusiva contendo elementos de RA relacionados ao conteúdo de Química Orgânica e vídeos com a tradução e interpretação das cartas para serem adicionados no aplicativo do jogo. Características desta etapa:

- **Objetivo** - Entender o funcionamento em sala de aula do jogo híbrido inclusivo com foco na usabilidade e experiência de pessoas surdas e ouvintes, comparando com a versão analógica da etapa anterior; observar se apenas com os vídeos do intérprete as pessoas surdas conseguem jogar de forma autônoma; e analisar se a versão híbrida inclusiva contribuiu para um ganho na aprendizagem comparando-se os resultados do pós-teste com os do pré-teste aplicado na etapa anterior.
- **Sujeitos** - Alunos surdos e ouvintes do 3º ano do EM de uma escola pública do Ceará.
- **Procedimento** - Desenvolvimento, aplicação e observação da versão híbrida inclusiva; aplicação do questionário MEEGA+ (Anexo B) traduzido e interpretado e de um pós-teste (Anexo D).

### **3.1.6. Etapa 6 - Avaliações comparativas finais entre as versões analógica e híbrida inclusiva**

Nesta etapa, os dados coletados nas etapas 4 e 5 foram tabulados e analisados para a escrita dos resultados e das considerações finais desta dissertação.

## 4. RSL SOBRE REALIDADE AUMENTADA NO ENSINO DE PESSOAS SURDAS

Como já mencionado anteriormente, a educação para surdos é repleta de desafios, principalmente pelo fato de não se empregar ferramentas visuais durante as aulas e por não ofertar materiais na LS. Para minimizar esses desafios, surgiram as tecnologias digitais, como por exemplo, a RA, que, como já definida anteriormente, permite complementar o mundo real com componentes virtuais (gerados por computador), fazendo objetos físicos reais e objetos virtuais coexistirem no mesmo espaço do mundo real. Durante o desenvolvimento desta pesquisa, foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL), já submetida a um periódico especializado na área, e que se encontra no anexo A, sobre o uso de uma tecnologia digital proeminente: a RA.

### 4.1. Objetivos e Questões Principais

A RSL buscou responder os seguintes questionamentos:

- Quais as áreas do conhecimento os autores utilizam a RA para ensinar pessoas surdas?
- Quais as tecnologias utilizadas?
- Para quais plataformas foram desenvolvidas?
- Como são aplicadas e avaliadas as ferramentas que usam RA?
- E quais as vantagens e desvantagens delas ?

Na pesquisa, combinaram-se os métodos de pesquisa em bancos de dados de artigos com o método *Snowballing* (*Backward* e *Forward*), método que consiste em procurar as referências de artigos incluídos no trabalho para identificar trabalhos que potencialmente sejam de interesse para a pesquisa. O processo envolveu três etapas principais: planejamento, condução e relato da pesquisa. Para o design do RSL, as diretrizes propostas por Kitchenham *et al.* (2009) e as etapas do método *Snowballing* seguiram Cohen (2011) e Wohlin (2014). A RSL sintetiza a literatura sobre aprendizagem baseada em RA para pessoas surdas. Procurou-se identificar os elementos de *design* e seus impactos nas pesquisas existentes dedicadas à aplicação de RA neste contexto de aprendizagem.

## 4.2. Artigos encontrados

De 1.582 documentos, foram encontrados 26 estudos (Tabela 1) publicados em jornais e conferências entre 2006 e 2020 usando e avaliando RA para educação de pessoas surdas. O foco era responder a cinco questões de pesquisa com o objetivo de sintetizar as principais aplicações da RA, os métodos, os processos de avaliação conduzidos pelos autores dos 26 artigos e mostrar os principais benefícios e desvantagens do uso de RA na educação para pessoas surdas.

**Tabela 1 - Artigos selecionados na RSL**

Artigo	Título	Área de Ensino	Autores	Ano da publicação
1	Analysis of user requirements for a mobile augmented reality application to support literacy development amongst hearing-impaired children	Língua de Sinais	Al-Megren, S. and Almutairi, A.	2019
2	Anatome: Anatomy Teaching and Learning Designed for All	Anatomia humana	Ferreira <i>et al.</i>	2019
3	Applying Universal Design for Learning in Augmented Reality Education Guidance for Hearing Impaired Student	Tecnologia da Informação	Luangrungruang, T. and Kokaew, U.	2018
4	Assessing the Effectiveness of an Augmented Reality Application for the Literacy Development of Arabic Children with Hearing Impairments	Língua de Sinais	Al-Megren, S. and Almutairi, A.	2018
5	Assessing the Efficiency of Using Augmented Reality for Learning Língua de Sinais	Língua de Sinais	Kožuh <i>et al</i>	2015
6	Assistive AR Technology for Hearing Impairments in Driving Lessons	Sinais de trânsito	Salomia <i>et al.</i>	2018
7	Assistive Learning for Hearing Impaired College Students using Mixed Reality: a Pilot Study	Anatomia humana	Luo <i>et al.</i>	2012

<b>8</b>	Augmented Reality Model to Aid Al-Quran Memorization for Hearing Impaired Students	Religião	Ahmad <i>et al.</i>	2019
<b>9</b>	Augmented Reality Língua de Sinais Teaching Model for Deaf Children	Língua de Sinais	Garnica, J. J. C. and Arrieta, M. A. G.	2014
<b>10</b>	Augmented Reality Supporting Deaf Students in Mainstream Schools: Two Case Studies of Practical Utility of the Technology	Língua de Sinais	Ioannou, A. and Constantinou, V.	2018
<b>11</b>	Augmented Língua de Sinais Modeling (ASLM) with interaction design on smartphone - an assistive learning and communication tool for inclusive classroom	Língua de Sinais	Deb <i>et al.</i>	2018
<b>12</b>	Development of Learning Support Equipment for Língua de Sinais and Fingerspelling by Mixed Reality	Língua de Sinais	Hirabayashi <i>et al.</i>	2019
<b>13</b>	Development of Língua de Sinais Communication Skill on Children through Augmented Reality and the MuCy Model	Língua de Sinais	Cadeñanes J., Arrieta A.G.	2014
<b>14</b>	Owl Pellets and Head-mounted Displays: A Demonstration of Visual Interaction for Children who Communicate in a Sign Language	Ciências	Jones, Michael <i>et al.</i>	2013
<b>15</b>	E-Future Classroom : A study Mixed Reality Learning Environment for Deaf Learners in Thailand	Ciências	Atanan <i>et al.</i>	2017
<b>16</b>	Enssat: wearable technology application for the deaf and hard of hearing	Língua de Sinais	Alkhalifa, S. and Al-Razgan, M.	2018
<b>17</b>	Glass Vision 3D: Digital Discovery for the Deaf	Língua de Sinais	Parton, B. S.	2017

<b>18</b>	Head mounted displays and deaf children: Facilitating Língua de Sinais in Challenging Learning Environments	Língua de Sinais	Jones <i>et al.</i>	2014
<b>19</b>	Improving graphic expression training with 3D models	Arquitetura	Alvarez <i>et al.</i>	2017
<b>20</b>	KiNEEt: application for learning and rehabilitation in special educational needs	Matemática	Castelo <i>et al.</i>	2018
<b>21</b>	Mixed-methods research: a new approach to evaluating the motivation and satisfaction of university students using advanced visual technologies	Arquitetura	Fonseca <i>et al.</i>	2015
<b>22</b>	Rounding-augmented reality book and smartphone for deaf students in achieving basic competence	Matemática	Hasanah <i>et al.</i>	2020
<b>23</b>	SiLearn: an intelligent sign vocabulary learning tool	Língua de Sinais	Joy <i>et al.</i>	2019
<b>24</b>	The development of Mathematics teaching materials integrating by Augmented Reality Software and Android for deaf students	Matemática	Anshori, H and Novianingsih, K	2020
<b>25</b>	Virtual and Augmented Reality as Spatial Ability Training Tools	Matemática	Dünser <i>et al.</i>	2006
<b>26</b>	Virtual environments as a tool for improving sequence ability of deaf and hard of hearing children	Linguagem sequencial	Eden, S. and Ingber, S.	2014

Fonte: Elaborada pelo autor

### 4.3. Principais Resultados

A RSL seguiu os seguintes critérios de inclusão e exclusão: o artigo deveria propor uma técnica ou um método para o uso de RA com os alunos surdos; documentos como livros e capítulos foram excluídos; o artigo deveria conter avaliações com surdos; o artigo deveria estar em inglês. A seguir seguem alguns dos principais resultados.

Hasanah *et al.* (2020) trazem um estudo sobre a criação e utilização de um livro com marcadores na forma de imagens para tecnologia de RA, que são lidos através da câmera de smartphones (Figura 7), para facilitar a obtenção de competências matemáticas básicas por parte de alunos surdos de duas escolas do ensino fundamental da Indonésia.

Os autores afirmam que o uso do livro de RA e do aplicativo de smartphone de RA em ambas as escolas atendeu aos critérios de avaliação e se mostrou eficaz para alunos surdos no alcance de competências matemáticas básicas. Os dois dispositivos também foram bem avaliados pelos alunos.

**Figura 7 - Alunos utilizando o livro e o aplicativo de RA para smartphone**



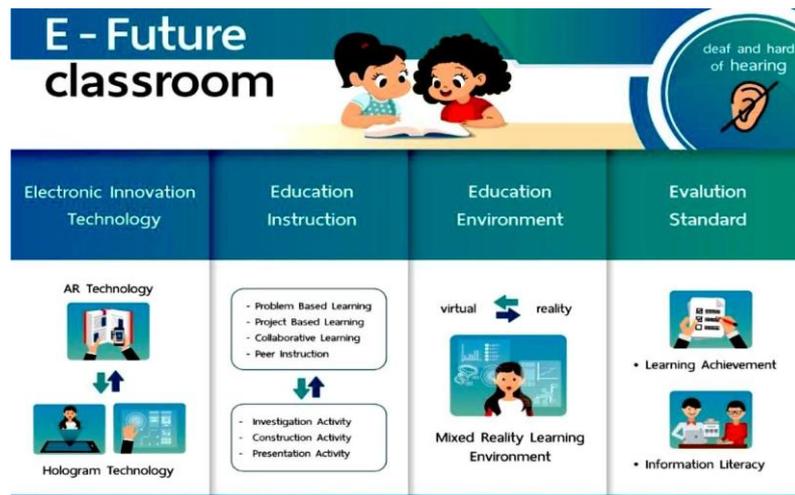
Fonte: Hasanah *et al.* (2020)

Em Atanan *et al.* (2017), foi montada uma sala de aula real para os alunos surdos contendo vários elementos, como: (1) tecnologia inovadora eletrônica, (2) instrução educacional, (3) ambiente educacional (ambiente de aprendizagem de realidade mista) e (4) padrão de avaliação (Figura 8).

A sala de aula foi montada e equipada com smartphones e vários marcadores na forma de QRcode distribuídos no ambiente que, quando escaneados com a câmera, mostravam na forma de texto e imagens informações que abrangiam diversos tópicos, incluindo estrutura, reprodução, crescimento das plantas e recursos naturais, distribuídas em diferentes pontos da sala em livros e pôsteres. Os alunos utilizaram os smartphones com aplicativo para ler os marcadores por meio da tecnologia RA e responder perguntas de uma atividade investigativa

passada pelo professor. As informações foram fornecidas junto com a LS para melhor compreensão. Os resultados mostraram que a pontuação obtida pelos alunos em um pós teste aumentou em 84,62%.

**Figura 8 - Elementos da sala de aula do e-futuro para surdos**



Fonte: Atanan et al. (2017)

Anshori e Novianingsih (2020) trazem a criação de um material didático integrado por software de RA e Android para auxiliar os alunos surdos no aprendizado de matemática e no domínio de competências básicas, principalmente no tópico Ângulos (Figura 9).

**Figura 9 - Aluno observando a animação do ângulo em RA**



Fonte: Anshori e Novianingsih (2020)

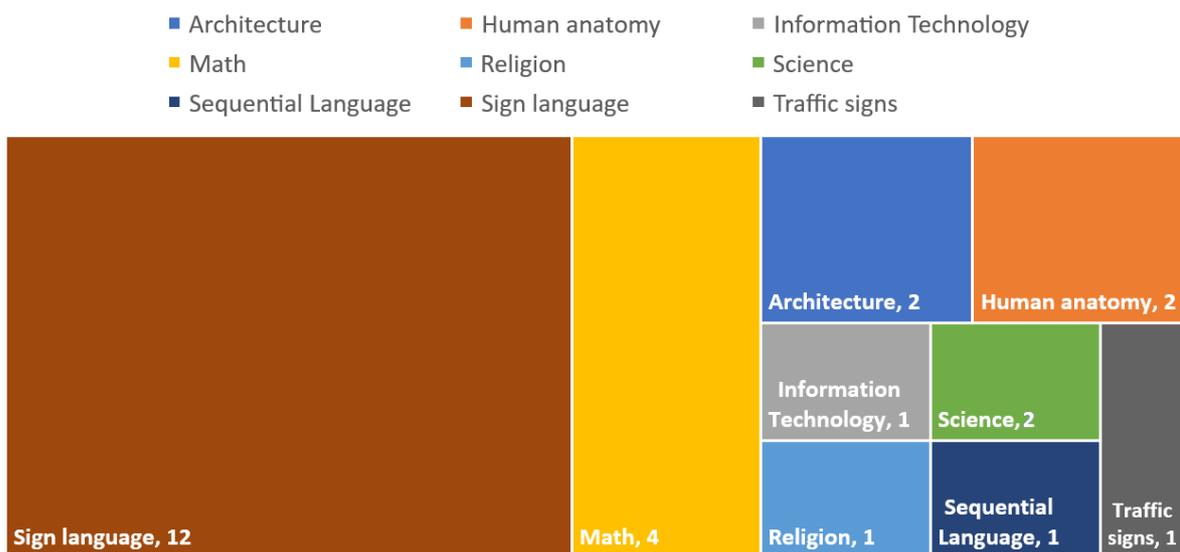
O material didático foi avaliado por especialistas, sendo considerado muito bom e viável para o ensino de matemática a surdos. O aluno que testou o material foi capaz de resolver questões práticas relacionadas a reconhecer, medir, desenhar e identificar os tipos de ângulos e ainda afirmou que gostou bastante de aprender com a nova ferramenta, sentindo-se motivado.

#### 4.4. Discussão

Com a revisão sistemática, foi possível perceber que a área do conhecimento que mais utilizou RA como tecnologia para educação de pessoas surdas foi no Ensino de línguas (12 estudos), seguido de estudos na área da Matemática (4); e apenas 1 estudo na área de Ciências, mostrando a necessidade de desenvolver novos estudos com a utilização de RA para ensino de pessoas surdas nesta área do conhecimento (Figura 10).

Outro destaque foi o uso de soluções baseadas em marcadores (60%). Essas soluções são mais acessíveis (por exemplo, usando marcadores impressos com base em imagens, texto ou *QRcode*) e pode ser mais fácil para os professores replicarem em suas escolas. Por fim, em relação ao desenvolvimento das soluções, os autores mencionaram o uso das tecnologias *Vuforia*<sup>3</sup> e *Unity 3D*<sup>2</sup> com mais frequência (20% e 28% de estudos, respectivamente).

**Figura 10 - Áreas de conhecimento usando *software* RA para ensinar pessoas surdas**



Fonte: Elaborada pelo autor

A revisão sistemática também mostrou que o uso de RA oferece vários benefícios em atividades educacionais envolvendo alunos surdos: melhoria na escrita, leitura, comunicação, relações sociais e motivação pessoal. Em contrapartida, os estudos também demonstraram algumas desvantagens de usar soluções baseadas em smartphones devido ao pequeno tamanho

<sup>3</sup>O *Vuforia* é uma plataforma de criação de conteúdo de RA

da tela dos dispositivos e da dificuldade de manusear o material.

Portanto, o estudo do uso da RA no ensino de Ciências para pessoas surdas é extremamente relevante. Como já demonstrado anteriormente, pesquisadores já provaram que a Química e a Física se beneficiam das tecnologias de RA, que podem ajudar a visualizar átomos, moléculas e até reações. Com a adaptação adequada, essa tecnologia afeta positivamente os alunos surdos, pois possuem a mesma capacidade cognitiva se o conteúdo for adequado à sua proficiência linguística em LS.

## 5. O PRODUTO

Este estudo visa apresentar uma proposta de jogo como ferramenta adicional para o ensino de Química. Para tanto, foi desenvolvida uma versão específica do jogo *Interactions 500*, voltada a revisar o conteúdo de **Química Orgânica**, o *Accessible Interactions 500*. Esta versão é **inclusiva** para que **pessoas surdas** e ouvintes joguem juntas. O jogo foi desenvolvido pela autora desta dissertação em conjunto com um aluno do curso de graduação em Sistemas e Mídias Digitais da Universidade Federal do Ceará. Optou-se pela extensão do *Interactions 500* pelo grupo de pesquisa LDSE (Laboratório de Design de Softwares Educacionais), ter fornecido acesso ao código-fonte do jogo original e pelo fato do jogo já ter se mostrado efetivo em termos de jogabilidade e interação para o ensino de química. O LDSE é um grupo de pesquisa da UFC que desenvolve ferramentas didático-computacionais para auxiliar professores e estudantes no processo de ensino e aprendizagem. As alterações necessárias para torná-lo acessível e adaptado ao contexto do 3º ano do EM consistiram, principalmente, em alterar as imagens e textos referentes às cartas além da inserção de elementos de Realidade Aumentada que são descritos a seguir.

### 5.1 Accessible Interactions 500

O *Accessible Interactions 500* é um **jogo híbrido**, ou seja, que combina elementos dos jogos analógicos com eletrônicos e digitais para melhorar a jogabilidade (PAIVA, 2021), **bilíngue** (português e **Libras**). Quanto aos elementos analógicos, possui um tabuleiro físico, que conta com duas versões para escolha, uma com menos obstáculos (Figura 3A) e outra com mais (Figura 3B); 10 peões (Figura 18) impressos; e 35 cartas também impressas contendo **QRcodes** (Figura 15) que levam a afirmações relacionadas ao conteúdo Química Orgânica. Todo o material encontra-se disponível para uso *online*<sup>4</sup>. O jogo original possui 500 cartas, mas para essa versão foram confeccionadas 35 inicialmente, pois o processo envolve custos de interpretação para Libras e buscou-se primeiro saber se a abordagem funcionava antes de aumentar o número de cartas.

---

<sup>4</sup>[https://drive.google.com/drive/folders/1gkyELqKX7qpXA5tZiX0\\_QshgNAx3E0MF?usp=sharing](https://drive.google.com/drive/folders/1gkyELqKX7qpXA5tZiX0_QshgNAx3E0MF?usp=sharing)

Quanto aos elementos digitais, o jogo conta com um aplicativo para plataforma *Android* que deve ser utilizado em um dispositivo móvel para escanear, utilizando a câmera, os *QRcodes* das cartas e visualizar as afirmações em RA. O jogador poderá visualizar as afirmações tanto em português, na forma de texto, como em Libras, por meio de um vídeo com intérprete, permitindo a inclusão por tornar o jogo mais acessível.

**Figura 11 - Tela inicial do Jogo**



Fonte: Elaborada pelo autor

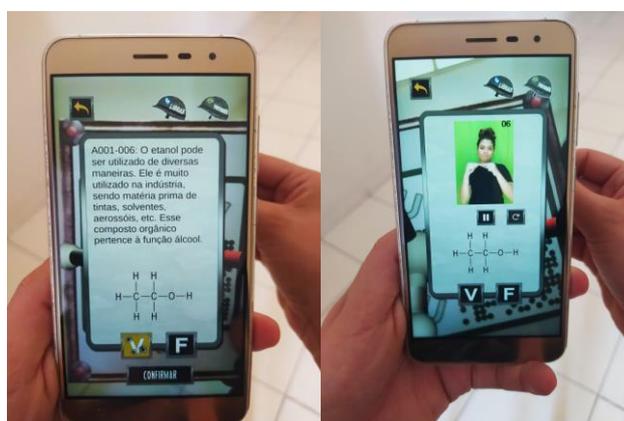
**Figura 12 - Escaneando a carta**



Fonte: Elaborada pelo

autor

**Figura 13 - Escolhendo o idioma**



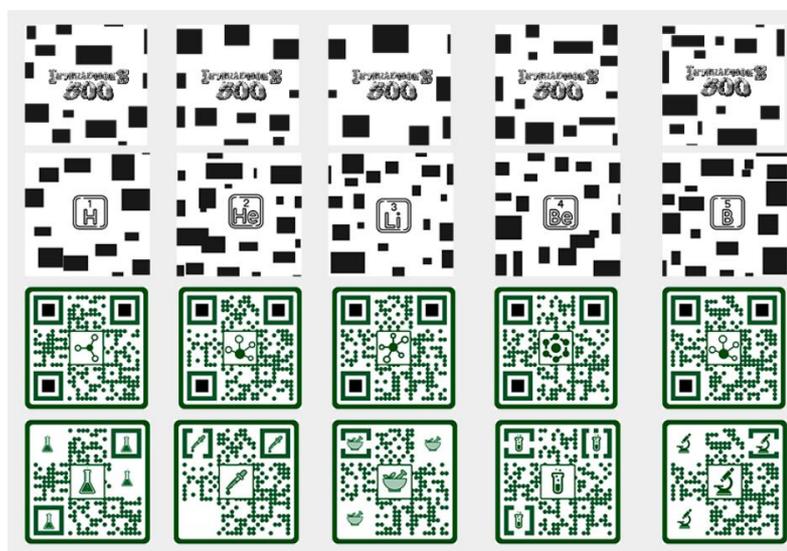
Fonte: Elaborada pelo autor

Por meio do aplicativo, também é possível visualizar em RA as estruturas químicas orgânicas que algumas cartas possuem e o movimento que cada jogador deverá fazer com o seu peão no mapa sempre que acertar uma afirmação.

Para realizar as alterações no jogo original, o *Interactions 500*, com 27MB, e produzir a nova versão, o *Accessible Interactions 500*, foi utilizada a mesma plataforma da versão original, a Plataforma *Unity 3D*<sup>2</sup>, em conjunto com o *Vuforia*<sup>3</sup>. A escolha foi feita porque a *Unity 3D* possibilita inserir a RA possui em seus projetos por meio da biblioteca do *Vuforia*. A versão final tem 147,4 MB .

Os *QRcodes* utilizados foram gerados com o auxílio de um programa *online*<sup>5</sup> e personalizados com o auxílio do programa *Adobe Photoshop*, onde também foram confeccionadas todas as 35 cartas do jogo (Figura 15). A personalização foi necessária, pois os *QRcodes* apresentaram um problema de confusão (o mesmo QRcode fazia referência a cartas diferentes) durante os testes iniciais, e precisaram ser atualizados diversas vezes até que o problema fosse sanado (Figura 14). Para isso, os QRcodes foram criados um a um utilizando o *Photoshop*. Os arquivos das moléculas químicas em 3D foram gerados a partir do programa gratuito *Chemsketch*<sup>6</sup> .

Figura 14 -Versões dos *QRcodes*



Fonte: Araújo (2022)

<sup>5</sup> <https://www.qrcodefacil.com/> e modificados com o auxílio do programa *Adobe Photoshop*

<sup>6</sup> <https://www.acdlabs.com/resources/free-chemistry-software-apps/chemsketch-freeware/>

Figura 15 - Frente e verso das cartas do *Jogo Accessible Interactions 500*



Fonte: Elaborada pela autora

## 5.2 Jogabilidade

Figura 16 - Tabuleiro



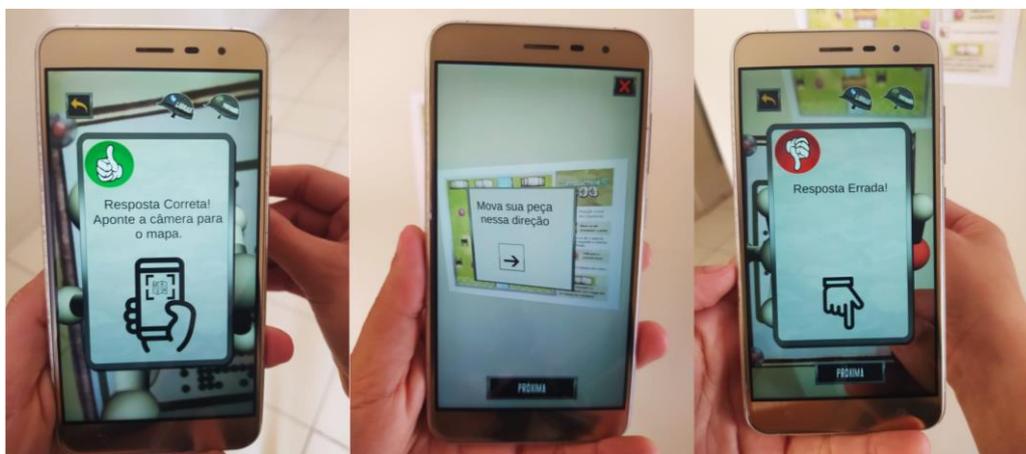
Fonte: Elaborada pela autora

O jogo foi projetado para dois a dez participantes jogarem simultaneamente. Inicialmente, os jogadores devem definir por sorteio as suas posições de partida na parte inferior do tabuleiro (Figura 16), bem como a ordem de movimento das peças. Em seguida, cada jogador utilizará um *smartphone* individualmente para abrir o aplicativo e clicar no botão “Jogar” (Figura 11).

A carta da jogada deve ser sorteada e será a mesma para todos os jogadores. Todos

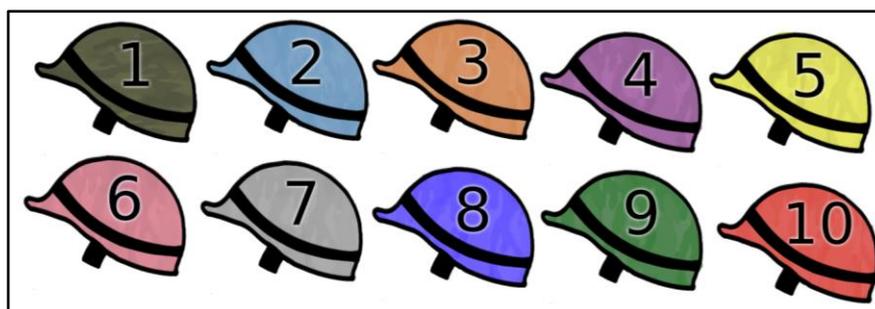
devem escanear o *QRcode* da carta, que poderá apresentar ou não uma molécula orgânica em 3D referente a afirmação, e clicar no botão “Pergunta” (Figura 12). A afirmação será apresentada, podendo ser visualizada em português ou Libras (Figura 13), e deverá ser classificada como falsa ou verdadeira, clicando nos respectivos botões “F” ou “V” no aplicativo do jogo. Logo em seguida, o botão “Confirmar” deve ser clicado para checar se a resposta está correta. Aqueles que classificarem a afirmação corretamente deverão apontar a câmera do dispositivo móvel para o tabuleiro físico e mover suas peças uma casa na direção indicada pelo aplicativo (Figura 17). Se a resposta não estiver correta, o jogador não realiza nenhum movimento no tabuleiro. Para seguir, o jogador deve clicar no botão “Próxima”. O jogador que primeiro chegar ao topo do tabuleiro vencerá a partida.

**Figura 17 - Confirmando a resposta**



Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 18 - Peões do Jogo *Accessible Interactions 500***



Fonte: Elaborada pela autora

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, são apresentados os resultados das etapas 2, 3, 4, 5 e 6 desta pesquisa.

### 6.1. Etapa 2 da Metodologia - Criação de uma 1ª versão adaptada analógica e validação com surdos e ouvintes

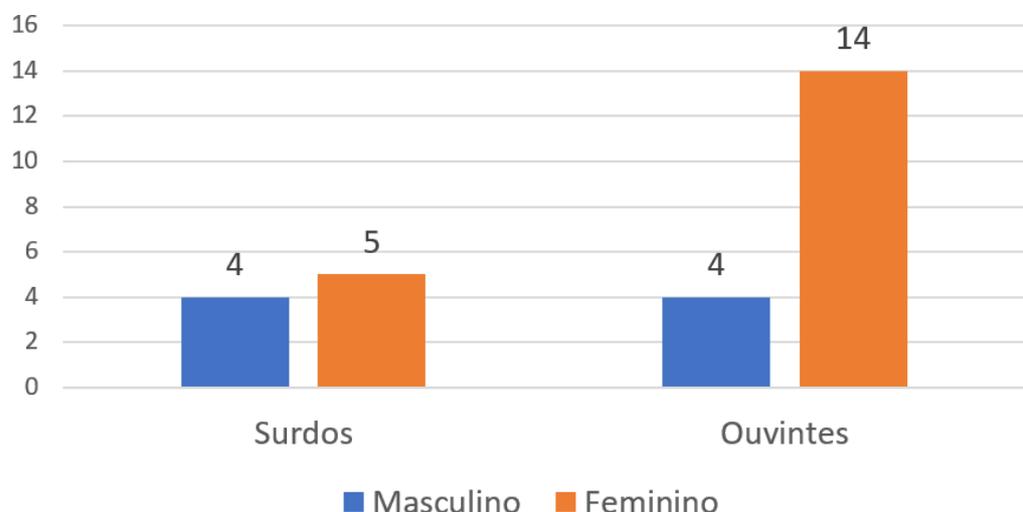
#### 6.1.1. Objetivo

O objetivo da Etapa 2 da Metodologia era entender o funcionamento do jogo na prática quanto ao tempo de realização, número de rodadas, tamanho das equipes, sua jogabilidade, vantagens e adequação das dificuldades.

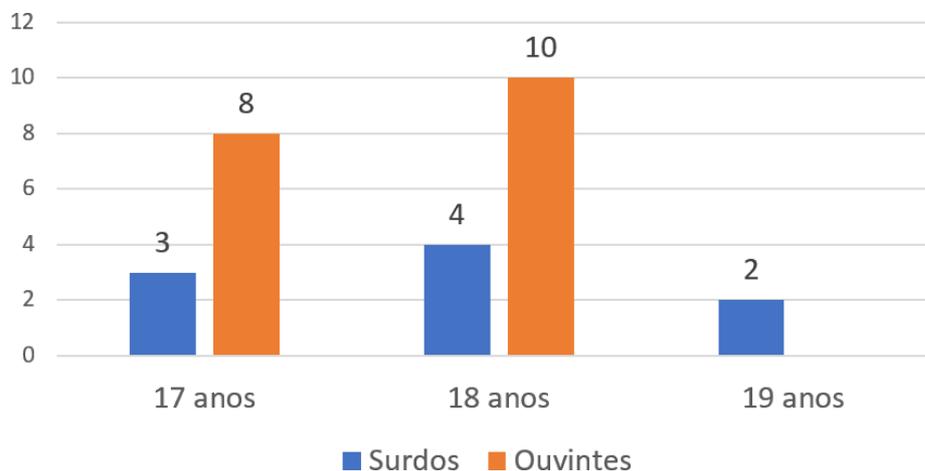
#### 6.1.2. Sujeitos

O estudo foi realizado com 28 alunos do 3º ano do EM (8 surdos de nascença, 1 com perda de audição gradativa e 18 ouvintes) da Escola Estadual de Educação Profissional Joaquim Nogueira (EEEPJN), localizada no município de Fortaleza, Ceará (Figuras 19 e 20), na qual a autora deste estudo é professora.

**Figura 19 - Estudantes participantes da etapa 2**



Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 20 - Idade dos alunos etapa 2**

Fonte: Elaborada pela autora

### 6.1.3. Materiais e Métodos

Esta etapa foi realizada de forma analógica, pois não contou com o auxílio do *App Interactions 500*, pois se buscava alterar o conteúdo do jogo para o assunto de Química Orgânica, e foram utilizados os seguintes materiais, que se encontram disponíveis no *Google Drive*<sup>6</sup>:

- Impressos: Tabuleiro 2 (Figura 3(B)) proposto pelo jogo *Interactions 500*; peões (Figura 22); plaquinhas contendo as letras V (verdadeiro) e F (falso) (Figura 24) feitas utilizando papel e canudo; cartas para indicar o movimento das peças no tabuleiro (Figura 25).
- Outros materiais: projetor multimídia para exibiro arquivo de apresentação com as novas cartas confeccionadas com questões de Química Orgânica (Figura 23);

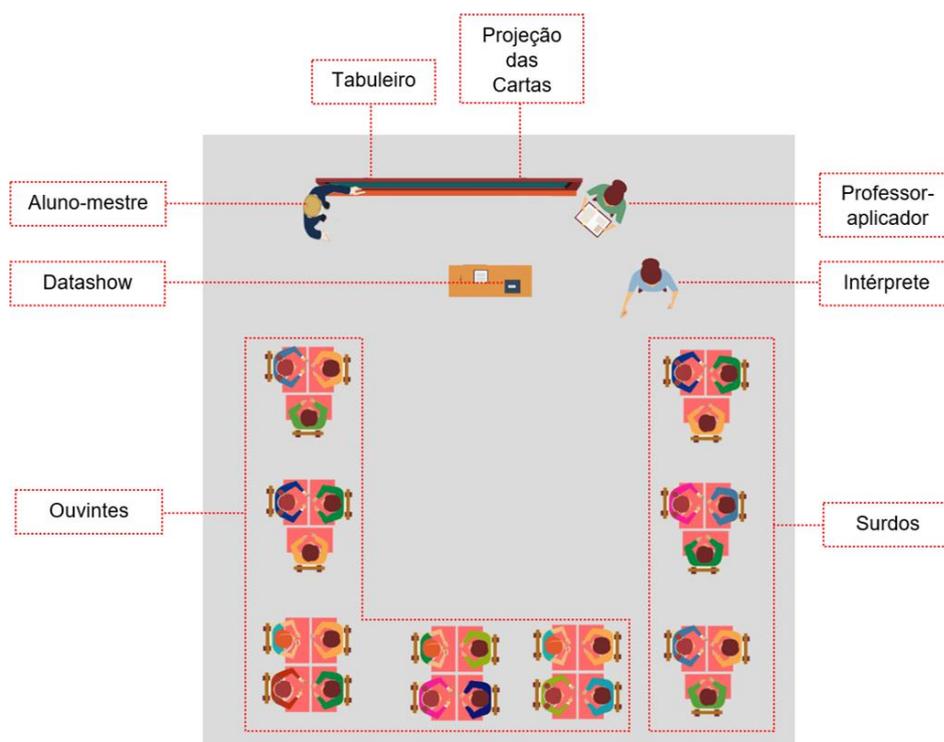
<sup>6</sup>[https://drive.google.com/drive/folders/1ReDrSK13SstrNkFuuEmoh9PFrAaxA8P6?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1ReDrSK13SstrNkFuuEmoh9PFrAaxA8P6?usp=share_link)

### 6.1.4. Procedimento

A aplicação do jogo aconteceu em uma aula de 100 minutos. Os 20 minutos iniciais foram destinados à montagem dos materiais necessários, explicação do jogo e suas regras com o auxílio de um intérprete, escolha de um aluno-mestre para cronometrar o tempo de resposta, sortear as cartas de movimento e mover os peões das equipes no tabuleiro, e a formação das equipes.

Os 50 minutos seguintes foram reservados para a realização de duas sessões de aplicação, de 25 minutos cada. A primeira sessão foi realizada sem a presença do intérprete e os alunos responderam 5 questões. Já na segunda sessão, o intérprete traduziu e interpretou as outras 5 questões, com o mesmo conteúdo e nível das apresentadas na seção 1. Foram organizadas 8 equipes (3 - 4 participantes), das quais 5 eram compostas apenas por ouvintes e as outras 3 apenas por surdos, pois o objetivo era perceber se havia diferença quando os surdos jogavam sem e com a presença do intérprete. Antes do início das sessões, as instruções do jogo foram repassadas com o auxílio do intérprete.

**Figura 21 - Configuração da sala**



Fonte: Elaborada pela autora

O tabuleiro utilizado foi impresso em um painel com aproximadamente 1m x 1,5m utilizando-se folhas de papel cartão A4, para ser fixado no quadro da sala de aula. Essa configuração (Figura 21) foi escolhida para facilitar a aplicação do jogo. Ela permite um maior controle por parte do professor e reduz os riscos de dispersão por parte dos alunos durante a atividade, uma vez que todos devem estar focados para o mesmo local de apresentação do jogo.

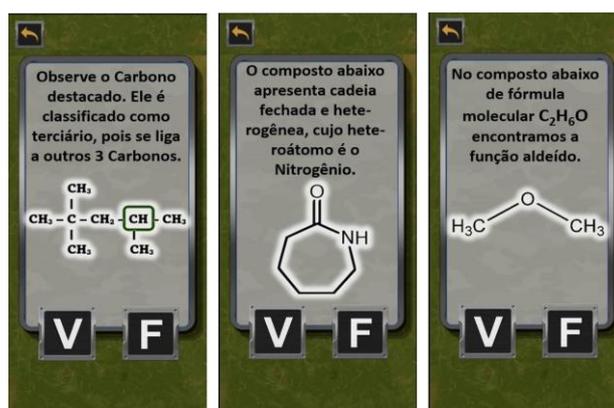
As cartas (Figura 23) foram projetadas com o auxílio de um projetor multimídia por meio de um arquivo de apresentação (.ppt). Para responder às afirmações, as equipes deveriam levantar ao mesmo tempo após 1 minuto as plaquinhas de V ou F (Figura 24) para representar a resposta escolhida. Quando a equipe acertava, era sorteada uma carta de movimento no tabuleiro (Figura 25). Caso errasse, a equipe não executava nenhum movimento no tabuleiro. Os acertos de cada equipe eram anotados e ao final das 2 sessões 5 alunos ouvintes e 5 surdos foram entrevistados quanto a experiência do jogo e quanto ao nível de entendimento das regras com as seguintes perguntas: 1) Você compreendeu as regras do jogo? 2) Como você avalia sua experiência nas 2 sessões?

**Figura 22 - Peões**



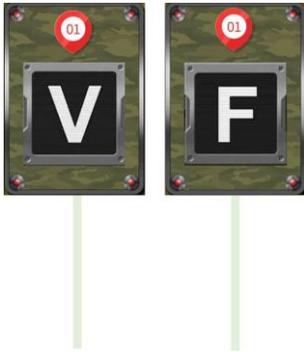
Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 23 - Cartas confeccionadas com assunto de Química Orgânica**



Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 24 - Frente e verso da plaquinha de resposta**



Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 25 - Cartas indicando a movimentação no tabuleiro**

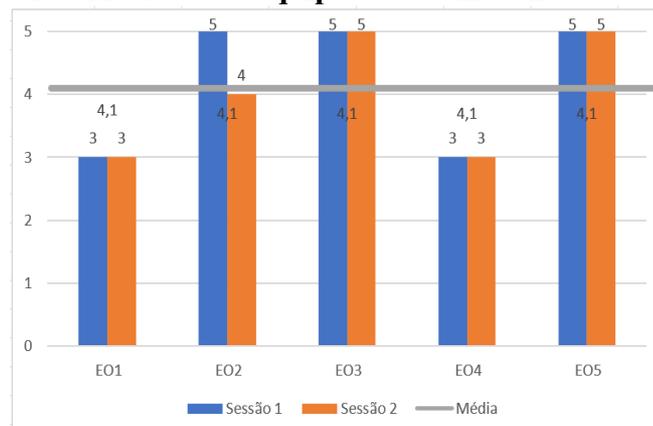


Fonte: Elaborada pela autora

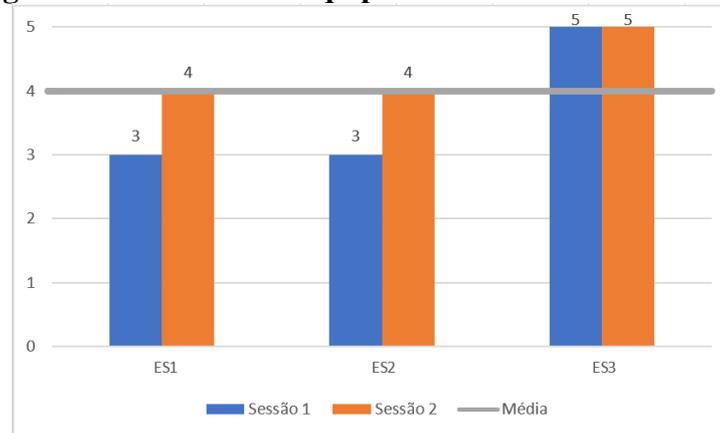
### 6.1.5. Resultados e discussões

Observou-se que, quanto à quantidade de acertos, as equipes de ouvintes (EO1, EO2, EO3, EO4, EO5) tiveram 84% de acertos na sessão 1 e 80% na sessão 2, não havendo uma variação tão grande (Figura 26). Já nas equipes de surdos (ES1, ES2 ES3), observou-se que acertaram 73% das questões na sessão 1 e 87% na sessão 2 (Figura 27), apresentando uma alta de 14%, o que mostra que a interpretação das cartas pode influenciar positivamente na quantidade de acertos, estando de acordo com o que afirma Da Silva e Bodart (2021) ao relatar em sua pesquisa que ao se trabalhar com materiais didáticos traduzidos para Libras, os alunos surdos se apropriam mais dos conteúdos escolares, garantindo-lhes mais autonomia e melhora nos resultados de aprendizagem.

**Figura 26 - Acertos das equipes de ouvintes nas sessões 1 e 2**



Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 27 - Acertos das equipes de surdos nas sessões 1 e 2**

Fonte: Elaborada pela autora

Ao final das duas sessões, 5 alunos ouvintes (O1, O2, O3, O4, O5) e 5 surdos (S1, S2, S3, S4, S5), selecionados de forma aleatória, foram entrevistados quanto à experiência do jogo e quanto ao nível de entendimento das regras com as seguintes perguntas: Q1) Você compreendeu as regras do jogo? (Tabela 2) Q2) Como você avalia sua experiência nas duas sessões? As possíveis respostas obtidas encontram-se apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 2 - Resposta à Q1**


---



---

**Q1 - Você compreendeu as regras do jogo?**

---



---

O1: “Compreendi bem e achei muito simples de jogar!”

O2: “Sim, foi tudo muito bem explicado!”

O3: “Sim!”

O4: “Sim e o jogo é bem intuitivo.”

O5: “Não tive dúvida em nenhuma regra.”

---

S1: “Sim, compreendi.”

S2: “Tive dúvida no início, mas a professora explicou novamente e entendi.”

S3: “Ficou tudo claro.”

S4: “Compreendi. Muito fácil de jogar!”

S5: “Entendi tudo!”

---

Fonte: Elaborada pela autora

**Tabela 3 - Resposta à Q2**

<b>Q2 - Como você avalia sua experiência nas 2 sessões?</b>
O1: “Adorei a experiência e quero que tenha mais atividades assim!”
O2: “Achei a forma de aprender muito divertida, e quanto às sessões, achei as perguntas bem parecidas!”
O3: “Gostei bastante e achei que a atividade pode tornar a aula de Química mais dinâmica e facilitar o aprendizado.”
O4: “Aprendi me divertindo bastante.”
O5: “Me senti mais motivado para aprender o conteúdo e adorei a experiência!”;
S1: “Na sessão 1 tive dificuldade de entender a pergunta. Mas na sessão 2 consegui jogar melhor com a presença do intérprete.”
S2: “Eu chutei algumas respostas na sessão 1, pois não entendi direito. Já na sessão 2 consegui responder de forma consciente, pois sabia o que a carta dizia.”
S3: “Na sessão 1 eu fiquei confuso e acho que perdi tempo tentando ler e entender o que tinha na carta. Com a presença do intérprete achei melhor de jogar.”
S4: “Eu acertei algumas questões na sessão 1, mas foi chutando. Na sessão com o intérprete eu entendi as questões e respondi mais consciente.”
S5: “Fui muito mal na sessão 1 porque me senti confusa. Não entendi a afirmação. Mas na sessão 2 foi melhor.”

Fonte: Elaborada pela autora

No geral, observou-se que os entrevistados avaliaram a experiência como bastante positiva, sendo capaz de contribuir para o aprendizado de forma bem divertida. Quanto aos surdos, estes relataram que tiveram bastante dificuldade de compreender as cartas na sessão 1, sem a presença do intérprete, e que acabaram “chutando” algumas respostas. Já quanto à sessão 2, na qual o intérprete estava presente, os alunos afirmaram que conseguiram compreender bem mais as questões e que se sentiram mais confiantes nas suas respostas.

Um ponto que chamou a atenção na forma de aplicação desta fase, foi que as equipes não eram fiéis ao tempo de 1 minuto dado para erguer suas plaquinhas-resposta para cada afirmação apresentada. Sendo assim, foram pensadas alterações para a próxima etapa.

## 6.2. Etapa 3 - Criação de uma 2ª versão analógica com cartas contendo conteúdos aleatórios de Química e validação com surdos e ouvintes

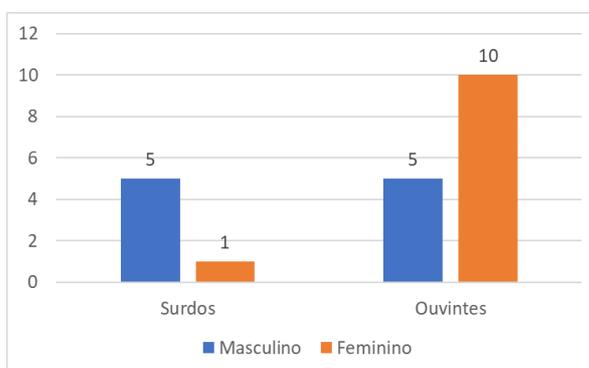
### 6.2.1. Objetivo

A etapa 3 teve como objetivo apresentar a versão analógica do jogo *Interactions 500*, utilizada na etapa 2, ao novo grupo de alunos surdos e ouvintes escolhidos para testar a versão híbrida inclusiva. Essa etapa foi realizada para que os jogadores se familiarizassem com o jogo e para que fosse observado o processo de aplicação, prevendo possíveis alterações e uma aplicação mais fluida nas etapas 4 e 5.

### 6.2.2. Sujeitos

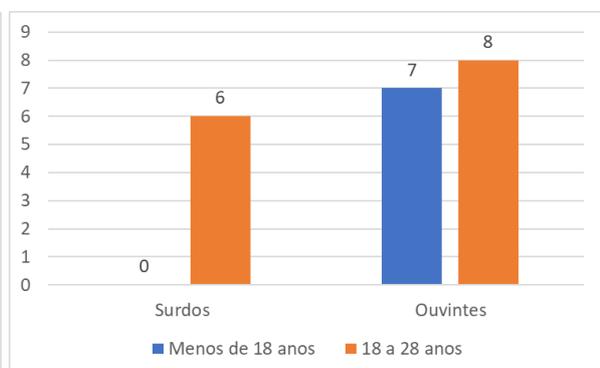
O estudo foi realizado com 21 alunos do 3º ano do EM (6 surdos e 15 ouvintes) em EEEPJN, já apresentada no item 6.1.2. A maioria dos alunos era do sexo feminino e com idades entre 18 e 28 anos (Figuras 28 e 29).

**Figura 28 - Sexo dos alunos etapa 3**



Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 29 - Idade dos alunos etapa 3**



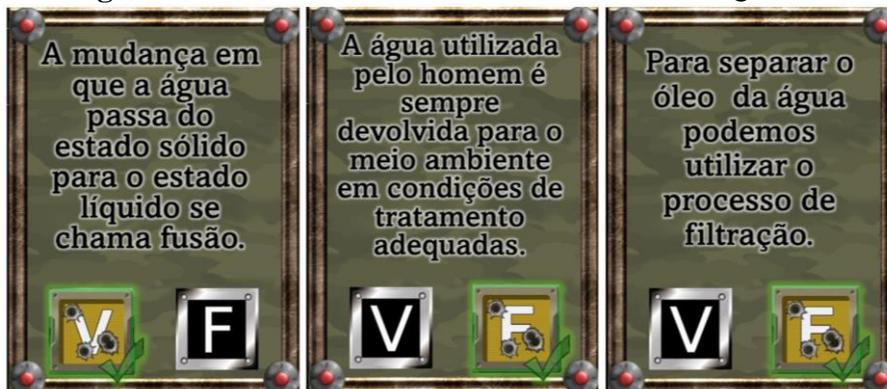
Fonte: Elaborada pela autora

### 6.2.3. Materiais e Métodos

Esta etapa foi realizada de forma analógica, pois não contou com o auxílio do *App Interactions 500*, e foram utilizados os seguintes materiais, que se encontram disponíveis no *Google Drive*<sup>7</sup>:

- Impressos: Tabuleiro 2 (Figura 3(B) ), o mesmo utilizado na etapa 2. Novos peões (Figura 18) foram feitos e impressos em papel cartão. Também foram confeccionadas plaquinhas de resposta (Figura 31 ) contendo as letras V (verdadeiro) e F (falso) e impressas em folha A4; cartas para indicar o movimento das peças no tabuleiro (Figura 25), também impressas em folhas A4; painel resposta, confeccionado utilizando-se papel cartolina e isopor (Figura 32).
- Outros materiais: projetor multimídia para exibir o arquivo de apresentação com as 27 novas cartas confeccionadas em arquivo de apresentação (.ppt), com questões de Química com conteúdos aleatórios (Figura 30);

**Figura 30 - Cartas com conteúdos aleatórios de Química**



Fonte: Elaborada pela autora

<sup>7</sup> [https://drive.google.com/drive/folders/1Fzu-kl8UN8XM\\_tLEFa3COS-LAdJIC8Lk?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1Fzu-kl8UN8XM_tLEFa3COS-LAdJIC8Lk?usp=share_link)

**Figura 31 - Cartas V e F**

Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 32 - Painel resposta**

Fonte: Elaborada pela autora

#### 6.2.4. Procedimentos

A aplicação do jogo aconteceu em uma sessão de 80 minutos. Os 20 minutos iniciais foram destinados à montagem dos materiais necessários, explicação do jogo e suas regras com o auxílio do intérprete e a formação das equipes. Foram organizadas 5 equipes (4-5 participantes), contendo alunos surdos e ouvintes na mesma equipe, pois as equipes serão as mesmas a avaliar a versão híbrida inclusiva. Os 60 minutos seguintes foram destinados às rodadas.

A configuração de aplicação em sala foi a mesma utilizada na etapa 2 (Figura 21). As cartas foram projetadas com o auxílio de um projetor multimídia por meio de um arquivo de apresentação (.ppt) (Figura 30). Para responder às afirmações, as equipes tinham um tempo de 1 minuto, cronometrado pelo professor aplicador, para depositar suas plaquinhas de V ou F (Figura 31) representando a resposta escolhida no painel resposta (Figura 32) que ficava fixado no quadro da sala, ao lado do tabuleiro. O painel resposta foi implementado nesta etapa com base em um dos pontos observados na etapa 2, que as equipes não eram fiéis ao tempo de 1 minuto dado para erguer as plaquinhas-resposta ao final.

A cada acerto das equipes, era sorteada por um dos integrantes uma carta de movimento no tabuleiro (Figura 25). Caso errasse, a equipe não executava nenhum movimento.

### **6.2.5. Resultados e discussões**

Observou-se que os alunos, tanto surdos quanto ouvintes, compreenderam bem as regras e dinâmica do jogo. Quanto ao tempo, os 60 minutos de aplicação não foram suficientes para aplicar as 27 questões elaboradas. Apenas 13 foram aplicadas.

Durante o jogo, também foi possível observar que os alunos surdos reclamaram bastante por não conseguirem interagir, compreender o texto das cartas e participar ativamente do jogo juntamente com os ouvintes. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato das cartas terem sido apresentadas apenas em português e também pelo procedimento de aplicação não permitir o apoio do intérprete durante a partida. O apoio do intérprete era possível apenas para explicar as regras ao início do jogo, não durante o jogo, pois o objetivo da próxima etapa será avaliar se a inserção de vídeos interpretando as cartas influencia na jogabilidade dos surdos.

## **6.3. Etapa 4 - Reaplicação da 2ª versão analógica com cartas que contemplam a Química Orgânica**

### **6.3.1. Objetivo**

A etapa 4 teve como objetivo analisar o comportamento dos jogadores por meio da observação e avaliar a experiência de jogo a partir de suas perspectivas. Também buscou-se medir o conhecimento dos alunos no conteúdo de Química Orgânica (já ministrado anteriormente pela professora da disciplina em uma aula expositiva de 110 minutos) por meio da aplicação de um pré-teste.

### **6.3.2. Sujeitos**

O estudo foi realizado com os mesmos 21 alunos que participaram da etapa 3, 6 surdos e 15 ouvintes, sendo a maioria do sexo feminino e com idades entre 18 e 28 anos (Figuras 28 e 29).

### 6.3.3. Materiais e Métodos

Esta etapa foi realizada com os mesmos materiais e métodos descritos no item 6.2.3, com exceção das cartas. Foram utilizadas apenas 13 novas cartas, que já seriam adicionadas à versão híbrida inclusiva, pois o ideal era que os alunos não fossem para a próxima etapa já conhecendo todas as cartas, o que aumentaria as chances de acerto.

Nesta etapa, também foi aplicado o questionário MEEGA+ (Anexo B) com 38 questões que coletam informações dos jogadores relacionadas a informações demográficas como sexo, idade, já coletadas na etapa 3 e expostas no item 6.6.2. Este questionário também coleta informações sobre a frequência de uso de jogos digitais e não-digitais (Figuras 34 e 35).

E para medir especificamente os conhecimentos prévios dos alunos, foi aplicado um pré-teste contendo 13 questões relacionadas ao conteúdo Química Orgânica (Anexo C).

### 6.3.4. Procedimento

Esta etapa foi dividida em três momentos (Figura 33): o primeiro momento, com duração de 60 minutos, foi a aplicação do jogo, seguindo os mesmos critérios descritos no item 6.2.4; o segundo momento, com duração de 20 minutos, foi destinado à aplicação do questionário MEEGA+ com apoio do intérprete; e no terceiro momento, com duração de 30 minutos, foi aplicado o pré-teste também com o apoio do intérprete.

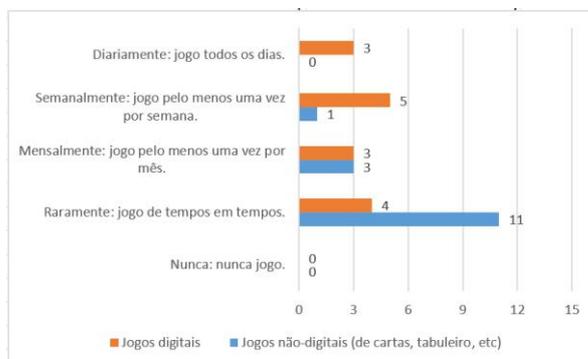


Fonte: Elaborada pela autora

### 6.3.5. Resultados e discussões

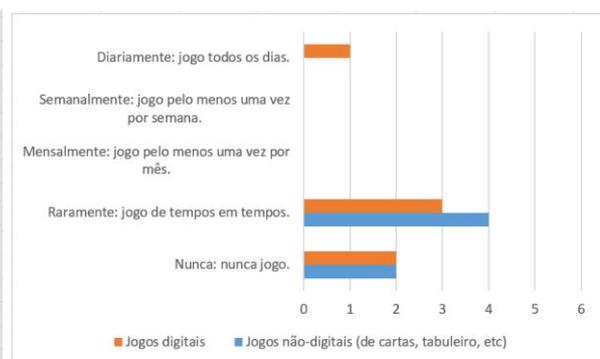
Analisando as informações demográficas fornecidas pelos participantes desta etapa a partir da aplicação do questionário MEEGA+, foi possível observar que entre os ouvintes, a maioria joga semanalmente jogos digitais e raramente jogos não-digitais (Figura 34). Entre os estudantes surdos, observou-se que a maioria raramente joga jogos tanto não-digitais quanto digitais (Figura 35).

**Figura 34 - Hábito de jogar dos ouvintes**



Fonte:Elaborada pela autora

**Figura 35 - Hábito de jogar dos surdos**



Fonte: Elaborada pela autora

Para avaliar a usabilidade (relacionada à qualidade do produto, cores, textos) e a experiência do jogador (relacionado a como o jogador se comporta ao utilizar o produto), foi utilizado o mesmo questionário MEEGA+ que traz 31 afirmações e o jogador deve marcar se concorda, concorda totalmente, discorda, discorda totalmente ou nem concorda e nem discorda. Além do questionário, junto ao kit MEEGA+<sup>8</sup>, é fornecida uma planilha de dados, na qual devem ser inseridas as respostas do questionário, para que sejam gerados gráficos (Figuras 36 e 37).

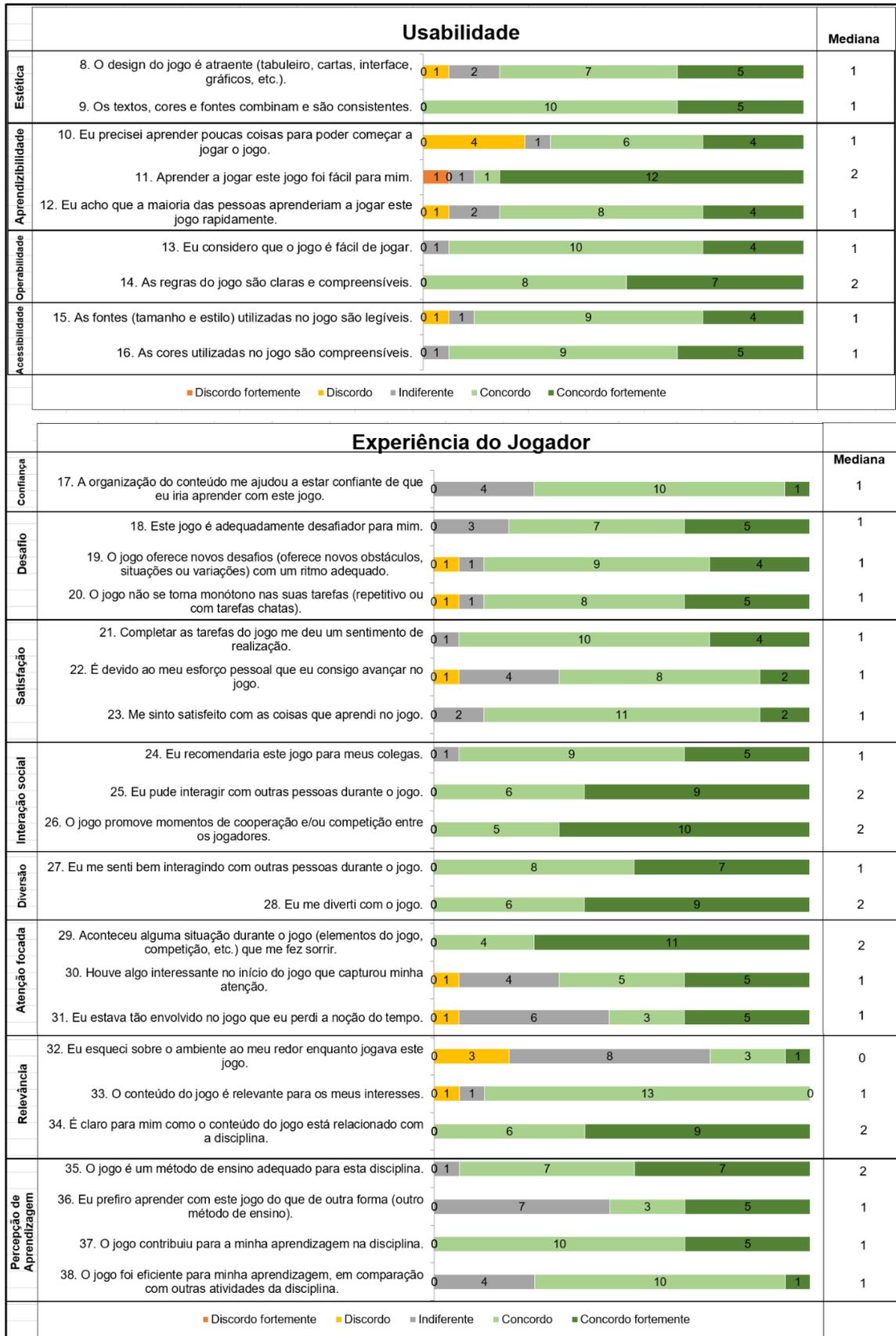
No questionário, a usabilidade contém nove itens que avaliam as seguintes dimensões: estética, aprendizibilidade, operabilidade e acessibilidade. Desses nove itens, 2 (22%) obtiveram apenas avaliações positivas e indiferentes, como foi o caso do item 9 (relacionado a cores dos textos e fontes) , com 83% de aprovação dos surdos e 100% dos ouvintes; e do item 16 (relacionado a cores) , com 50% de aprovação dos surdos e 93% dos ouvintes (Figura 36).

<sup>8</sup> Kit pronto para uso (incluindo questionário e planilha de análise) para criadores de jogos, instrutores e pesquisadores avaliarem a qualidade de jogos educacionais de maneira eficaz e eficiente na prática.

Já a experiência do jogador contém 22 itens relacionados à confiança, desafio, satisfação, interação social, diversão, atenção focada, relevância e aprendizagem. Desses 22 itens, 9 (41%) obtiveram apenas avaliações positivas e indiferentes, como foi o caso do item 26 (relacionado à cooperação e/ou competição), com 83% de aprovação dos surdos e 100% dos ouvintes; e do item 28 (relacionado à diversão), com 100% de aprovação tanto de surdos quanto de ouvintes (Figura 37).

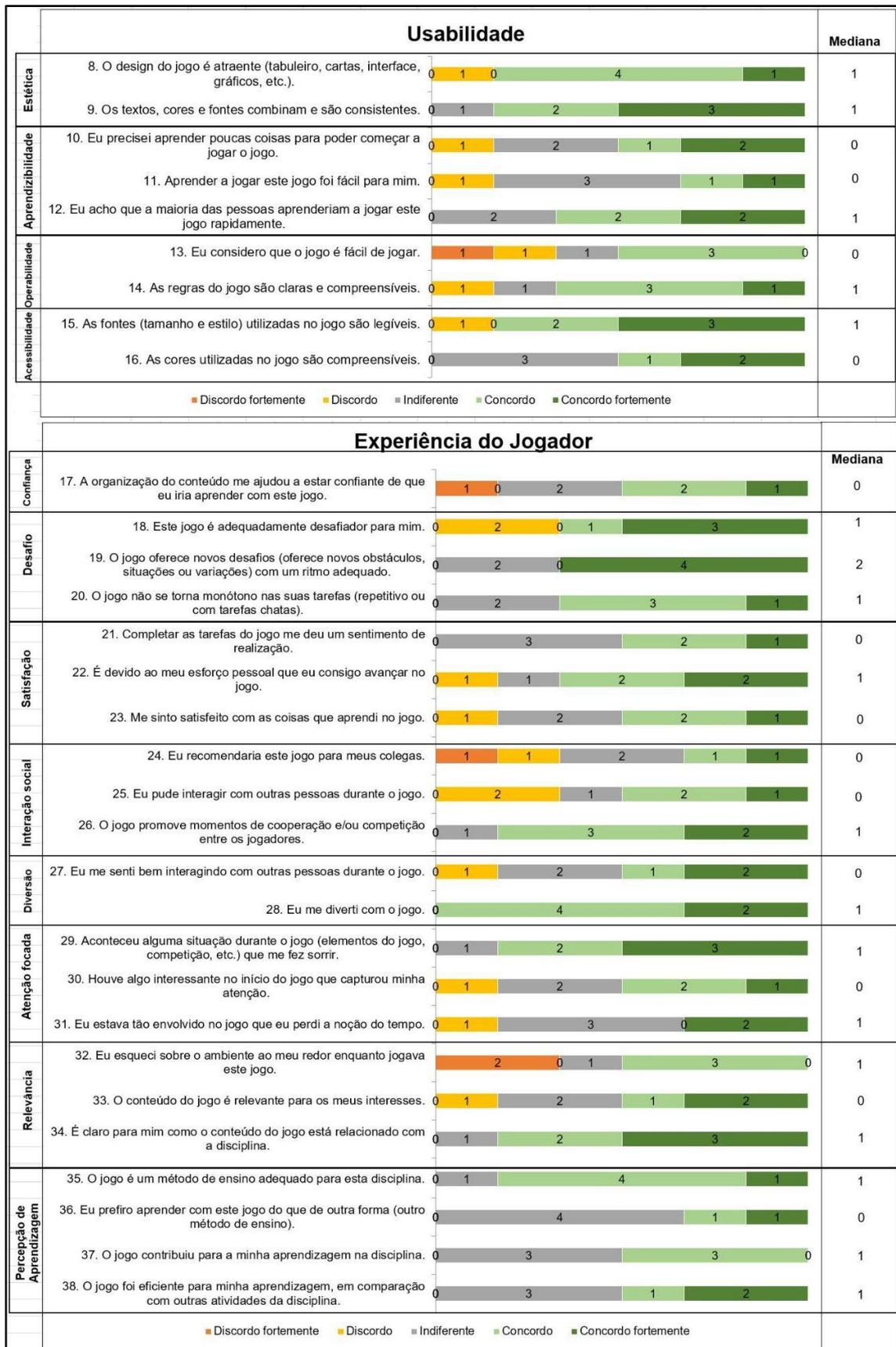
Em relação ao pré-teste, que continha 13 questões, foi possível observar nos alunos ouvintes que a média de acertos foi de 9,47 (Tabela 4). Dos 15 alunos, 8 pontuaram acima da média (53%), como mostra a Figura 38. Para os alunos surdos, a média de acertos foi 6,17 (Tabela 5). Dos 6 alunos, 3 pontuaram acima da média (50%), como é possível observar na Figura 39.

**Figura 36 - MEEGA+ versão analógica ouvintes**

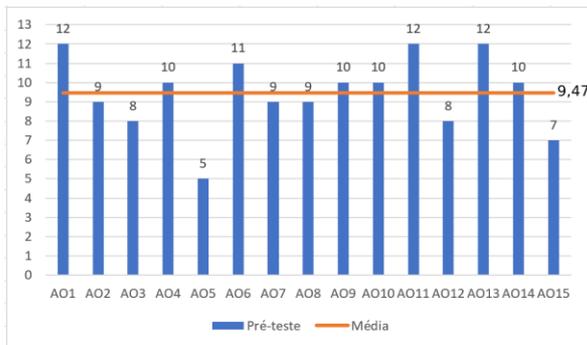


Fonte: Elaborada pela autora

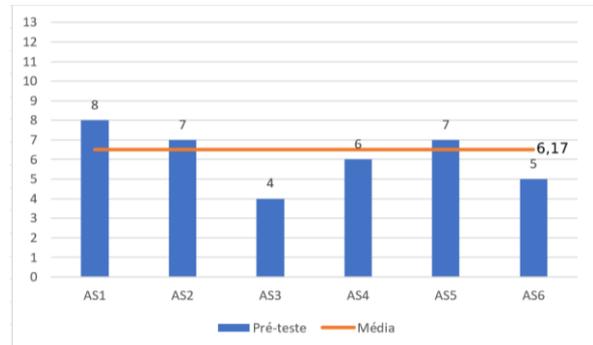
Figura 37 - MEEGA+ versão analógica surdos



Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 38 - Pré-teste alunos ouvintes**

Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 39 - Pré-teste alunos surdos**

Fonte:Elaborada pela autora

**Tabela 4 - Estatística descritiva do Pré-teste dos ouvintes**

	Total de Pontos Possíveis por Aluno	Média	Mediana	Desvio padrão
<b>Pré-teste</b>	13	9,47	10	1,96

Fonte: Elaborada pela autora

**Tabela 5 - Estatística descritiva do Pré-teste dos surdos**

	Total de Pontos Possíveis por Aluno	Média	Mediana	Desvio padrão
<b>Pré-teste</b>	13	6,17	6,5	1,47

Fonte: Elaborada pela autora

## 6.4. Etapa 5 - Criação da 3ª versão (híbrida) com elementos de RA que gerem encantamento e validação com surdos e ouvintes

### 6.4.1. Objetivo

Esta etapa teve como objetivo desenvolver, aplicar e avaliar a versão híbrida inclusiva, *Accessible Interactions 500*, com foco na usabilidade e experiência de alunos surdos, em comparação com a versão analógica da etapa anterior. Bem como analisar se apenas com a inserção de vídeos em Libras no aplicativo os jogadores surdos conseguem jogar de forma autônoma.

### 6.4.2. Sujeitos

O estudo foi realizado com os mesmos 21 alunos que participaram das etapas 3 e 4, 6 surdos e 15 ouvintes, sendo a maioria do sexo feminino e com idades entre 18 e 28 anos (Figuras 28 e 29).

### 6.4.3. Materiais e Métodos

Para este estudo foi desenvolvida uma versão específica do jogo *Interactions 500*, voltada a revisar o conteúdo de Química Orgânica, o *Accessible Interactions 500*, já detalhada no capítulo 5.

Nesta etapa também foi aplicado o questionário MEEGA+ (Anexo B) com as 38 questões que coletam informações dos jogadores relacionadas a informações demográficas, usabilidade e experiência do jogador.

Para medir os conhecimentos dos alunos após jogar a versão híbrida inclusiva, foi aplicado um pós-teste contendo 13 questões relacionadas ao conteúdo Química Orgânica (Anexo D), com o objetivo de saber se a versão híbrida inclusiva impactou no conhecimento dos alunos.

### 6.4.4. Procedimento

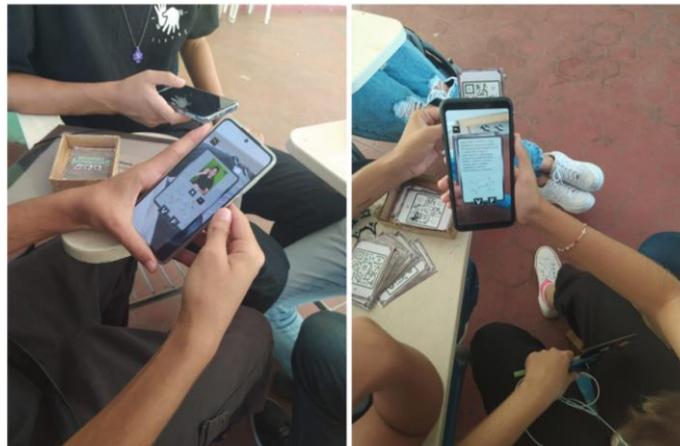
Esta etapa foi dividida em três momentos (Figura 40): o primeiro momento, com duração de 60 minutos, foi a aplicação do jogo; o segundo momento, com duração de 20 minutos, foi destinado à aplicação do questionário MEEGA+ com apoio do intérprete; e no terceiro momento, com duração de 30 minutos, foi aplicado o pós-teste também com o apoio do intérprete.

**Figura 40 - Etapa 5**

Fonte: Elaborada pela autora

Nos 10 minutos iniciais, a professora aplicadora repassou aos alunos as instruções referentes ao jogo e solicitou a um membro de cada equipe para instalar o aplicativo em um dispositivo móvel, e iniciou-se a jogada, que durou 50 minutos. Nesta etapa, o tabuleiro utilizado foi o mesmo das etapas 2, 3 e 4 (Figura 3(B)), e também na mesma configuração, fixado no quadro da sala para que o professor aplicador tivesse um maior controle das rodadas.

A cada rodada, o professor aplicador sorteava uma carta dentre as 35 e distribuía um exemplar para que cada equipe pudesse responder ao mesmo tempo. Os alunos utilizaram o dispositivo móvel contendo o aplicativo de apoio instalado para escanear as cartas (Figura 41).

**Figura 41 - Alunos utilizando o aplicativo do *Accessible Interactions 500***

Fonte: Elaborada pela autora

As afirmações eram visualizadas em português ou em Libras e deviam ser julgadas pelas equipes como Verdadeiras ou Falsas. Diferente das etapas anteriores, em que os alunos tinham 1 minuto para responder às cartas, nesta etapa o tempo não foi cronometrado, pois o desempenho do aplicativo dependia da *internet*. Para algumas cartas, também havia a possibilidade de visualizar a molécula (referente à afirmação) em Realidade Aumentada.

Após responder, as equipes deveriam clicar no botão “Confirmar” para conferir se a

resposta estava correta. Ao se confirmar o acerto, os alunos apontavam o dispositivo móvel para o tabuleiro (Figura 42), fixado no quadro da sala de aula, e o aplicativo mostrava o movimento que devia ser feito pelo peão. Após realizar o movimento, o aluno clicava no botão “Próxima” para iniciar a próxima rodada. Caso errasse, a equipe não executava nenhum movimento no tabuleiro e clicava no botão “próxima pergunta”.

Todas as 35 cartas, das quais 14 possuem moléculas químicas em RA, foram utilizadas na rodada.

**Figura 42 - Verificando o movimento a ser feito no tabuleiro**



Fonte:Elaborada pela autora

Nos 50 minutos finais, com o auxílio do intérprete, foi aplicado o questionário MEEGA+ (20 minutos) e o pós-teste (30 minutos).

#### **6.4.5. Resultados e discussões**

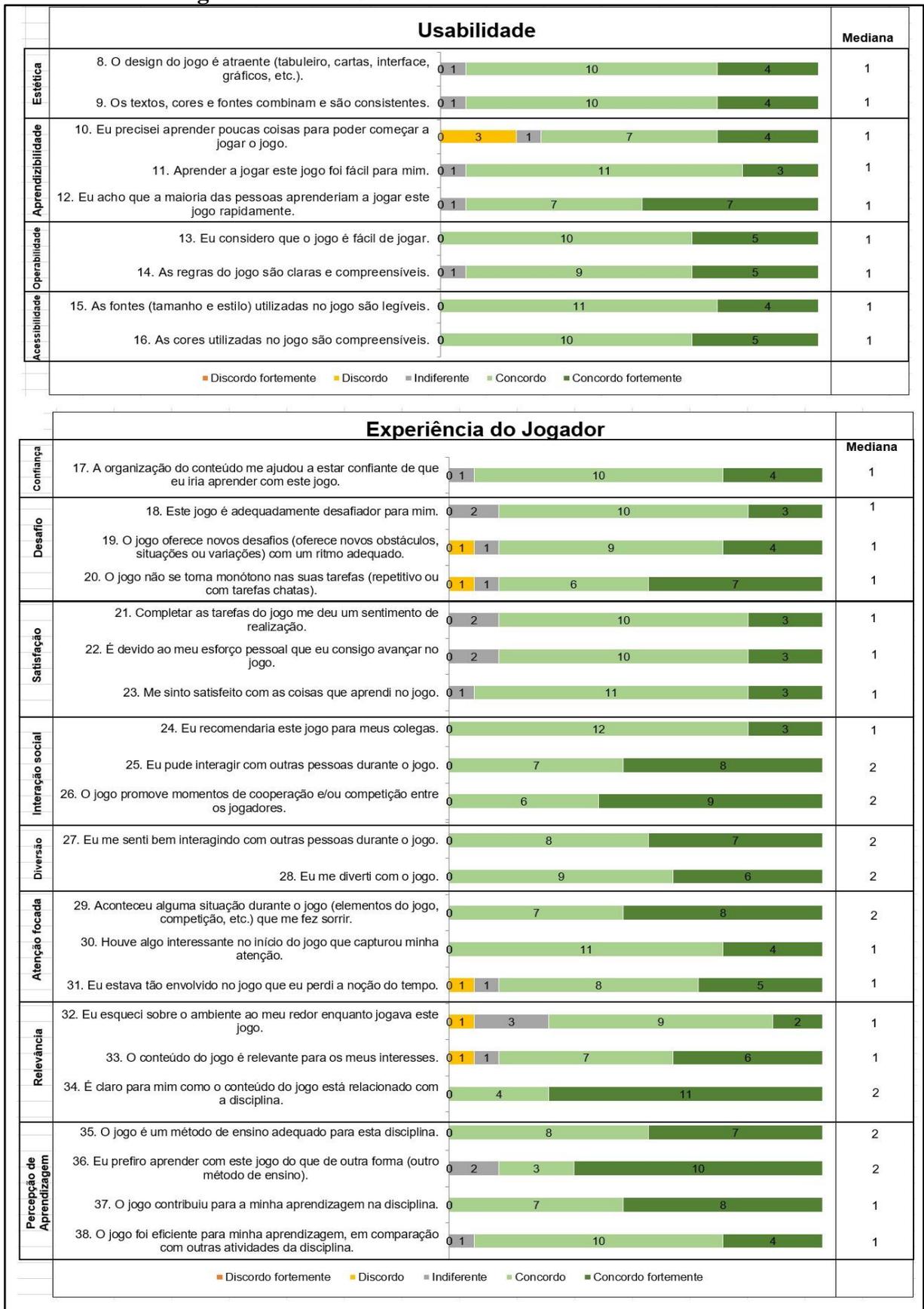
Dos nove itens do quesito usabilidade, já mencionados no item 6.3.5., 7 (78%) obtiveram apenas avaliações positivas e indiferentes, como foi o caso do item 9 (relacionado a cores dos textos e fontes), com 100% de aprovação dos surdos e 93% dos ouvintes; e do item 15 (relacionado ao tamanho e estilo das fontes), com 83% de aprovação dos surdos e 100% dos ouvintes (Figuras 43 e 44).

Quanto à experiência do jogador, que contém 22 itens, também já relacionados no item 6.3.5., 13 (59%) obtiveram apenas avaliações positivas e indiferentes, como foi o caso do item 29 (relacionado sorrir durante o jogo), com 100% de aprovação tanto dos surdos quanto dos ouvintes; e do item 34 (relação do jogo com a disciplina), com 83% de aprovação dos surdos e

100% dos ouvintes Figuras 43 e 44).

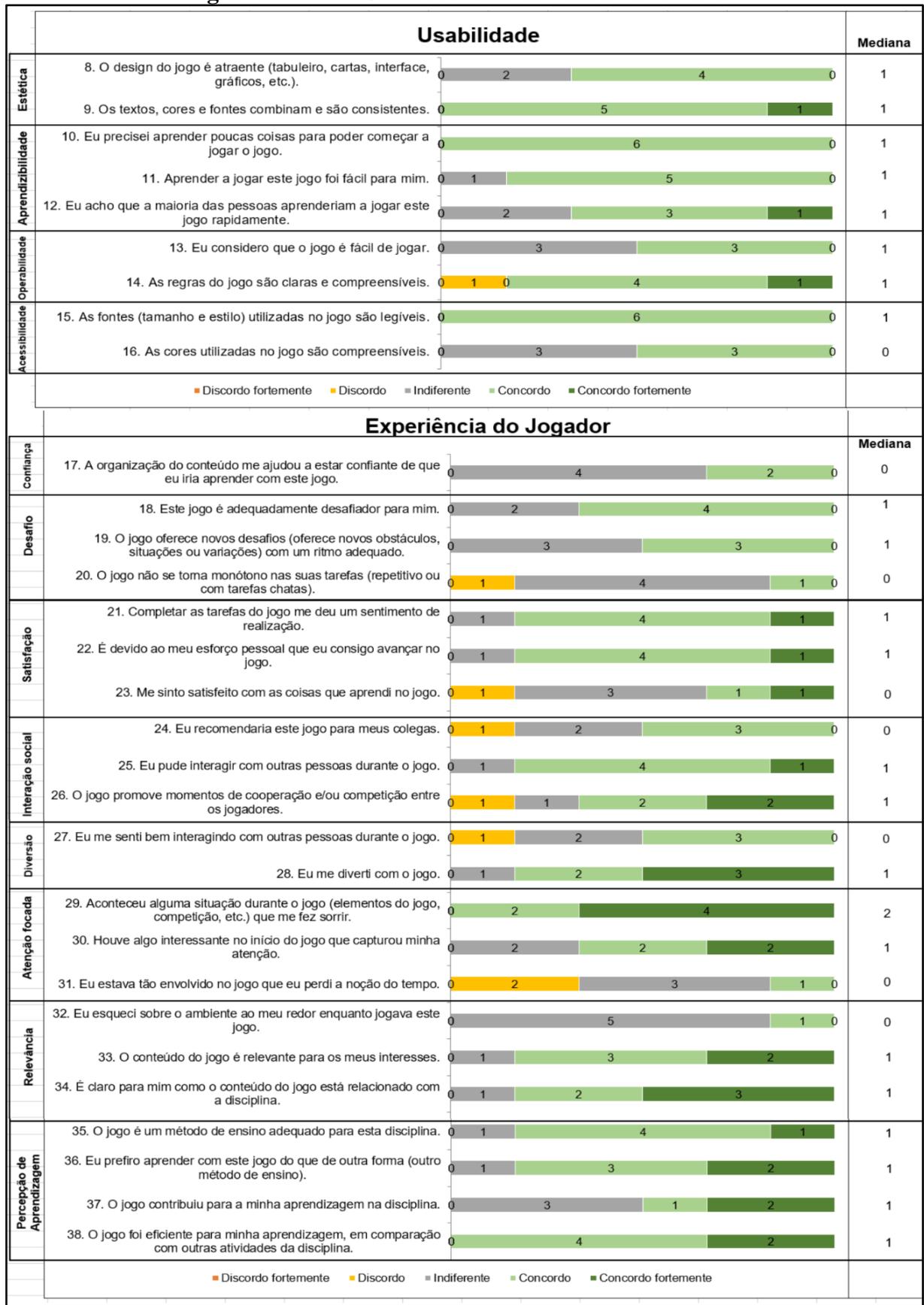
Quanto à análise dos resultados coletados com o pós-teste, que continha 13 questões, foi possível observar nos alunos ouvintes que a média de acertos foi de 9,67 (Tabela 6). Dos 15 alunos, 6 pontuaram acima da média (40%), como mostra a figura 45. Para os alunos surdos, a média de acertos foi 6,17 (Tabela 7). Dos 6 alunos, 4 pontuaram acima da média (50%), como é possível observar na figura 46.

**Figura 43 - MEEGA+ versão híbrida inclusiva ouvintes**

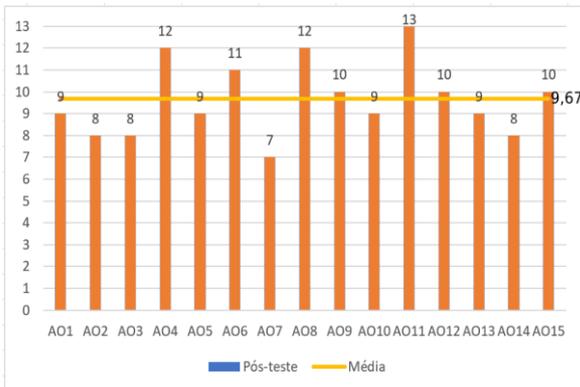


Fonte: Elaborada pela autora

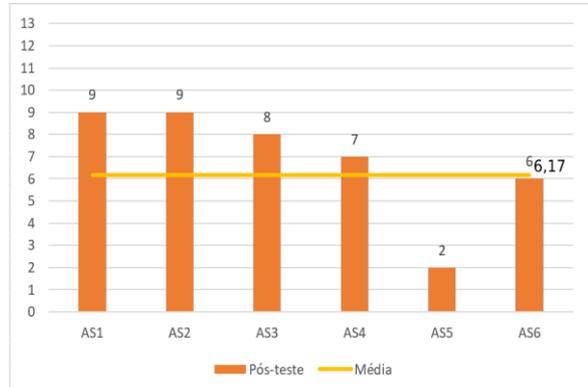
**Figura 44 - MEEGA+ versão híbrida inclusiva surdos**



Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 45 - Pós-teste alunos ouvintes**

Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 46 - Pós-teste alunos surdos**

Fonte: Elaborada pela autora

**Tabela 6 - Estatística descritiva do Pós-teste dos ouvintes**

	Total de Pontos Possíveis por Aluno	Média	Mediana	Desvio padrão
<b>Pós-teste</b>	13	9,67	9	1,72

Fonte: Elaborada pela autora

**Tabela 7 - Estatística descritiva do Pós-teste dos surdos**

	Total de Pontos Possíveis por Aluno	Média	Mediana	Desvio padrão
<b>Pós-teste</b>	13	6,17	7,5	2,64

Fonte: Elaborada pela autora

## 6.5. Etapa 6 - Avaliações comparativas finais entre as versões analógica e híbrida inclusiva

O objetivo desta etapa foi comparar a concordância dos alunos quanto à usabilidade e à experiência do jogador nas versões analógica e híbrida por meio dos dados coletados com a aplicação do questionário MEEGA+. Também buscou-se analisar, por meio dos resultados dos pré e pós-teste aplicados nas etapas 4 e 5, se a versão híbrida inclusiva foi útil para o aprendizado tanto de surdos quanto ouvintes.

Ao analisarmos os resultados obtidos a partir da aplicação do questionário MEEGA+,

no quesito *usabilidade* (9 itens), a versão anaóliga apresentou dois itens (22%) com apenas avaliações positivas e indiferentes (Figura 34), e a versão híbrida sete itens (78%) (Figura 35). No quesito *experiência do jogador* (22 itens), a versão analógica apresentou nove itens (41%) com apenas avaliações positivas e indiferentes (Figura 41), e a versão híbrida treze itens (59%) (Figura 42). Dessa forma, é possível perceber que na *usabilidade* houve um aumento de 56% na quantidade de avaliações positivas e indiferentes da versão analógica para a híbrida. Quanto à *experiência do jogador*, percebe-se um aumento de 18% na quantidade de avaliações positivas e indiferentes da versão analógica para a híbrida.

Diante do exposto, com base nas opiniões dos alunos, pode-se acreditar com boa precisão que o jogo híbrido, *Accessible Interactions 500*, quando comparado à versão analógica, é mais fácil de jogar, que seu *design* é mais atrativo e prende a atenção dos alunos, é dinâmico e divertido ao permitir que os alunos revisem o conteúdo de Química Orgânica por meio de perguntas claras e bem elaboradas.

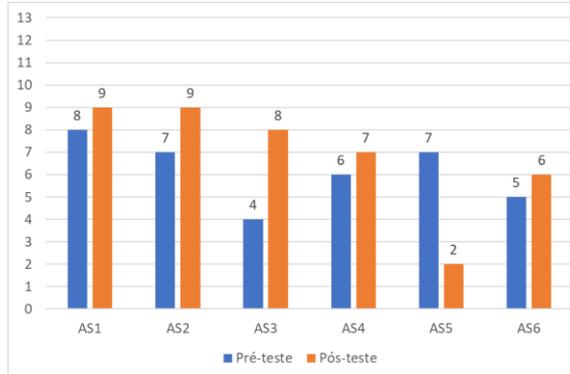
Quando comparamos os resultados do pré com o pós-teste observamos que 5 alunos surdos melhoraram e 1 piorou muito sua nota, o que pode ter distorcido os resultados da análise (Figura 47). Com relação aos ouvintes, 6 alunos melhoraram suas notas, 6 pioraram e 3 mantiveram notas similares (Figura 48).

Para verificar se houve diferença significativa entre os resultados do pré e do pós-teste, foi utilizado o teste t pareado<sup>9</sup>, com nível de significância de  $p < 0,05$  ( $p < 0,05$  indica uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos;  $p > 0,05$  indica que não existe uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos). No caso, tanto para os alunos ouvintes quanto para os surdos, não houve uma diferença significativa, como mostram as tabelas 8 e 9. Esse resultado pode ser explicado pelo fato dos alunos apresentarem um maior encantamento ou admiração com a versão híbrida inclusiva, não havendo uma maior preocupação em perceber e compreender o conteúdo apresentado no jogo, querendo apenas se divertir com o novo método de ensino, uma vez que não conheciam pessoalmente a tecnologia de RA.

---

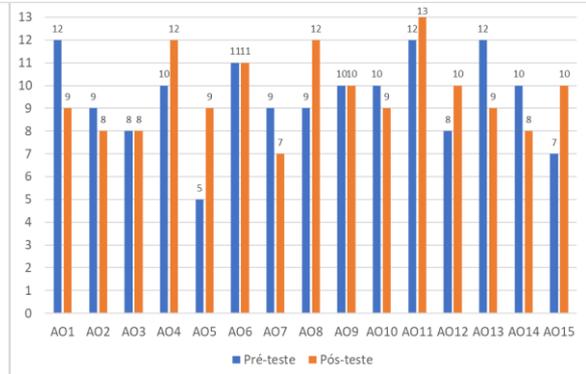
<sup>9</sup><http://jamovi.org/>

**Figura 47 - Comparação Pré e Pós-teste alunos surdos**



Fonte: Elaborada pela autora

**Figura 48 - Comparação Pré e Pós-teste alunos ouvintes**



Fonte: Elaborada pela autora

**Tabela 8 - Teste t pareado Pré e Pós-teste dos ouvintes**

			<b>estatística</b>	<b>p</b>
<b>Pré-teste</b>	<b>Pós-teste</b>	t de Student	-0.345	0.735

Fonte: Elaborada pela autora

**Tabela 9 - Teste t pareado Pré e Pós-teste dos surdos**

			<b>estatística</b>	<b>p</b>
<b>Pré-teste</b>	<b>Pós-teste</b>	t de Student	-0.542	0.611

Fonte: Elaborada pela autora

## 7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

### 7.1. Produtos da Dissertação

Durante a realização deste trabalho, foram produzidos dois artigos e duas versões do jogo *Interactions 500*.

O primeiro artigo foi uma RSL, intitulada “*Augmented Reality in Education for People who are Deaf or Hard of Hearing: A Systematic Literature Review*”, que foi submetida a um periódico especializado na área e se encontra na segunda rodada de revisões para posterior publicação. O segundo artigo, com título “Adaptando o *Interactions 500* para ensinar Química Orgânica a alunos surdos e ouvintes: um relato de experiência”, foi aprovado e apresentado no XXI Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital, realizado em 2022 em Natal, Rio Grande do Norte.

Quanto ao jogo *Interactions 500*, foi desenvolvida uma versão analógica na qual os elementos digitais do jogo original foram substituídos por cartas projetadas com o auxílio de um projetor multimídia e materiais impressos. O conteúdo foi adaptado para Química Orgânica. Também foi desenvolvida uma versão híbrida inclusiva, *Accessible Interactions 500*, com cartas digitais que contém elementos de RA e vídeos de Libras, possibilitando a inclusão de pessoas surdas. O jogo conta com um tabuleiro, cartas e peões físicos e um aplicativo desenvolvido para plataforma *Android*, e propõe a revisão de conteúdos relacionados à Química Orgânica.

Os alunos que testaram as duas versões do *Accessible Interactions 500*, analógica e híbrida, aceitaram-nas muito bem como uma ferramenta educacional, como mostram os resultados obtidos durante o processo de avaliação descrito no Capítulo 6. Com base na opinião dos alunos, pode-se concluir ainda que o jogo é atrativo e muito divertido, podendo ser utilizado para melhorar o engajamento dos alunos e tornar a aprendizagem de química mais lúdica.

## 7.2. Principais Contribuições e Achados Científicos

Ao longo desta pesquisa, foi possível perceber que os jogos podem ser considerados excelentes ferramentas educacionais que permitem que os alunos aprendam de forma divertida e dinâmica. Além disso, são capazes de promover a cooperação entre os estudantes, contribuindo para o aprendizado coletivo.

Ressalta-se que, conforme o levantamento realizado, a área do conhecimento que mais utilizou RA para a educação de pessoas surdas foi o ensino de línguas, seguido de estudos no campo da Matemática, sendo bastante escassos, ainda, estudos na área de Ciências. Outro destaque foi o uso de marcadores impressos com base em imagens, texto ou *QRcodes*. Essas soluções são mais acessíveis e podem ser mais facilmente replicadas nas escolas.

Com o presente estudo, também foi possível perceber na literatura levantada que o uso da RA proporciona diversos benefícios em atividades educativas envolvendo alunos surdos: melhora na escrita, leitura, comunicação, relacionamentos sociais e motivação pessoal.

Desse modo, o objetivo deste projeto foi alcançado, à medida que conseguiu desenvolver, aplicar e avaliar o jogo *Accessible Interactions 500* com alunos surdos e ouvintes do 3º ano do EM de uma escola pública do Ceará.

Por fim, os resultados obtidos a partir desta pesquisa contribuem para a concepção e desenvolvimento de métodos voltados ao ensino e aprendizagem por meio de jogos com RA, no que diz respeito principalmente à educação de surdos.

## 7.3. Limitações e Ameaças à Validade

Este estudo apresenta alguns fatores que podem ter ameaçado os resultados obtidos. Um deles é o fato dos sujeitos escolhidos para as avaliações não terem sido escolhidos de forma aleatória. As avaliações também não foram realizadas com grupo de controle para comparar efeitos do jogo com outras metodologias tradicionais de ensino. O contexto de aplicação, portanto, ainda impede a generalização dos resultados.

Vale ressaltar também que as diferenças de aceitação de alguns itens do questionário MEEGA+ entre surdos e não surdos pode estar relacionado a dificuldade maior na coleta dos dados, os surdos marcaram mais vezes a opção indiferente, podem ter interpretado de forma equivocada os pictogramas associados aos itens. Contudo, isso não invalida a totalidade dos

resultados obtidos, uma vez que foi possível promover a participação das pessoas surdas com a versão híbrida desenvolvida e que houve poucos itens marcados de forma negativa.

#### **7.4. Trabalhos Futuros**

O estudo sobre o uso de jogos que promovam a inclusão de pessoas surdas é uma demanda latente que requer cada vez mais estudos e pesquisas aplicadas.

Diante do exposto, torna-se instigante realizar mais avaliações do jogo *Accessible Interactions 500* com foco em outras métricas e com um público alvo mais abrangente, tentando, inclusive, eliminar ao máximo as limitações e ameaças à validade dos resultados alcançados.

A médio prazo, existe a possibilidade de mais cartas e elementos de RA serem inseridos. O que propiciará uma maior variedade de conteúdos a serem revisados a partir da utilização do jogo.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, T. R. A utilização de jogos digitais no ensino de física: uma abordagem do jogo cc - conecte circuitos para o ensino de alunos surdos e ouvintes. Universidade Federal do Ceará. Campus Quixadá. 2009
- ATANAN, Yada; SOMBUNSU KHO, Suwanna; BOONLUE, Surapon. E-future classroom: A study mixed reality learning environment for deaf learners in Thailand. **International Journal of Environmental and Science Education**, v. 12, n. 10, p. 2291-2315, 2017.
- AVELAR, T. F.; FREITAS, K. P. S. A importância do português como segunda língua na formação do aluno surdo, v. 17, 2016. Acesso em 27 de dezembro de 2021.
- BAMPI, L. N. S.; GUILHEM, Dirce; ALVES, Elioenai D. Modelo social: uma nova abordagem para o tema deficiência. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 18, n. 4, p.816-823, Ago. 2010. Acessado em 05 Mar. 2020, disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-11692010000400022>>. Acesso em: 15 de agosto de 2021.
- BELL, Diane; FOIRET, Jaudon. A rapid review of the effect of assistive technology on the educational performance of students with impaired hearing. **Disability and Rehabilitation: Assistive Technology**, v. 15, n. 7, p. 838-843, 2020.
- BELTRAMIN, F. S.; GÓIS, J. Materiais didáticos para alunos cegos e surdos no ensino de química. XVI ENEQ/X EDUQUI, 2013.
- BENITE, A.M.C.; NAVES, A.; PEREIRA, L.L.S. e LOBO, P. Parceria colaborativa na formação de professores de ciências: a educação inclusiva em questão. In: GUI-MARÃES, O.M. (Org.). *Conhecimento químico: desafios e possibilidades na ação docente*. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE Química. Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, v. 1, p. 1-12, 2008.
- BISOL, C. A. *et al.* Estudantes surdos no ensino superior: reflexões sobre a inclusão. *Cadernos de Pesquisa* [online]. 2010, v. 40, n. 139 [Acessado 10 Outubro 2021], pp. 147-172. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-15742010000100008>>. Epub 14 Set 2010. ISSN 1980-5314. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742010000100008>. Acesso em: 10 de setembro de 2021.
- BISOL, C.; SPERB, T. M. Discursos sobre a Surdez: Deficiência, Diferença, Singularidade e Construção de Sentido. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 7, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/revistaptp/article/view/17454>>. Acesso em: 9 de outubro de 2021.
- BOTELHO, P. *Linguagem e Letramento na educação dos surdos - Ideologias e práticas pedagógicas*. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.
- BRASIL, 2005 **DECRETO Nº 5.626 DE 22 DE DEZEMBRO DE 2005**. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para assuntos jurídicos. Brasília. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm)>. Acesso em: 11 de agosto de 2021.

BRASIL, 2015, **LEI Nº 13.146, DE 6 DE JUL. DE 2015**. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm)>. Acesso em: 11 de agosto 2021.

BRASIL, 2021. **LEI Nº 14.191, DE 3 DE AGO. DE 2021**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para dispor sobre a modalidade de educação bilíngue de surdos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/Lei/L14191.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Lei/L14191.htm)>. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

BRASIL. **LEI Nº 10.436, DE 24 DE ABRIL DE 2002**. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/110436.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110436.htm)>. Acesso em: 11 de agosto de 2021.

BRASIL. **LEI Nº 8.160, DE 8 DE JANEIRO DE 1991**. Dispõe sobre a caracterização de símbolo que permita a identificação de pessoas portadoras de deficiência auditiva. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L8160.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8160.htm)>. Acesso em: 17 de novembro de 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>>. Acesso em: 17 de novembro de 2021.

CAMPELLO, A. R. S. Pedagogia visual/sinal na educação dos surdos. **Estudos Surdos II. Petrópolis: Arara Azul**, p. 100-131, 2007.

CAPOVILLA, F. C. Filosofias Educacionais em relação ao surdo: do oralismo à comunicação total ao bilinguismo. *Revista Brasileira de Educação Especial*, v.6, n.1, 2000.

CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. **Explorando a Motivação para Estudar Química**. In: *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 401-4, 2000.

CEARÁ. Bruno Mota. Secretaria Estadual da Educação do Estado do Ceará. **Dia Nacional dos Surdos: estudantes da rede estadual revelam potencial para superar desafios**. 2019. Disponível em: <https://www.ceara.gov.br/2019/09/26/dia-nacional-dos-surdos-estudantes-da-rede-estadual-revelam-potencial-para-superar-desafios/>. Acesso em: 20 jun. 2021.

CHIEN, Chien-Huan; CHEN, Chien-Hsu; JENG, Tay-Sheng. An interactive augmented reality system for learning anatomy structure. In: **proceedings of the international multiconference of engineers and computer scientists**. Hong Kong, China: International Association of Engineers, 2010. p. 17-19

CHUNG, Cheng-Yu; HSIAO, I.-Han. Pensamento Computacional em Realidade Aumentada: Uma Investigação de Práticas de Depuração Colaborativa. In: **2020 6ª Conferência Internacional da Rede de Pesquisa em Aprendizagem Imersiva (iLRN)**. IEEE, 2020. p. 54-61.

COHEN, Nissim; ARIELI, Tamar. Field research in conflict environments: Methodological challenges and snowball sampling. **Journal of Peace Research**, v. 48, n. 4, p. 423-435, 2011.

DA CUNHA, M. B. Jogos no ensino de Química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola, São Paulo,[s. L.]**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DA SILVA JÚNIOR, José Nunes et al. Interactions 500: design, implementação e avaliação de um jogo de tabuleiro híbrido para auxiliar alunos na revisão de forças intermoleculares durante a pandemia de COVID-19. **Journal of Chemical Education** , v. 97, n. 11, pág. 4049-4054, 2020.

DA SILVA, A. B.; BODART, C. M. Reflexões sobre materiais didáticos para alunos surdos: Roma Antiga em Libras. **Signótica**, v. 32, 2020.

DASS, Nathan *et al.* Aumentando a codificação: realidade aumentada para a aprendizagem de programação. In: **Proceedings of the Sixth International Symposium of Chinese CHI** . 2018. p. 156-159.

DEPARTMENT OF OTOLARYNGOLOGY – HEAD AND NECK SURGERY, UNIVERSITY OF CA. **Speech Banana Audiogram**. Disponível em: <<https://ohns.ucsf.edu/audiology/education/peds>>. Acesso em: 12 de novembro de 2021.

DE QUADROS, Gerson Bruno Forgiarini. Atividade lúdica e interdisciplinar baseada em jogo de tabuleiro e cartas para a aprendizagem de língua, literatura inglesa e matemática na Educação Básica. **LínguaTec**, v. 3, n. 2, 2018.

ESTUDANTE, Anabela; DIETRICH, Nicolas. Using augmented reality to stimulate students and diffuse escape game activities to larger audiences. **Journal of Chemical Education**, v. 97, n. 5, p. 1368-1374, 2020.

FERNANDES, N. A. Uso de jogos educacionais no processo de ensino e de aprendizagem. 2010.

FERNANDES, . M.; FREITAS-REIS, I. Estratégia didática inclusiva a alunos surdos para o ensino dos conceitos de balanceamento de equações químicas e de estequiometria para o Ensino Médio. **Química nova na escola**, v. 39, n. 2, p. 186-194, 2017.

FERREIRA, W. M.; NASCIMENTO, S. P. F. **Utilização do jogo de tabuleiro - ludo - no processo de avaliação da aprendizagem de alunos surdos**. In: Química Nova, v. 36, p. 28–36, 2014.

FIALHO, Arivelto Bustamante. **Realidade Virtual e aumentada tecnologias para aplicações profissionais**. Saraiva Educação SA, 2018.

FREITAS, M. a educação de surdos no processo de ensino aprendizagem no campo das artes visuais. **METAgaphias, [S. l.]**, v. 2, n. 2, 2017. DOI: 10.26512/mgraph.v2i2.7348. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/metagraphias/article/view/7348>>. Acesso em: 13 de outubro de 2021.

FREITAS , R. de C. R. Q. de; PAZ, M. S. de O. Inclusive didatic application in teaching Chemistry for a deaf student . *Research, Society and Development, [S. l.]*, v. 10, n. 7, p. e29210716525, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16525. Disponível em:<<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16525>>. Acesso em: 28 de dezembro de

2021.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA: CONCEITUAÇÃO, PRODUÇÃO E PUBLICAÇÃO. **Logeion: Filosofia da Informação**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019. DOI: 10.21728/logeion.2019v6n1.p57-73. Disponível em: <http://revista.ibict.br/fiinf/article/view/4835>. Acesso em: 6 janeiro de 2022.

GANDRA, A. **País tem 10,7 milhões de pessoas com deficiência auditiva, diz estudo**. Agência Brasil, RJ, 2019. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-10/brasil-tem-107-milhoes-de-deficientes-auditivos-diz-estudo>>. Acesso em: 10 de novembro de 2021.

GIL, C. A. *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*, 6ª edição. São Paulo, Atlas, 2017.

GOLDFELD, M. A criança surda: Linguagem e Cognição numa perspectiva sociointeracionista. São Paulo: Editora Plexus, 2002.

GOMES, E. A.; SOUZA, V. C. A.; SOARES, C. P. Articulação do conhecimento em museus de Ciências na busca por incluir estudantes surdos: analisando as possibilidades para se contemplar a diversidade em espaços não formais de educação. *Experiências em Ensino de Ciências*, UFRGS, v. 10, p. 81-97, 2015. JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers' vi.

HUIZINGA, J. *Homo ludens*. [s.l.]: Editora Perspectiva SA, 2020.

KARAKOÇ, B., ERYILMAZ, K., TURAN ÖZPOLAT, E. *et al.* O efeito da aprendizagem baseada em jogos no desempenho do aluno: um estudo de meta-análise. *Tech Know Learn* (2020). <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09471-5>

KITCHENHAM, Barbara *et al.* Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. **Information and software technology**, v. 51, n. 1, p. 7-15, 2009.

KISHIMOTO, T. M. *O jogo e a educação infantil*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

LACERDA, C. B. F; SANTOS, L.F. **Tenho um aluno surdo. E agora? : Introdução à Libras e educação de surdos**. São Carlos: EdUFScar, 2013.

LIMA DA SILVA GOMES, E. M.; DE SOUZA, F. F. Pedagogia visual na educação de surdos: análise dos recursos visuais inseridos em um lda. **Revista Docência e Cibercultura**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 99-120, abr. 2020. ISSN 2594-9004. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/re-doc/article/view/49323>>. Acesso em: 14 de outubro de 2021. doi:<https://doi.org/10.12957/redoc.2020.49323>.

LOWDERMILK, T. *Design centrado no usuário*. [s.l.]: Novatec Editora, 2013.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MERILAMPI *et al.* , "Co-projetando um Jogo Híbrido para o Uso de Equipamentos de Proteção Individual Adequados em Diferentes Cenários Clínicos", 2021 IEEE 9ª Conferência Internacional sobre Jogos Sérios e Aplicações para a Saúde (SeGAH) , 2021, pp. 1- 6, doi:

10.1109 / SEGAH52098.2021.9551905.

NUNES, João Batista Carvalho; OLIVEIRA, Luisa Xavier. Cultura digital: retrato do uso das tecnologias no Estado do Ceará. **Fortaleza. EdUECE**, 2014.

OLIVEIRA, A. C. G.; PINTO, E. S. S. **Ensino de Química para surdos na perspectiva de alunos surdos, professor, intérprete e coordenação**. In: XIV Encontro Nacional de Química (ENEQ), Bahia, 2012.

OLIVEIRA, A. **Tecnologia expande desenvolvimento de jogos híbridos**. Clube do videogame. Disponível em: <<https://clubedovideogame.com.br/tecnologia-expande-desenvolvimento-de-jogos-hibridos/>>. Acesso em: 29 de dezembro de 2021.

OMS. Classificação Internacional da Funcionalidade Incapacidade e Saúde. 2014.

PACANSKY-BROCK, M. *Best practices for teaching with emerging technologies*. Routledge, 2012.

PAIVA, F. G. R. Impactos da hibridização em jogos analógicos. 2021. Universidade Federal do Ceará.

PEREIRA, L. L. S.; BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C. Aula de Química e surdez: sobre interações pedagógicas mediadas pela visão. 2011.

PERLIN, G. (Orgs). *Estudos Surdos II*. Petrópolis, RJ: Arara Azul, 2007.

PETRI, G.; VON WANGENHEIM, C. G. A Method for the Evaluation of the Quality of Games for Computing Education. In: **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2019. p. 951

PINTO, F. B. Vendo Vozes: a história da educação dos surdos no Brasil oitocentista. *Cultura Sorda*. 2007. Disponível em: <<http://www.cultura-sorda.org/vendo-vozes-a-historia-da-educacao-dos-surdos-no-brasil-oitocentista/>>. Acesso em: 13 de outubro de 2021.

POKER, R. B. Troca simbólica e desenvolvimento cognitivo em crianças surdas: uma proposta de intervenção educacional. Tese de doutorado. UNESP – Marília, 2002.

PONTES, E. A. S. Os números naturais no processo de ensino e aprendizagem da matemática através do lúdico. **Diversitas Journal**, v. 2, n. 1, p. 160-170, 2017.

PRENSKY, M. *Aprendizagem Baseada em Jogos Digitais*. São Paulo: Senac, 2012.

REDONDO, M.C.F.; CARVALHO, J.M. Deficiência auditiva. In: *Cadernos da TV escola*, Brasília: MEC, SEED, 2000.

REIS, E. S. O ensino de Química para alunos surdos: desafios e práticas dos professores e intérpretes no processo de ensino e aprendizagem de conceitos químicos traduzidos para libras. 2015.

RODRIGUES, M. D. C. (2020). O ensino de matemática a crianças com surdez. Disponível em: <<http://45.4.96.19/bitstream/aee/18129/1/TC2%20Mariana.pdf>>. Acesso em: 09 de agosto

de 2021.

SANTOS, P. (2012). A deficiência e vários tipos existentes. Disponível em: <<https://abrigomoacyralves.org/a-deficiencia-e-os-varios-tipos-existentes/>>. Acesso em: 09 de agosto de 2021.

SCHMIDT, R. (2020). Surdo e Deficiente Auditivo é a mesma coisa? Entenda a diferença!. Disponível em: <<https://guiaderodas.com/surdo-e-deficiente-auditivo-e-a-mesma-coisa-entenda-a-diferenca/>>. Acesso em: 15 de setembro de 2021.

SCHUYTEMA, Paul. Design de games: uma abordagem prática. São Paulo: Cengage Learning. 2008.

SHUTE, V. J.; RIEBER, L.; VAN ECK, R. Games... and... learning. **Trends and issues in instructional design and technology**, v. 3, n. 1, p. 1-31, 2011.

SILVA, A. M. **Proposta para Tornar o Ensino de Química mais Atraente**. In: Revista de Química Industrial, n. 731, 2011.

SILVA, A. N. S. O ensino de Química desenvolvido com alunos surdos em uma escola especializada do município de Campina Grande–PB. 2016.

SILVA, F. S.; SILVA, C. S.; ALENCAR, O. S.; AMORIM, M. R. (2019) Deficiência auditiva e inclusão de alunos: um estudo de caso na perspectiva dos professores, intérpretes e coordenadores em uma escola privada na cidade de Imperatriz-MA. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n.7, p.8330-8343. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n7-052>.

SOUSA, Caio Silva; FERREIRA, Deller; RODRIGUES, Cassio Leonardo. Technologies for educating deaf children-a systematic literature review. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. 2019. p. 1161.

STRACK, R.; MARQUES, M.; del PINO, J. C. Por um outro percurso da construção do saber em educação Química. *Química Nova na Escola*. v. 31, n. 1, p. 18-22, fev. 2009.

TEOTONIO, E. E. S. Avaliação de jogos educacionais: um estudo de caso com os jogos TuxMath e Gnumch. 2017.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. Cortez editora, 2022.

VIANA, F. R.; BARRETO, M. C. A construção de conceitos matemáticos na educação de alunos surdos: o papel dos jogos na aprendizagem. **Dossiê: Diversidade Lingüística e Cultural na Educação Matemática**, v. 29, n. 1, p. 17, 2011.

VIANNA, Y.; VIANNA, M.; MEDINA, B.; TANAKA, S. Gamification, Inc: como reinventar empresas a partir de jogos. Rio de Janeiro : MJV Press, 2013.

World report on hearing. Geneva: World Health Organization; 2021. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

WOHLIN, Claes. Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: **Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering**. 2014. p. 1-10.

WU, C.-H.; CHEN, C.-C.; WANG, S.-M.; HOU, H.-T. The design and evaluation of a gamification teaching activity using board game and qr code for organic chemical structure and functional groups learning. In: IEEE. **2018 7th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)**. [s.l.], 2018. p. 938–939.

ZABELINA, D.L; ROBINSON, M. D. (2010). Brincadeira de criança: Facilitando a originalidade da produção criativa por uma manipulação de priming. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4 (1), 57-65.

ZIMMERMAN, E. Gaming literacy: Game design as a model for literacy in the twenty-first century. In: **The video game theory reader 2**. Routledge, 2008. p. 45-54.

## APÊNDICE A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP/UFC

UFC - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ /



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** REALIDADE AUMENTADA E JOGOS HÍBRIDOS NO ENSINO DE QUÍMICA COM ACESSIBILIDADE PARA SURDOS

**Pesquisador:** NATALIA DA SILVA FERNANDES

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 58291022.0.0000.5054

**Instituição Proponente:** Instituto UFC Virtual

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.527.279

#### Apresentação do Projeto:

O projeto de pesquisa tem como tema central o desenvolvimento de jogos para alunos surdos. O ensino de Química apresenta muitos desafios, pois é uma disciplina considerada pela maioria dos alunos como complexa e abstrata, dificultando sua aprendizagem. No contexto dos alunos surdos, os desafios são ainda maiores, visto que, na grande maioria, as metodologias de ensino aplicadas são pautadas no público ouvinte. Os jogos acessíveis são ferramentas pedagógicas promissoras para minimizar essa problemática. Segundo o pesquisador, a literatura comprova que os jogos são capazes de impactar no processo de aprendizagem dos alunos, em razão do aumento do engajamento e por despertarem o interesse em aprender os conteúdos escolares de uma forma mais divertida. Com a finalidade de produzir um material inclusivo para surdos, o pesquisador propõe uma pesquisa dividida em seis etapas. Na primeira etapa foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o objetivo de levantar as principais aplicações de Realidade Aumentada (RA), os métodos, os processos de avaliação conduzidos pelos autores e avaliar os principais benefícios e desvantagens do uso da RA no ensino de surdos. Na segunda etapa, que já foi realizada, criou-se uma primeira adaptação do jogo Interactions 500 e realizou-se um teste com surdos e ouvintes dividido em 2 sessões, uma com e a outra sem a presença do intérprete, para entender o funcionamento do jogo na prática e pensar em possíveis adequações. A etapa foi realizada como estudo de requisitos para o desenvolvimento das próximas etapas, conforme o modelo Design Science Research (DSR). O jogo Inclusive Interactions 500 terá um tabuleiro físico e

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

**Bairro:** Rodolfo Teófilo

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**CEP:** 60.430-275

**Telefone:** (85)3366-8344

**E-mail:** comepe@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 5.527.279

peças que serão movimentadas pelos jogadores através de uma carta de movimento contendo uma pista. Os jogadores também contarão com o auxílio de um smartphone com um aplicativo do jogo para visualização das cartas contendo afirmações relacionadas à Química Orgânica que deverão ser julgadas pelos participantes como verdadeiras ou falsas, e também mostrará os movimentos que devem ser feitos no tabuleiro caso a resposta esteja correta. Na terceira etapa, será criada uma primeira versão da RA com vídeos inclusivos para serem realizados testes piloto. Esta etapa tem como sujeitos 4 voluntários, maiores de idade, convidados pelo pesquisador. A aplicação será um teste piloto, com duração de 60 minutos, simulando a etapa 4, na qual o jogo será testado em uma aula de revisão de conteúdos de Química Orgânica com mais jogadores. Os 20 minutos iniciais serão destinados à montagem dos materiais necessários (tabuleiro, peões, cartas e dispositivos móveis), explicação do jogo e suas regras com o auxílio do intérprete e a formação das equipes. Nos 60 minutos seguintes os alunos jogarão. Na quarta etapa, a RA será validada com alunos surdos e ouvintes do ensino médio. Esta etapa tem como sujeitos 18 Alunos de uma turma do ensino médio (9 ouvintes e 9 surdos). A aplicação será feita em uma aula de revisão de conteúdos de Química Orgânica, após 2 aulas de 50 minutos cada ministradas pela professora regente da disciplina, no local escolhido para aplicação desta pesquisa. A aplicação será em uma aula de 100 minutos. Os 20 minutos iniciais serão destinados à montagem dos materiais necessários (tabuleiro, peões, cartas e dispositivos móveis), explicação do jogo e suas regras com o auxílio do intérprete e a formação das equipes (3 integrantes cada, sendo 3 apenas com ouvintes e outras 3 apenas com surdos). Nos 60 minutos seguintes os alunos jogarão. Os 20 minutos finais da aula serão destinados para os alunos responderem as perguntas do questionário impresso relacionadas ao jogo fornecido pelo método de avaliação MEGA+, com a presença de um intérprete para os surdos. Os alunos responderão as perguntas com concorda, concorda totalmente, discorda, discorda totalmente, nem concorda e nem discorda. Na quinta etapa, serão adicionados elementos de RA relacionados ao conteúdo de Química Orgânica. O autor descreve os mesmos sujeitos e instrumentos da etapa anterior. Na sexta etapa, serão realizadas avaliações comparativas finais entre as versões sem e com os vídeos inclusivos e entre as versões com e sem RA interativa, visando mensurar os impactos causados no processo de ensino e aprendizagem de Química, na aceitação e experiência do usuário surdo e ouvinte. Nesta etapa, os dados coletados serão tabulados e analisados para a escrita dos resultados e das considerações finais utilizando as planilhas de análise fornecidas pelo próprio MEEGA+.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo primário: Criar e analisar o uso de uma adaptação do jogo Interactions 500 que por meio

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000  
**Bairro:** Rodolfo Teófilo **CEP:** 60.430-275  
**UF:** CE **Município:** FORTALEZA  
**Telefone:** (85)3366-8344 **E-mail:** comepe@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 5.527.279

de técnicas de hibridização visa auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de Química de alunos surdos e ouvintes do 3º ano do EM em uma escola pública do Estado do Ceará.

Objetivos secundários: Alterar o jogo Interactions 500 híbrido com uso de RA para torná-lo acessível a usuários com surdez; Utilizar o jogo como ferramenta de ensino e aprendizagem nas aulas de "Química Orgânica"; Medir a aceitação e experiência de uso desse jogo híbrido com Realidade Aumentada.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: Este estudo não apresenta nenhum risco de dano material, de dano imaterial (integridades física e psíquica, saúde, honra, imagem e privacidade) e discriminação. O único risco está relacionado ao cansaço ou aborrecimento ao responder algum questionário.

Benefícios: articulação do ensino de Química às novas tecnologias que vislumbra, a partir da criação de uma versão modificada e acessível do jogo Interactions 500, a melhoria na construção do conhecimento dos alunos e na revisão de conteúdos escolares.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa apresenta tema relevante. Objeto de estudo é adequadamente fundamentado em revisão bibliográfica ampla e atual. Objetivos estão apresentados e são claros e factíveis. O método está detalhado e é pertinente para o alcance dos objetivos.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos obrigatórios foram apresentados e estão de acordo com a Resolução 510/16.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

A pesquisa não apresenta pendências éticas ou documentais.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1917710.pdf	28/06/2022 18:48:04		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_TCLE_RESPONSaVEL.docx	28/06/2022 18:46:22	NATALIA DA SILVA FERNANDES	Aceito

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000  
**Bairro:** Rodolfo Teófilo **CEP:** 60.430-275  
**UF:** CE **Município:** FORTALEZA  
**Telefone:** (85)3366-8344 **E-mail:** comepe@ufc.br

UFC - UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ /



Continuação do Parecer: 5.527.279

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_TCLE_PROFESOR.docx	28/06/2022 18:43:27	NATALIA DA SILVA FERNANDES	Aceito
Outros	TERMO_DE_ASSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO_TALE_ALUNOS.doc	28/06/2022 18:43:09	NATALIA DA SILVA FERNANDES	Aceito
Cronograma	cronograma.docx	28/06/2022 18:42:35	NATALIA DA SILVA FERNANDES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	28/06/2022 18:42:06	NATALIA DA SILVA FERNANDES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	novoAUTORIZACAO_DO_LOCAL_DE_REALIZACAO_DA_PESQUISA.docx	25/04/2022 10:52:12	NATALIA DA SILVA FERNANDES	Aceito
Declaração de concordância	ookDECLARACAO_DOS_PESQUISADORES_ENVOLVIDOS_NA_PESQUISA.	25/04/2022 10:49:35	NATALIA DA SILVA FERNANDES	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.pdf	25/04/2022 10:24:43	NATALIA DA SILVA FERNANDES	Aceito
Outros	TERMO_DE_COMPROMISSO_PARA_UTILIZACAO_DE_DADOS.docx	30/03/2022 16:49:51	NATALIA DA SILVA FERNANDES	Aceito
Outros	CARTA_SOLICITANDO_APRECIACAO_CEPUFUC .docx	30/03/2022 16:47:23	NATALIA DA SILVA FERNANDES	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

FORTALEZA, 14 de Julho de 2022

Assinado por:  
**FERNANDO ANTONIO FROTA BEZERRA**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000  
**Bairro:** Rodolfo Teófilo **CEP:** 60.430-275  
**UF:** CE **Município:** FORTALEZA  
**Telefone:** (85)3366-8344 **E-mail:** comepe@ufc.br

# ANEXO A – REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Springer Nature 2021 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X template

## Augmented Reality in Education for People who are Deaf or Hard of Hearing: A Systematic Literature Review

### Abstract

Education for people who are deaf or hard of hearing (DHH) is full of challenges, especially in a context that involves interaction with people who do not know Sign Language (SL) or even during SL learning. Unsurprisingly, digital technologies emerged to minimize such educational challenges. This paper presents a Systematic Literature Review (SLR) on using a prominent digital technology: Augmented Reality (AR). It synthesizes the literature on AR-based learning for people who are DHH. We seek to identify design elements and their impacts on existing research dedicated to applying AR to this learning context. Our work consisted of searching scientific databases and performing the Snowballing method (Backward and Forward) on their citations and references. Out of 1694 documents, we found 26 studies published in journals and conferences between 2006 and 2020 that use AR for DHH education. As a result, the SLR identified 12 studies focused on Sign Language (SL) teaching and four on Mathematics learning. Most of these studies use marker-based solutions (60%); they reported positive impacts on the DHH students' motivation, interaction, and learning. We did not find prevalence in research methodologies and methods used during AR tool evaluations, and only one study uses AR for Science learning. SLR studies also report discomfort when using head-mounted displays (40%) and problems handling the AR mobile software (20%).

**Keywords:** Augmented Reality, Teaching people who are deaf, Systematic Literature Review

## 1 Introduction

According to the World Health Organization (WHO), over 5% of the world's population suffers from disabling hearing loss. Nowadays, it represents over 360 million people across the globe, mainly in low- and middle-income countries. The education for people who are deaf or hard of hearing (DHH) is full of challenges. In childhood, acquiring language and communication skills is more complicated since they interact mainly with other family members and people who are not DHH [1][2][3]. These communication challenges can adversely affect their learning capabilities and slow down their intellectual and social growth [1]. At school, these initial communication challenges are minimized by learning lip-reading and sign language [2]. However, during their formation, people who are DHH may face difficulties in learning content, which is usually not presented and written in a proper way for them [4]. Also, they might attend classes that do not always have

the presence of trained interpreters and teachers. Finally, they might have difficulty interacting with colleagues who do not speak Sign Language (SL) properly.

Fortunately, thanks to the increasing use of digital technology, education is more accessible, in general [5]. Digital technology-based solutions have introduced innovative ways for learning. For example, mobile learning using smartphone devices or Web-based e-learning systems containing text and videos accessible to people who are DHH [4][2][6]. Also, digital technology expands opportunities to interact with society and to communicate with other people who are DHH, to practice Sign Language. However, the scale of research and availability of assistive technology products in the field of deaf education are negligible when compared to the field of general education [2]. Additionally, many educational institutions still lack suitable instructional materials for the learning of DHH people.

Literature reviews, such as [7][5], have shown that the use of accessible digital technologies contributes to the inclusiveness of the teaching-learning process for people who are DHH. Digital technologies promote the expansion of the reading, writing, and drawing skills of these individuals. In addition, they contribute to their autonomy and social inclusion [7]. In this context, we developed a systematic review of the literature on a particular digital technology used to educate people who are DHH. Our focus was on investigating the use of Augmented Reality (AR). This emergent technology has gained prominence due to the ubiquity of smartphones and the evolution of head-mounted devices. Augmented Reality (AR) is a technology that allows vision and interaction with the real world that is juxtaposed with virtual elements [8]. For instance, AR in smartphones uses real-world camera images. The software places virtual objects at specific points over the camera capture, which simultaneously provides interactions and media content (e.g.; text, images, 3D animations) [9]. It differs from Virtual Reality (VR) since in VR the user is immersed in a virtual environment, which could be very different from the user's current real environment [8].

In the last decade, AR has become a trend in educational research [10][11][12][9][13]. Researchers have pointed out that AR has potential educational affordances that are useful in science, technology, mathematics, and language learning [9][13]. For example, secondary studies have claimed to find educational benefits when using AR, such as increased student interest, change in their attitude, improvements in active participation and collaboration in the classroom, and promotion of self-learning [10][9][13]. Also, AR enhances students' activity, ensuring fun and significant learning moments. In [11], for instance, the authors showed pieces of evidence in their literature review that AR in education can impact students' learning process. The best results are observed in experiments carried out in the classroom with a collaborative approach. In contrast, Quintero *et al.* [14] reported that AR applications are still early in inclusive education. They claimed the effects resulting from the use of this technology are still superficial in this domain.

Regarding AR studies targeting people who are DHH, we found the review [12]. In the paper, the authors present an SLR that synthesizes the

use of AR, VR, and extended reality (XR) in the education of DHH people. XR is a technology that combines VR and AR. The authors examined 35 open access articles in their review. Their research provides evidence that the areas of knowledge that most use XR are learning letters and vocabulary followed by mathematics. In their study, the authors reported only three applications that exclusively used AR.

In this paper, we provide a synthesis of the current state of the art in the design and evaluation of AR technologies driven by the need for approaches to stimulate the use of AR in education for DHH people. First, we conducted a Systematic Literature Review (SLR) using the PICOS criteria (Population, Intervention, Comparison, Outcome, and Study). We sought to identify design elements and their impacts on existing research dedicated to applying AR in the education for DHH people. We searched on scientific databases and then carried out the Snowballing method (Backward and Forward) on their citations and references. Out of 1694 documents, we found 26 studies published in journals and conferences between 2006 and 2020 using and evaluating AR for DHH people education. Finally, we answered six research questions aiming to synthesize the main applications of AR, the methods, the evaluation process conducted by the 26 papers' authors, and show the main benefits and disadvantages of using AR in education for DHH people.

In this paper, we present the results of the systematic review and its execution process. First, we describe the research protocol and discuss the research questions' results. Furthermore, we provide perspectives and challenges we identified from the 26 studies. The remainder of the paper is organized as follows: Section 2 describes the methodology of the systematic review; Section 3 presents and discusses the results achieved; Section 4 brings the discussion of research contributions; and, finally, Section 5 shows the final considerations and future work.

## 2 SLR and Methods

### 2.1 Main Goal

The main goal of our SLR is to obtain an overview of the AR technologies aimed at teaching people who are DHH. In addition, we seek to characterize

how AR technologies are being developed, applied, and evaluated in this domain.

As we mentioned in Section 1, the use of AR contributes to improving learning and engagement outcomes and favors interaction between students and teachers [10][9][13]. Most AR technologies improve the visual aspect of the user world. Therefore, educational tools that make use of them have a great potential to draw the attention of DHH users and favor their process of construction and acquisition of knowledge. The main reason for that belief is that DHH individuals are considered “visual subjects”, that is, they use vision to access world information and build their knowledge based on them.

Many secondary studies (i.e., surveys, SLRs) exist in the literature reporting overviews and roadmaps of the use of AR in education [10][11][12]. However, few reviews describe studies with DHH learners [12]. In contrast, our SLR stands out for focusing on DHH education and offering a basis for promoting the application of AR in this context.

## 2.2 Secondary Objectives (SO)

Our secondary goals are:

1. Identify and understand the types of AR software used in teaching people who are DHH;
2. Describe the methods and mythologies used to evaluate AR software in DHH education; and
3. Characterize the pieces of evidence showing the impact of AR use in this context.

## 2.3 Research Questions

The SLR conducted in this study followed the PICOS methodology (Population, Intervention, Comparison, Outcome, and Study). PICOS helps to structure the review, to select relevant questions and to avoid unnecessary searches, which is often a complex and time-consuming process [15]. Researchers generally use the PICOS methodology for asking clinical questions. But, PICOS is also used in other research domains (e.g., Computer Science) to structure general research questions similar to our case.

In this paper, we not applied the Comparison phase, as it constitutes an exploratory study intended to characterize a specific research domain. Also, we do not use any control group.

Strictly speaking, this decision categorizes our SLR as a quasi-systematic review.

Following the outlined objectives, we developed seven research questions. They want to characterize the participants’ profiles in the studies and describe the academic areas in which the authors applied the AR technologies. Also, our questions search to describe the assessment methods used and the positive and negative impacts of using AR reported by the authors. Table 1 presents the seven research questions and their rationale, which indicates their justification and objective.

**Table 1** Motivation and Research Questions.

ID	Research Question	Rational
RQ1	In which areas of knowledge did the authors use AR technologies for teaching people who are DHH?	Identify the teaching areas that use AR for DHH education.
RQ2	For which target platforms did the authors develop the AR applications, and which technologies did they use for this purpose?	Identify the AR technique used (e.g., QR code, projection), map the tools that are used for AR software development, and the target platform (e.g., smartphone, tablet)
RQ3	How were the AR evaluation sessions organized, and what were the assessment methods used?	Investigate the number of sessions, their duration, and characterize the evaluation process.
RQ4	What were the demographic profile and the number of participants in the assessment sessions?	The goal is to identify the most frequent users’ profiles in the studies (e.g., age, gender).
RQ5	What were the advantages and disadvantages of using AR technologies for teaching people who are DHH?	List the strengths and weaknesses of using AR mobile apps to teach DHH people.

## 2.4 Methods and Planning

The research method used in this work was the systematic literature review (SRL) combining the search methods in article databases with the Snowballing method. For the design of the SRL, the guidelines proposed by Kitchenham *et al.* [16]

and the steps of the Snowballing method were followed [17][18].

The SRL involved three main steps: planning, conducting, and reporting the research. During the planning phase, we defined the objective of our SLR together with our seven research questions. Also, we choose the database libraries and the search period. In the next step, i.e., the conducting phase, we searched to identify and select qualified studies. Then, we filtered them based on the inclusion and exclusion criteria presented in this section. The research report's final step analyzed the thirteen documents that met the research objective and criteria.

After the database search, we carried out a manual procedure based on the Snowballing technique [18][17]. The purpose of the Snowballing technique is to make the search coverage more complete. Therefore, some studies matching the SLR scope might appear in the Snowballing phase even if the database search did not first return them. Firstly, we applied a citation analysis on the studies selected during the database search (Forward Snowballing). Secondly, we checked the references of the thirteen papers searching for works related to our review scope (Backward Snowballing).

#### 2.4.1 Search String

To establish the search string, the paper's first author tried many combinations of words validated by two experts in SLR execution, trying to maximize the reach of our SLR. In the end, we decided to use the terms "deaf" OR "hearing impaired" OR "hard of hearing" OR "deafness" OR "deafened" for characterizing people who are DHH. Furthermore, we used "mobile device" OR "smartphone" OR "tablet" OR "head-mounted device" instead of "Software" since the use of this term alone reported few studies. Finally, we choose "mixed reality" to expand the search possibilities for the term "augmented reality". Table 2 shows the final search string.

#### 2.4.2 Inclusion and Exclusion Criteria

In this work, the exclusion and inclusion criteria operate in sequential and logical order. When we find a match in the list, the accept or reject action is performed. After that, we do not check

**Table 2** Research String.

Scope	String
People who are DHH	(deaf OR "hearing impaired" OR "hard of hearing" OR "deafness" OR deafened) AND
Education context	(learning OR education OR teaching) AND
Platform	("mobile device" OR smartphone OR tablet OR "head-mounted device") AND
Augmented reality	("augmented reality" OR AR OR "mixed reality")

any other statements in the list. Table 3 contains the exclusion and inclusion criteria we used.

**Table 3** The exclusion and inclusion criteria.

Inclusion criteria	Exclusion criteria
The paper must propose a technique or a method for using augmented reality with DHH learners;	Documents that are not considered scientific papers strictly (e.g., book chapters);
The paper must contains assessments with hearing impaired people;	Paper that is duplicated;
The paper must be written on English.	Paper that, by title and abstract, is outside the SLR scope

## 3 SLR Execution

### 3.1 Database search

For the string-based search, we used four databases: ACM Digital Library<sup>1</sup>, Scopus<sup>2</sup>, Springer<sup>3</sup>, and Web of Science<sup>4</sup>, frequently used in the technology academic community for systematic literature reviews [19][20].

Figure 1 illustrates the study selection process. After running the string search, we apply four filters (identification, screening, eligibility, and inclusion) to refine the studies strictly relevant to our SLR. We performed the string search in May 2021 and selected articles to date. In the

<sup>1</sup> <http://www.dl.acm.org>

<sup>2</sup> <http://www.scopus.com/>

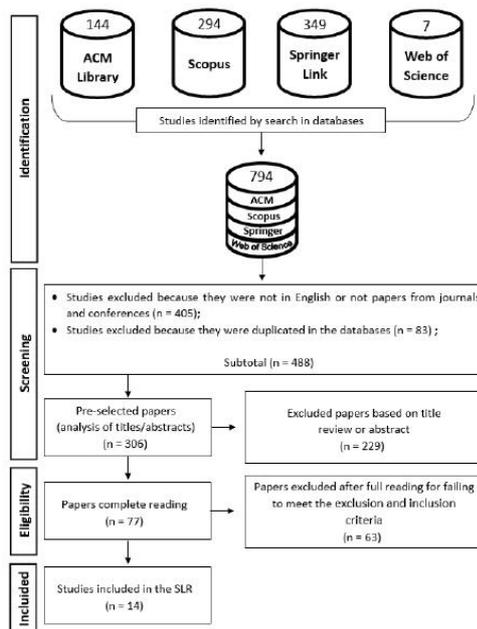
<sup>3</sup> <https://link.springer.com/>

<sup>4</sup> <http://www.webofknowledge.com>

**Table 4** Distribution of the Records for Each Source (Before and After the Selection).

	ACM Library	Scopus	Springer Link	Web of Science
Initial Result	144	294	349	7
Final Result	3	4	4	3

first filtering, which corresponds to the identification phase, we found 794 documents in the four databases. We excluded documents that were not conference or journal full papers ( $n = 405$ ) or duplicated ( $n = 83$ ) in the screening stage. For that task, we have the aid of the Parsifal tool <sup>5</sup>, leaving 305 studies at the end of this phase.

**Fig. 1** The database search process.

One author read the titles and abstracts of these studies and excluded 229 documents since they were not related to the SRL topics. In the eligibility phase, 33 articles were read in full and classified according to our inclusion and exclusion criteria (Table 3). In total, only 14 studies met all the criteria and were classified as eligible: 3

from ACM Digital Library, 4 from Scopus, 4 from Spring Link, and 3 from Web of Science (Table 4).

### 3.2 Snowballing

We also use the same inclusion and exclusion criteria in executing the Snowballing method (Figure 2). Firstly, was carried out the Backward Snowballing process. To do so, we analyzed the bibliographic references of the precedent selected documents. From the 14 articles, we reached 719 studies, 31 were duplicates, and 47 did not correspond to scientific papers (e.g., book chapters). After reading the titles and abstracts of these studies, we reached 9 new papers. Secondly, we started the Forward Snowballing process. We collected all studies that cite at least one of the 14 previously selected articles using the Google Scholar tool. The method returned 181 works (executed in June 2021), analyzed using the same inclusion and exclusion criteria. Three new papers were then selected. At the end of the execution of the Snowballing method, we obtained 12 new articles.

## 4 Results

In this section, we present details of the 26 final selected documents. According to our SLR, the number of works published per year applying Augmented Reality technologies to DHH education is small, as shown in Figures 4 and 3. However, we observed an increase in the theme interest in 2018 ( $n = 7$ ) and 2019 ( $n = 5$ ).

Figure 3 shows how the articles are distributed across continents and countries. The largest amount of studies was carried out in the Asian continent ( $n = 13$ ), especially in the King Saud University, Saudi Arabia, as can be seen in the works [21][22][23] and in the Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia [11][24]. On the other hand, the European continent gives nine works, highlighting the University of Salamanca, Spain, published two papers [25][26].

<sup>5</sup><https://parsif.al/>

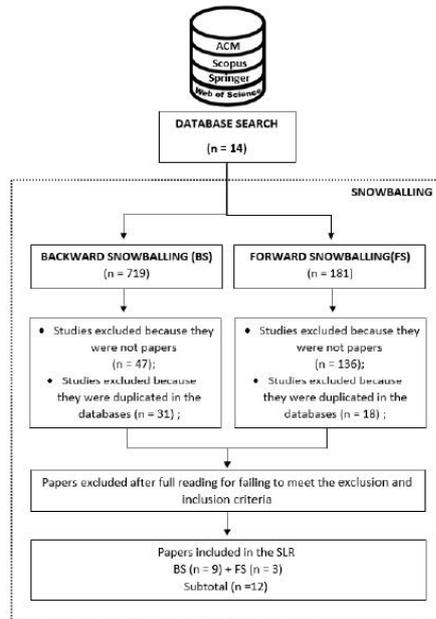


Fig. 2 Snowballing process.

Table 5 presents the 14 articles selected in the database search, the journal or conference they were published, the database source, and the number of citations we found in Google Scholar <sup>6</sup> (collected in June 2021). Table 6 presents details about the 12 articles selected in the Snowballing phase, including the journal or conference they were published, and which paper of the database search they cite. The following section presents how the data collected from these 26 documents answered the research questions.

<sup>6</sup><https://scholar.google.com.br/>

## 5 Research Question Discussion

### 5.1 RQ 1: In which areas of knowledge did the authors use AR technologies for teaching DHH people?

In the 26 studies of our SRL, we identified 9 areas of knowledge that used AR software to support the learning of DHH students (Figure 5). Sign Language Literacy ( $n = 12$ ), highlighting the use of vocabularies, verbs, and pronouns and Mathematics teaching ( $n = 4$ ) are the fields with the most studies (64%).

For instance, Kožuh *et al.* [3] compare the efficiency of Slovenian Sign Language learning using three methods. One of these methods uses an AR mobile app that projects videos with SL interpretation by pointing the smartphone camera to images printed on paper. The results indicated that when the signature words were acquired using the AR mobile app, success rates increased.

In the field of Mathematics, Anshori and Novianingsih [27] developed an AR app that helps DHH students develop basic skills in the study of angles. It recognizes, measures, draws, and identifies the types of angles and their elements.

### 5.2 RQ2: For which target platforms did the authors develop the AR applications, and which technologies did they use for this purpose?

Tables 7 and 8 presents an overview of the AR software found in the 26 selected articles and their respective devices used for interaction. It also brings a classification scale developed by NASA, the Technology Readiness Levels (TRL) [28]: a scale from 1 to 9 used to assess the maturity level of a particular technology. Considering our SLR data, 7 studies were classified as prototypes ( $TRL = 6$ ), and 18 articles presented mature AR solutions (final/full scale,  $TRL \geq 7$ ).

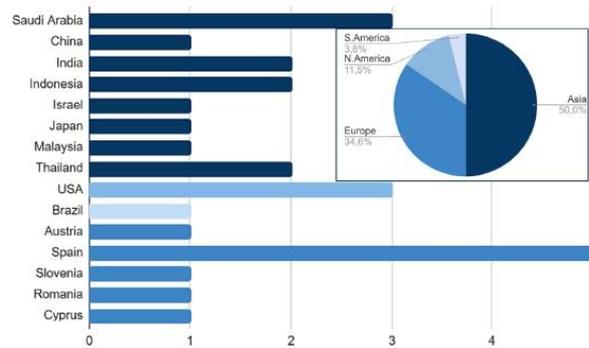
In the selected articles, we identified two kinds of AR technologies that the authors adopted: (1) **marker-based** model in which the user looks at a virtual model through the device's camera according to the position of a specific marker (visual

**Table 5** Details of 14 Papers from the Database search phase.

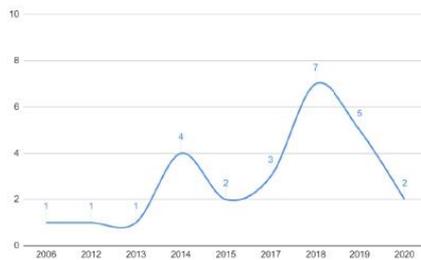
ID	Papers	Authors	Year	Published	Source
SR1	Analysis of user requirements for a mobile augmented reality application to support literacy development amongst hearing-impaired children	Al-Megren, S. and Almutairi, A.	2019	Journal of Information and Communication Technology	Scopus (4)
SR2	Anatome: Anatomy Teaching and Learning Designed for All	Ferreira <i>et al.</i>	2019	Symposium on Applied Computing	ACM (1)
SR3	AR Supporting Deaf Students in Mainstream Schools: Two Case Studies of Practical Utility of the Technology	Ioannou, A. and Constantinou, V.	2018	Interactive Mobile Communication Technologies and Learning	Web of Science (5)
SR4	Augmented Sign Language Modeling (ASLM) with interaction design on smartphone - an assistive learning and communication tool for inclusive classroom	Deb <i>et al.</i>	2018	Procedia Computer Science	Web of Science (10)
SR5	Development of Learning Support Equipment for Sign Language and Fingerspelling by Mixed Reality	Hirabayashi <i>et al.</i>	2019	Applied Computing and Information Technology	ACM (1)
SR6	Enssat: wearable technology application for the deaf and hard of hearing	Alkhalifa, S. <i>et al.</i>	2018	Multimedia Tools and Applications	Springer (8)
SR7	Glass Vision 3D: Digital Discovery for the Deaf	Parton, B. S.	2017	TechTrends	Springer (18)
SR8	Improving graphic expression training with 3D models	Alvarez <i>et al.</i>	2017	Journal of Visualization	Springer (9)
SR9	KiNEEt: application for learning and rehabilitation in special educational needs	Castelo <i>et al.</i>	2018	Multimedia Tools and Applications	Scopus (13)
SR10	a new approach to evaluating the motivation and satisfaction of university students using advanced visual technologies	Fonseca <i>et al.</i>	2015	Universal Access in the Information Society	Springer (85)
SR11	Rounding-augmented reality book and smartphone for deaf students inachieving basic competence	Hasanah <i>et al.</i>	2020	Journal of Physics: Conference Series	Web of Science (1)
SR12	SiLearn: an intelligent sign vocabulary learning tool	Joy <i>et al.</i>	2019	Journal of Enabling Technologies	Scopus (3)
SR13	Virtual environments as a tool for improving sequence ability of deaf and hard of hearing children	Eden, S. and Ingber, S.	2014	American Annals of the Deaf	Scopus (9)
SR14	Owl Pellets and Head-mounted Displays: A Demonstration of Visual Interaction for Children who Communicate in a Sign Language	Jones, Michael <i>et al.</i>	2013	Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children	ACM (1)

**Table 6** Details of 12 Papers from the Snowballing phase.

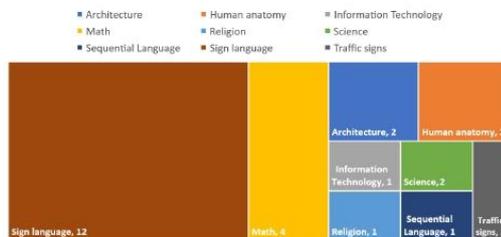
ID	Papers	Authors	Year	Published	Source
SB1	Applying Universal Design for Learning in Augmented Reality Education Guidance for Hearing Impaired Student	Luangrungruang, T. and Kokaew, U.	2018	International Conference on Advanced Informatics: Concept Theory and Applications (ICAICTA)	SR4
SB2	Assessing the Effectiveness of an Augmented Reality Application for the Literacy Development of Arabic Children with Hearing Impairments	Al-Megren, S. and Almutairi, A.	2018	International Conference on Cross-Cultural Design (CCD)	SR1
SB3	Assessing the Efficiency of Using Augmented Reality for Learning Sign Language	Kožuh <i>et al.</i>	2015	Universal Access in Human-Computer Interaction	SR1
SB4	Assistive AR Technology for Hearing Impairments in Driving Lessons	Salomia <i>et al.</i>	2018	IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR)	SR9
SB5	Assistive Learning for Hearing Impaired College Students using Mixed Reality: a Pilot Study	Luo <i>et al.</i>	2012	International Conference on Virtual Reality and Visualization	SR9
SB6	Augmented Reality Model to Aid Al-Quran Memorization for Hearing Impaired Students	Ahmad <i>et al.</i>	2019	Lecture Notes in Networks and Systems	SR1
SB7	Augmented Reality Sign Language Teaching Model for Deaf Children	Garnica, J. J. C. and Arrieta, M. A. G.	2014	Distributed Computing and Artificial Intelligence	SR1
SB8	Development of Sign Language Communication Skill on Children through Augmented Reality and the MuCy Model	Cadeñanes J., Arrieta A.G.	2014	Advances in Intelligent Systems and Computing	SR1
SB9	E-Future Classroom : A study Mixed Reality Learning Environment for Deaf Learners in Thailand	Atanan <i>et al.</i>	2017	International Journal of Environmental & Science Education	SR1
SB10	Head mounted displays and deaf children: Facilitating Sign Language in Challenging Learning Environments	Jones <i>et al.</i>	2014	Conference on Interaction Design and Children	SR6
SB11	The development of mathematics teaching materials integrating by Augmented Reality Software and Android for deaf students	Anshori, H and Novianingsih, K	2020	Journal of Physics: Conference Series	SR11
SB12	Virtual and Augmented Reality as Spatial Ability Training Tools	Dünser <i>et al.</i>	2006	Computer-human interaction: design centered HCI (CHINZ)	SR11



**Fig. 3** Papers distribution by countries and continents



**Fig. 4** The distribution of the 25 accepted studies by year.



**Fig. 5** Areas of knowledge using AR software to teach DHH people.

cues, texts, or QR codes) in the physical world; and (2) **projection** model, using head-mounted displays. In the SLR, fifteen studies used marker-based technologies, nine used projection solutions, and one used both technologies.

An example of a marker-based study is that proposed by Deb *et al.* [29]. The application of the proposed model comprises the development of a letter recognition application based on augmented

reality markers, in which a card containing a specific Hindi letter is used as a marker displaying information in the form of a 3D animation of the hand movements of each letter. It allows users to learn Hindi Sign Language. In this case, it was used with children. They developed an Android app that changes the angle of view of 3D objects by reading a printed image in the form of a letter [12].

In contrast, Hirabayashi *et al.* [30] use Microsoft HoloLens to create an AR projection solution. They feature a Japanese AR keyboard, on which the HoloLens camera recognizes the user's movement when selecting a letter and projects a hand with the corresponding sign, increasing Japanese Sign Language learning efficiency for people looking to learn it for the first time [30].

Only seven studies provide information on the tools used to develop AR technology. The most used tools are Unity3D and Vuforia [21, 23–26, 31, 32]. We also point out that only 9 of the 25 selected studies inform the operating system used. Out of the nine, seven report an Android exclusive application [1, 11, 21–23, 29, 31] and two use an application available for Android and iOS [33, 34].

### 5.3 RQ3: How were the AR evaluation sessions organized, and what were the assessment methods used?

We observed that the main methods for software evaluation were questionnaires answered by end users or experts [21, 23, 27, 31, 33–38],

**Table 7** AR software overview of the 13 Papers from the Database search phase.

<b>ID</b>	<b>Software</b>	<b>AR technology</b>	<b>AR device type</b>	<b>AR development tools</b>	<b>TRL</b>
SR1	Magic Camera and Let's Read	Marker-based: word and object on paper	Handheld (smartphone)	Unity3D and Vuforia	<b>6</b>
SR2	Anatome	Projection	Handheld (smartphone) and PC	Not specified	<b>6</b>
SR3	AR application (not specified)	Marker-based and Projection: object on paper	Head-mounted displays (glasses) and Handheld (smartphone or tablet)	Not specified	<b>8</b>
SR4	AR application (not specified)	Marker-based: object on paper	Handheld (smartphone)	Not specified	<b>8</b>
SR5	HoloLens	Projection	Head-mounted displays (glasses)	Not specified	<b>7</b>
SR6	Enssat	Marker-based: QRcode	Handheld (smartphones) and Head-mounted displays (glasses)	Not specified	<b>7</b>
SR7	Glass Vision 3D	Marker-based: QRcode	Head-mounted displays (glasses)	Not specified	<b>7</b>
SR8	Aumentaty viewer app	Marker-based: object on paper	Handheld (smartphones or tablets)	Not specified	<b>7</b>
SR9	KiNEEt	Projection	Projector	Not specified	<b>6</b>
SR10	AR application (not specified)	Marker-based: QRcode	Handheld (smartphone)	Not specified	<b>7</b>
SR11	AR Book	Marker-based: QRcode	Handheld (smartphone)	Unity3D	<b>7</b>
SR12	SiLearn	Marker-based: word on paper and object	Handheld (smartphone)	Not specified	<b>7</b>
SR13	AR Program (not specified)	Projection	Screen	Not specified	<b>7</b>
SR14	AR Program (not specified)	Projection	Head-mounted displays (glasses)	Not specified	<b>6</b>

**Table 8** AR software overview the 12 Papers from the Snowballing phase.

ID	Software	AR technology	AR device type	AR development tools	TRL
SB1	Aurasma app	Marker-based: Object on paper	Handheld (smartphone and tablet)	Not specified	<b>7</b>
SB2	Word and Sign	Marker-based: word on paper	Handheld (smartphone)	Unity3D and Vuforia	<b>6</b>
SB3	AR application (not specified)	Marker-based: Object	Handheld (smartphone)	Not specified	<b>7</b>
SB4	AR application (not specified)	Marker-based: Object	Handheld (smartphone)	Unity3D and Vuforia	<b>6</b>
SB5	AR application (not specified)	Projection	Screen	Not specified	<b>6</b>
SB6	mAR-Quran	Marker-based: Object	Handheld (smartphone)	Unity3D and AR Builder	<b>6</b>
SB7	MuCy	Projection	Screen	Unity3D and Vuforia	<b>7</b>
SB8	MuCy	Projection	Screen	Unity3D and Vuforia	<b>7</b>
SB9	AR application (not specified)	Marker-based: Object on paper	Handheld (smartphone)	Not specified	<b>7</b>
SB9	AR application (not specified)	Marker-based: Object on paper	Handheld (smartphone)	Not specified	<b>7</b>
SB10	AR Software	Projection	Head-mounted displays (glasses)	Not specified	<b>7</b>
SB11	AR Software	Marker-based: QRcode	Handheld (smartphone)	Not specified	<b>7</b>
SB12	Construct3D	Projection	Head-mounted displays (glasses)	Not specified	<b>7</b>

interviews [21, 22, 29, 30, 36, 39–41], observation [2, 21, 25, 32, 38, 42], pretest and posttest [1, 2, 33, 43, 44], and only posttest [3, 24, 26, 41]. Table 9 summarizes this result.

The questionnaires used in the studies bring questions related to the software's design, content, and usefulness, with eight of the nine studies using a Likert scale and surveys they created. For example, Fonseca *et al.* [33] use three Likert scale questions (ranging from 1: strongly disagree to 5: strongly agree), made available via the university's Moodle to assess the degree of student satisfaction

when using AR technology. Cadeñanes and Arrieta [26] also use a five-point Likert scale survey to measure usability, satisfaction, and learning performance. To elaborate the questions, the authors considered the most relevant elements of The Principles of Learning and Teaching P-12 and the Danielson's Group Framework for Teaching <sup>7</sup>.

The interviews involve formal or informal conversations between the user and an interviewer, allowing greater expressiveness. Ioannou and Constantinou [39] use the informal interview to assess

<sup>7</sup><https://danielsongroup.org/framework>

**Table 9** Evaluation methods.

Method	Studies	(%)
Questionnaires	10	38%
Interviews	7	27%
Observation	6	23%
Pretest and posttest	5	19%
Only Posttest	4	15%
Questionnaires, Interviews, and Observation	1	4%
Observation, Pretest, and Posttest	1	4%
Questionnaires and Interviews	1	4%
Interviews and Posttest	1	4%
Questionnaires and Observation	1	4%
Questionnaires, Pretest, and Posttest	1	4%

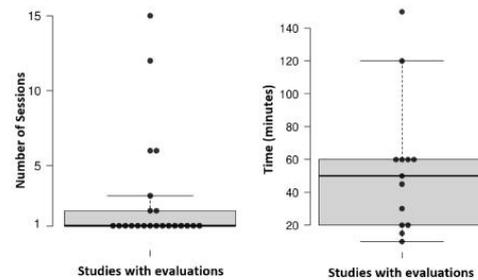
two specific users: one who used AR glasses and another who used an AR smartphone application. After using the technologies, the authors invited both users to generate evaluation feedback, reporting how the experience was and what problems and difficulties they encountered.

Another evaluation method commonly used in selected articles is user observation. In this methodology, one or more observers monitor users to extract holistic results for qualitative or quantitative assessment of user behavior when interacting with software. For instance, Atanan *et al.* [2] carry out observation sessions to assess behavior in a controlled environment during the participation of deaf students in an activity to investigate information related to the theme “Structures and plant reproduction”. DHH students used the camera of a mobile device while executing an AR application to read markers distributed in different points of the evaluation environment. These markers allow the projection of images related to the theme of the activity. The behavioral observation form used was divided into four aspects: behavior related to information literacy access; behavior related to problem-solving, decision making, and learning; behavior related to the use of information and communication technology; and behavior related to teamwork.

Moreover, some studies apply pretest and posttest in their assessments. In most case, the pretest questionnaire is applied before interventions using AR technologies. The authors aim to analyze users’ degree of affinity and difficulties. On the other hand, the posttest is involved in

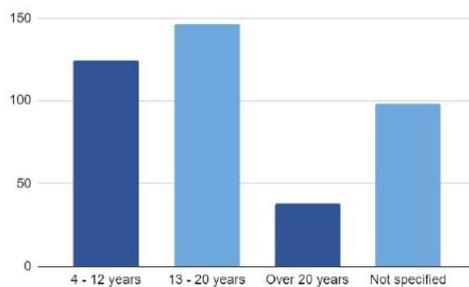
the final evaluation stage to ascertain the effectiveness of the strategies used. For example, Joy *et al.* [1] use pretest and posttest simultaneously. The authors asked deaf students to answer 20 questions in order to assess their Sign Language vocabulary in the pretest. Then, they applied the same questions in the posttest in order to compare the results. From their findings, it is possible to observe an increase of around 32% in the scores achieved by the students, comparing the results of the pretest and posttest that assessed the vocabulary. Additionally, participants stated that it is easier to learn new words through the application, SiLearn in this case, since it feels more like playing than studying, thus increasing their interest in learning.

Regarding the evaluation sessions, Figure 6 shows the number of sessions and the time distribution for the evaluations performed with users. Twenty studies reported the number of sessions. However, only 13 articles bring information regarding their duration. The minimum total time spent on a user assessment was 10 minutes, and the maximum was 150 minutes. The first quartile of the box-plot is 20 minutes, and the third quartile is 60 minutes. Thus, the average duration of the sessions was 50 minutes. Regarding the number of sessions, the minimum limit was one session, and the maximum limit was 15 sessions.

**Fig. 6** Boxplot referring to the time spent by users and the number of test sessions.

#### 5.4 RQ4: What was the demographic profile and the number of participants in the assessment sessions?

We observed that most of the participants chosen for the assessments in the SLR studies were between 13 and 20 years old, followed by participants between 4 and 12 years old. Figure 7 shows participants age distribution. However, it is also noteworthy that a relevant number of studies ( $n = 11$ ) do not identify the age of those selected for evaluations, despite indicating the number of participants evaluated.

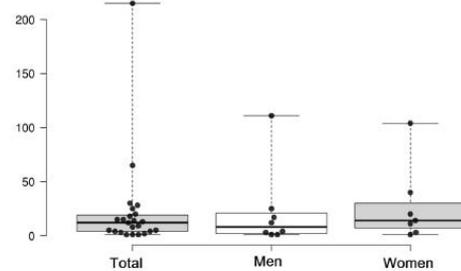


**Fig. 7** Number of participants by age.

Only ten of the selected articles identify the sex of the participants. Figure 8 shows the sample sizes of the assessment sessions. The number of participants ranges from 1 to 215. The first quartile of the boxplot of total participants is 4, and the third quartile is 19. The average is 12 participants. For the number of men, the first quartile is 2, the third is 21, and the average is 8. For the number of women evaluated, the first quartile of the boxplot is 7, the third is 30, and the average is 14. We can observe that the number of female participants has more significant variability than male participants.

#### 5.5 RQ5: What were the advantages and disadvantages of using AR technologies for teaching people who are DHH?

In the analyzed papers, the authors reported both advantages and disadvantages of using AR technologies in DHH education. Table 10 summarizes



**Fig. 8** Number of men and women participating in the evaluations.

these results. The main advantages reported in the analyzed studies are learning process improvement (60%) and a greater interest in activities (20%). For example, Kožuh *et al.* [3] reported a 35% SL learning process increase when using the AR mobile application instead of an image symbolizing signs. In another research, Fonseca *et al.* [33] showed a significant improvement in students' academic performance using AR in Architecture and Construction Sciences undergraduate courses.

Only ten of the twenty-five studies selected for this SRL mention disadvantages of using AR software to instruct people who are DHH. Some of the most cited disadvantages are discomfort when using head-mounted displays (40%), initial difficulty in understanding AR images (20%), problems handling the software (20%), and the need for more sophisticated devices (20%). For instance, Ioannou and Constantinou [39] reported that a participant felt uncomfortable while using the AR glasses, as it did not fit her head correctly: they kept falling during the activities and did not have a not very beautiful design. Also, Salomia *et al.* [31] stated that smartphones had trouble detecting the images used as activity markers during the evaluation sessions. Their research focused on learning traffic signs during driving lessons.

The Tables 11, 13, 14, and 15 summarize the main characteristics extracted from the 25 articles in this review.

## 6 Research Challenges and Perspectives

From the analysis of the 26 papers, we identified challenges and research opportunities for further

**Table 10** Advantages and disadvantages of AR technology use in DHH people education.

Advantages	Disadvantages
Learning process Improvement (60%)	Discomfort when using Head-mounted displays (40%)
Greater interest in activities (20%)	Difficulty in handling the software (20%)
Increased motivation (12%)	Initial difficulty in understanding RA images (20%)
Greater engagement (16%)	Need for more sophisticated devices (20%)
Possibility of use without the need for a tutor (4%)	High cost for the use of Head-mounted displays (10%)
Relatively low implementation cost (4%)	Mobile device small screen (10%)
Satisfaction for participating in accessible activities (4%)	Technical problems in detecting markers (10%)
Time reduction carrying out school activities (4%)	

investigation, focusing on the design, development, and evaluation of AR in the education of people who are DHH. The distribution of articles per year (Figure 4 in Section 3) indicates that research in the context of our SLR is still a topic of insufficient attention. We found an average of 1.7 works published per year between 2006 and 2020. It is worth mentioning that only in 2018 we found seven articles published within a year, an increase that did not reoccur in the following years.

We identified some factors that could lead to further research on the subject of AR use. We expect to encourage the creation of more learning scenarios for people who are DHH. Furthermore, we claim a more significant concern with AR technology's design and assessment processes to generate more dependable conclusions about their impact on the education for people who are DHH [2][25][6].

### 6.1 Author's Lessons Learned

#### 6.2 Improving Evaluation

The first point encompasses the evaluation processes and methods. 26 papers' authors reported

evaluations primarily based on behavioral observations, interviews, and questionnaires applications. According to the analyzed literature, most SLR studies carried out only a single assessment session (Figure 6). The authors performed an average of 1.7 sessions with an average of 50 minutes of duration. Few evaluation sessions and the lack of longitudinal studies compromise the quality of the evidence presented. Additionally, no study has performed comparative evaluations using randomized controlled trials. Another factor that researchers must consider is the evaluation context, which should prioritize school environments. For example, in some works, such as in [39] and [41], we find evaluations carried out in classroom simulations.

We also identified the absence of standardization in the evaluation methods. Some studies carry out only observations [31][32][25][29][42], while others apply questionnaires or conduct interviews [22][25][43][33][33][24][44][12][1][3][37][30][34][41].

The positive point is that we found papers that associate both methods [21][23][35][2][25][11][39][38][40].

Regarding the questionnaires, most of them use a Likert scale. Moreover, the authors created their questionnaires with design, content, and usefulness items. However, we did not identify the repetition of instruments or the use of validated tools to evaluate digital technologies (e.g., System Usability Scale (SUS), Technology Acceptance Model (TAM)). Therefore, it would be interesting to **propose and use assessment instruments validated** by other research communities, thus providing more quality and reliability to the process.

### 6.3 DHH people education beyond Sign Language teaching

As mentioned in the introduction, Augmented Reality is used in various areas of education, such as science, mathematics, and chemistry, with positive results to students' learning. However, the research identified in our SLR focuses primarily on SL teaching (12 studies). Only four studies propose solutions for mathematics education and only one research in science education. For instance, studies [25] and [24] showed positive effects, such as improving reading and writing skills above 80% and increasing the children's basic operational

Table 11 Main characteristics of the 14 SR papers - Part 1.

ID	Domain	Summary	Evaluation	Learning outcomes	Problems reported
SR1	Sign language on Elementary School	Development of an AR application that supports the literacy development of Arab children who are DHH	Questionnaires (usage/satisfaction), Interviews (opinion), and Observation (behavioral) with 14 students during 6 sessions	Improvement in the learning process	Not reported
SR2	Human anatomy on Higher Education	The study presents models and requirements for the elaboration of accessible interactive technologies to the teaching and learning of Anatomy.	Questionnaires (usage/satisfaction) applied to 2 deaf students, 4 students with other disabilities and special education teachers	The achievement of 76,7% and 85,2% of positive answers shows that the use of accessible interactive technologies as AR glasses is promising.	The proposed system is not simple to use, since it aims to assist people with diverse characteristics.
SR3	Sign language on High School	The study used AR via wearable glasses to support the communication and feedback loop between the instructor and DHH learner during the lesson.	Interview (opinion) applied to 5 deaf students	Positive impact on learning and useful technology according to the students.	Dissatisfaction with the 3D object's design; users reported to be uncomfortable using the AR glasses
SR4	Sign language on Elementary School	AR application that presents 3D animated sign gesture on mobile system.	Interviews (opinion) with two teachers, and Observation (behavioral) of 10 students (8 DHH) during 1 session (15 min)	Students were highly motivated to use the AR system	Both the teachers complained that using a smartphone was too small for comfortable display
SR5	Sign language on Higher Education	AR and mixed reality to increase the efficiency of learning sign language and finger-spelling	A trial test with 1 DHH person and a sign language interpreter	Technology greatly facilitated learning. Possibility to view the projected image from various angles	There are finger-spellings whose motion was difficult to understand.
SR6	Sign language on Higher Education	The authors proposed Enssat, a bilingual (Arabic/English) smartphone-based hearing aid application that uses Google Glass to assist DHH individuals.	Questionnaires (usage/satisfaction) applied to 25 students (10 female students who were DHH) after 1 session of use	Good acceptance of the system, verbal feedback was highly positive and encouraging	Issues with the accuracy of the translation system

Table 12 Main characteristics of the 14 SR papers - Part 2.

ID	Domain	Summary	Evaluation	Learning outcomes	Problems reported
SR7	Sign language on Elementary School	Glass Vision 3D is a Google Glass app that allow young Deaf children to look at the QR code of an object and see an AR displaying an American Sign Language (ASL)	Interview (informal) with 4 students after 1 session of use (1h)	Kids' enthusiasm and engagement with the task and also their ability to adapt to Google Glass easily	Google Glass was expensive device and, sometimes, uncomfortable to use.
SR8	Architecture on Higher Education	Integrating 3D shapes to present content in Vocational Training through the use of Augmented Reality	Questionnaires (usage/satisfaction) and Observation (behavioral) during 2 sessions with 54 students, but only 1 one was DHH	Improved academic performance and increased student motivation and satisfaction	The students consider that the most difficult part is creating 3D models
SR9	Math	KINEET is a Kinect system that has been developed with the major aim of improving physical and cognitive skills in students with special needs (including DHH people)	Questionnaires (usage/satisfaction) with students and educators (number and session duration were not reported)	Main advantages reported were "easy to use", "greater interest and engagement in activities", and "Improvement in the learning process"	Not reported
SR10	Architecture on Higher Education	A case study of the use of interactive and collaborative tools for the visualization of 3D architectural models	Questionnaires (usage/satisfaction) and pre and posttest evaluation (learning) with 10 students (only three were DHH) in two sessions	Main advantages reported were "easy to use", "improved spatial view", and "attractive, facilitates the understanding and visualization of images"	the need of powerful equipment
SR11	Math on Elementary School	A physical book and a smartphone app based on AR software aiming at facilitating DHH students in achieving basic mathematical competencies	Posttest evaluation (learning) with students in two schools (number of students was not reported)	Main advantages reported were "improvement in the learning process", and students have achieved basic math skills	Not reported
SR12	Sign language on School	The study presents SiLearn – a novel technology-based tool for teaching/learning sign vocabulary	Pre and posttest evaluation (learning) with 28 students	Main advantages reported were "easy to use", "improvement in the learning process", and "greater interest in activities"	Problems using internet connection for showing the AR videos
SR13	Sequential language on Primary School	Examined the efficacy of an early intervention program to improve children's sequential time perception	Pre and posttest evaluation (learning) with 65 students in one session (20 min)	Main advantages reported were Significant improvement in language development and interaction	Not reported

Table 13 Main characteristics of the 14 SR papers - Part 3.

ID	Domain	Summary	Evaluation	Learning outcomes	Problems reported
SR14	Science on Elementary School	Proposes the use of Head Mounted Displays (HMD) in the classroom laboratory experience of deaf or hard of hearing children when these children dissect an owl ball	Observation	No related	Users reported to be uncomfortable using the AR glasses and found it difficult to split their visual attention between the signer and the video

Table 14 Main characteristics of the 12 SB papers - Part 1.

ID	Domain	Summary	Evaluation	Learning outcomes	Problems reported
SB1	Information Technology on Higher Education	Implementation of display technology used for providing information to DHH students of Information Technology	Questionnaires (usage/satisfaction) applied to 30 students during 1 session	The results rated as good and the app has the potential to help DHH students become more interested, resulting in more higher education opportunities for them	Not reported
SB2	Sign language on Elementary School	Support the literacy development of Arabic children who are DHH	Questionnaires (usage/satisfaction) applied to 20 students during 1 session (30 min)	Participants using the AR approach completed significantly more tasks successfully compared to the group in which participants learned the new words through the traditional teaching method	Not reported
SB3	Sign language	Experiment evaluating the efficiency of using AR when learning how to sign particular words in sign-language	Posttest with 12 users after 1 session of use	Significant effects were found on the different forms of sign words acquisition	Not reported
SB4	Traffic signs on High School	Mobile Augmented Reality solution for understanding and individual practicing driving scenarios oriented on traffic signs	Questionnaires (usage/satisfaction) applied to 9 students during 1 session (50 min)	Better understanding of content during experimentation	Difficulty in recognizing target images
SB5	Human anatomy on Higher Education	Design and implementation of a mixed reality system simulating assistive learning in the classroom	Interview and posttest with 15 students during 15 sessions (1 hour)	Better understanding of content during experimentation	There was a bit of distraction at the time of the activity
SB6	Religion	Development of an integrated software model that can assist in memorizing the Qur'an	Observation of 5 DHH students	Improved learning	Difficulty in smartphone recognizing bookmark

Table 15 Main characteristics of the 12 SB papers - Part 2.

ID	Domain	Summary	Evaluation	Learning outcomes	Problems reported
<b>SB7</b>	Sign language on Elementary School	Signal proposal Language Teaching Model (SLTM) and a Pedagogical Sign Language kit Materials (SLPMs) as complementary teaching resources	Posttest with 2 students during 1 hour	Improved writing and reading skills	Not reported
<b>SB8</b>	Sign language on Elementary School	Propose a Sign Language Teaching Model called Multi-language Cycle for Sign Language Understanding (MuCy)	Observation of 3 students during 1 session (1 hour)	Improved comprehension above 80%	Not reported
<b>SB9</b>	Science on Elementary School	Develop an electronic classroom consisting of 4 elements: innovative electronic technology, education instruction, education environment, and evaluation standard	Observation, pretest and posttest with 13 students	Better understanding of content during experimentation	Difficulty in smartphone recognizing bookmark
<b>SB10</b>	Sign language on High School	Evaluate comfort and usefulness of seeing sign language on an HMD using ASL videos	Questionnaires (usage/satisfaction) and interview with 18 students during 1 session (20 minutes)	Improved learning	HMD uncomfortable to use
<b>SB11</b>	Math on Elementary School	Describe the development phases and evaluate the results of teaching material adopting AR/Android software	Questionnaires (usage/satisfaction) applied to 1 student	Material expert, deaf education expert, media expert, and field practitioner considered the teaching mathematics very good and feasible Not reported	No clear evidence about the effectiveness of augmented reality as a spatial skill training tool
<b>SB12</b>	Math on High School	Investigate whether and/or how spatial ability can be improved by using VR	Pretest and posttest with 215 students	Not reported	No clear evidence about the effectiveness of augmented reality as a spatial skill training tool

math skills. Authors have also reported this positive impact on higher education, enhancing DHH students' academic scores [33].

Therefore, one opportunity is **to study the use of AR in teaching science to people who are DHH**. Researchers have already proven that Chemistry and Physics benefit from AR technologies, which can help visualize atoms, molecules, and even reactions. For example, in Irwansyah *et al.* [45], the authors develop and propose using an AR application to teach molecular geometry to students without any disabilities. In the evaluation, 92.5% of students showed an improved understanding of the content. With adequate adaptation, this technology positively affects students who are DHH since they have the same cognitive capacity if the content is appropriate to their language proficiency (SL or a second language).

#### 6.4 Experimenting new Devices

Reviewing the articles in this SLR, we noticed those researchers had explored many interaction devices in their studies with DHH people over the years. For example, we found works that used desktop computers; others used mobile devices and recently noticed the adoption of head-mounted displays (HMD) for both low-cost and high-cost devices. For example, in the papers [46] and [37], the authors used AR and HMDs in anatomy classes in higher education courses. Moreover, the authors reported that this technology significantly contributed to the performance of DHH students in healthcare courses [37].

In several scientific studies, the most diverse digital technologies have proven to be efficient and effective in educational contexts. However, as fascinating as they are, their acceptance and usage in educational institutions are not trivial. In this environment, their adoption faces cultural (resistance to the use of the technologies), economic (acquisition and maintenance costs), and learning barriers (difficulty for teachers to learn the correct use of the technologies). In our SLR, some studies report the difficulty of education professionals in using technology in the classroom [21][37][29], such as difficulty accessing and manipulating the applications and explaining to students how to use them correctly. They also

reported that smartphone use made it challenging to see some animations since the screen is small. As a result, teachers suggested using tablets instead.

Therefore, a research opportunity is **to compare the use of these technologies regarding their usability and ease of application to educational contexts**. Particularly, researchers should analyze the difficulties and advantages of adopting each type of AR technology in developing countries with a large population of people who are DHH.

## 7 Final Considerations

### 7.1 Threats to Validity

Systematic methods are used to avoid bias and enable a more objective analysis of results. However, these methods are not immune to failure. The main risks are researchers' bias during the selection and screening phases, limited search of the search string, and choice of scientific databases, which may result in an incomplete set of studies that are relevant to the research topic.

To mitigate the database threat, we used relevant electronic sources in Computer Science and Education. We chose the ACM Digital Library, Scopus, Springerlink, and Web of Science databases, considering the importance of these databases in the scientific literature. Furthermore, the misunderstanding threat during paper selection was diminished by a research protocol and discussion with domain experts in the review stages. For instance, we discussed the search string with three experts, and made five search string tries until we reached the final string combination.

Also, the Snowballing strategy updates and increases the coverage of documents and possible inconsistency of the initial string. In the case of our SLR, the number of documents analyzed doubled with the use of Snowballing, demonstrating the importance of adopting this methodology.

### 7.2 Conclusion and Future Works

Other researchers had already carried out systematic reviews on the use of mobile technologies as augmented reality in the educational field [20][11]. Mainly, their focus was showing AR

advantages, disadvantages, and impacts on learning. The present work deepens these discussions with a focus on the AR development, application, and evaluation in the education of people who are deaf or hard of hearing. Our review evaluated a total of 1694 documents and selected 26 articles for data extraction. These studies presented and evaluated research on the use of AR to support the teaching and learning process of DHH students. From these 25 documents, we answered six research questions focusing on knowledge, AR technologies, and how the researchers evaluated their works.

The area of knowledge that most used AR technology for DHH people education was Sign Language teaching (12 studies), followed by studies in the field of Mathematics education (4). Another highlight was the use of marker-based approaches (60%). These solutions are more affordable (e.g., using printed markers based on images, text, or QR code) and can be easier for teachers to replicate in their schools. Finally, regarding the development of solutions, the authors mentioned using Vuforia and Unity 3D technologies more frequently (20% and 28% of the studies, respectively).

The present systematic review also showed that the use of AR provides several benefits in educational activities involving DHH students: improvement in writing, reading, communication, social relationships, and personal motivation. In contrast, studies have also demonstrated some disadvantages of using smartphone-based solutions due to the devices' small screen size.

As future work, we planned the development of AR-based applications and games for other educational contexts, particularly, Chemistry teaching, an area in which AR has proved its benefits [9]. We also want to conduct a longitudinal study using this technology to measure the impact on learning and promoting cooperation among students, whether DHH or not. Finally, we noticed that few researchers study the subject of augmented reality for DHH people education. We hope the results of this review will help promote the spread of this theme and, consequently, the creation and evaluation of AR technologies to support teaching people who are DHH, making the educational space increasingly inclusive.

## Declarations

- **Funding.** The research has not received any external funding
- **Conflict of interest/Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests

## References

- [1] Joy, J., Balakrishnan, K., Sreeraj, M.: SiLearn: an intelligent sign vocabulary learning tool. *Journal of Enabling Technologies* **13**(3), 173–187 (2019)
- [2] Atanan, Y., Sombunsukho, S., Boonlue, S.: E-future classroom: A study mixed reality learning environment for deaf learners in thailand. *International Journal of Environmental and Science Education* **12**(10), 2291–2315 (2017)
- [3] Kožuh, I., Hauptman, S., Kosec, P., Debevc, M.: Assessing the efficiency of using augmented reality for learning sign language. In: *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, pp. 404–415 (2015). Springer
- [4] Abdallah, E.E., Fayyoubi, E.: Assistive technology for deaf people based on android platform. *Procedia Computer Science* **94**, 295–301 (2016)
- [5] Sousa, C.S., Ferreira, D., Rodrigues, C.L.: Technologies for educating deaf children: a systematic literature review. In: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, vol. 30, p. 1161 (2019)
- [6] Zainuddin, N.M.M., Zaman, H.B., Ahmad, A.: Developing augmented reality book for deaf in science: the determining factors. In: *2010 International Symposium on Information Technology*, vol. 1, pp. 1–4 (2010). IEEE
- [7] Bell, D., Foiret, J.: A rapid review of the effect of assistive technology on the educational performance of students with impaired hearing. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology* **15**(7), 838–843 (2020)

- [8] Azuma, R.T.: A survey of augmented reality. Presence: teleoperators & virtual environments **6**(4), 355–385 (1997)
- [9] Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş., Yilmaz, R.M.: Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. Computers & Education **142**, 103647 (2019)
- [10] Akçayır, M., Akçayır, G.: Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. Educational Research Review **20**, 1–11 (2017)
- [11] Garzón, J., Pavón, J., Baldiris, S.: Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. Virtual Reality **23**(4), 447–459 (2019)
- [12] Izaguirre, E.D.P., Abásolo, M.J., Collazos, C.A.: Mobile technology and extended reality for deaf people: A systematic review of the open access literature. In: 2020 XV Conferencia Latinoamericana de Tecnologías de Aprendizaje (LACLO), pp. 1–8 (2020). IEEE
- [13] Ibáñez, M.-B., Delgado-Kloos, C.: Augmented reality for stem learning: A systematic review. Computers & Education **123**, 109–123 (2018)
- [14] Quintero, J., Baldiris, S., Rubira, R., Cerón, J., Velez, G.: Augmented reality in educational inclusion. a systematic review on the last decade. Frontiers in psychology **10**, 1835 (2019)
- [15] D, M., A, L., J, T., DG, A., , the PRISMA Group: Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The prisma statement. Annals of Internal Medicine **151**(4), 264–269 (2009) <https://arxiv.org/abs//data/journals/aim/20188/0000605-200908180-00008.pdf>. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
- [16] Kitchenham, B., Brereton, O.P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., Linkman, S.: Systematic literature reviews in software engineering—a systematic literature review. Information and software technology **51**(1), 7–15 (2009)
- [17] Wohlin, C.: Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In: Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering, pp. 1–10 (2014)
- [18] Cohen, N., Arieli, T.: Field research in conflict environments: Methodological challenges and snowball sampling. Journal of Peace Research **48**(4), 423–435 (2011)
- [19] Buchinger, D., de Siqueira Cavalcanti, G.A., da Silva Hounsell, M.: Mecanismos de busca acadêmica: uma análise quantitativa. Revista brasileira de computação aplicada **6**(1), 108–120 (2014)
- [20] Akçayır, M., Akçayır, G.: Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. Educational Research Review **20**, 1–11 (2017)
- [21] Al-Megren, S., Almutairi, A.: Analysis of user requirements for a mobile augmented reality application to support literacy development amongst hearing-impaired children. Journal of Information and Communication Technology **18**(1), 97–121 (2018)
- [22] Alkhalifa, S., Al-Razgan, M.: Enssat: wearable technology application for the deaf and hard of hearing. Multimedia Tools and Applications **77**(17), 22007–22031 (2018)
- [23] Al-Megren, S., Almutairi, A.: Assessing the effectiveness of an augmented reality application for the literacy development of arabic children with hearing impairments. In: International Conference on Cross-Cultural Design, pp. 3–18 (2018). Springer
- [24] Hasanah, A., Kusumah, Y., Rahmi, K.: Rounding-augmented reality book and smartphone for deaf students in achieving basic competence. In: Journal of Physics: Conference Series, vol. 1521, p. 032064

- (2020). IOP Publishing
- [25] Cadenanes, J., Arrieta, A.G.: Development of sign language communication skill on children through augmented reality and the mucus model. In: Methodologies and Intelligent Systems for Technology Enhanced Learning, pp. 45–52 (2014). Springer
- [26] Garnica, J.J.C., Arrieta, M.A.G.: Augmented reality sign language teaching model for deaf children. In: Distributed Computing and Artificial Intelligence, 11th International Conference, pp. 351–358 (2014). Springer
- [27] Anshori, H., Novianingsih, K.: The development of mathematics teaching materials integrating by augmented reality software and android for deaf students. In: Journal of Physics: Conference Series, vol. 1882, p. 012043 (2021). IOP Publishing
- [28] Mankins, J.C., *et al.*: Technology readiness levels. White Paper, April 6(1995), 1995 (1995)
- [29] Deb, S., Bhattacharya, P., *et al.*: Augmented sign language modeling (asm) with interaction design on smartphone-an assistive learning and communication tool for inclusive classroom. *Procedia Computer Science* **125**, 492–500 (2018)
- [30] Hirabayashi, N., Fujikawa, N., Yoshimura, R., Fujisawa, Y.: Development of learning support equipment for sign language and fingerspelling by mixed reality. In: Proceedings of the 7th ACIS International Conference on Applied Computing and Information Technology, pp. 1–6 (2019)
- [31] Salomia, A., Ciupe, A., Meza, S., Orza, B., Trifan, G.: Assistive ar technology for hearing impairments in driving lessons. In: 2018 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics (AQTR), pp. 1–6 (2018). IEEE
- [32] Ahmad, H., Zainuddin, N.M.M., Yusoff, R.C.M., Azmi, N.F.M., Hassan, W.A.W.: Augmented reality model to aid al-quran memorization for hearing impaired students. In: Intelligent and Interactive Computing, pp. 447–457. Springer, ??? (2019)
- [33] Fonseca, D., Redondo, E., Villagrasa, S.: Mixed-methods research: a new approach to evaluating the motivation and satisfaction of university students using advanced visual technologies. *Universal Access in the Information Society* **14**(3), 311–332 (2015)
- [34] Luangrungruang, T., Kokaew, U.: Applying universal design for learning in augmented reality education guidance for hearing impaired student. In: 2018 5th International Conference on Advanced Informatics: Concept Theory and Applications (ICAICTA), pp. 250–255 (2018). IEEE
- [35] Alvarez, F.J.A., Parra, E.B.B., Tubio, F.M.: Improving graphic expression training with 3d models. *Journal of Visualization* **20**(4), 889–904 (2017)
- [36] Jones, M., Lawler, M.J., Hintz, E., Bench, N., Mangrubang, F., Trullender, M.: Head mounted displays and deaf children: Facilitating sign language in challenging learning environments. In: Proceedings of the 2014 Conference on Interaction Design and Children, pp. 317–320 (2014)
- [37] Ferreira, M.V.R., García, L.S., Guedes, A.L.P., Veronez, D.A.d.L., de Araújo Sandrini, C.R.A., de Araújo, C.E.: Anatomie: anatomy teaching and learning designed for all. In: Proceedings of the 34th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing, pp. 474–483 (2019)
- [38] Ojeda-Castelo, J.J., Piedra-Fernandez, J.A., Iribarne, L., Bernal-Bravo, C.: Kineet: application for learning and rehabilitation in special educational needs. *Multimedia Tools and Applications* **77**(18), 24013–24039 (2018)
- [39] Ioannou, A., Constantinou, V.: Augmented reality supporting deaf students in mainstream schools: Two case studies of practical utility of the technology. In: Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning, pp. 387–396 (2017). Springer

- [40] Parton, B.S.: Glass vision 3d: digital discovery for the deaf. *TechTrends* **61**(2), 141–146 (2017)
- [41] Luo, X., Han, M., Liu, T., Chen, W., Bai, F.: Assistive learning for hearing impaired college students using mixed reality: A pilot study. In: 2012 International Conference on Virtual Reality and Visualization, pp. 74–81 (2012). IEEE
- [42] Jones, M., Lawler, J., Hintz, E., Bench, N., Mangrubang, F.: Owl pellets and head-mounted displays: a demonstration of visual interaction for children who communicate in a sign language. In: Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children, pp. 535–538 (2013)
- [43] Dünser, A., Steinbügl, K., Kaufmann, H., Glück, J.: Virtual and augmented reality as spatial ability training tools. In: Proceedings of the 7th ACM SIGCHI New Zealand Chapter’s International Conference on Computer-human Interaction: Design Centered HCI, pp. 125–132 (2006)
- [44] Eden, S., Ingber, S.: Virtual environments as a tool for improving sequence ability of deaf and hard of hearing children. *American annals of the deaf* **159**(3), 284–295 (2014)
- [45] Irwansyah, F.S., Yusuf, Y., Farida, I., Ramdhani, M.A.: Augmented reality (ar) technology on the android operating system in chemistry learning. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, vol. 288, p. 012068 (2018). IOP Publishing
- [46] Cutolo, F., Parchi, P.D., Ferrari, V.: Video see through ar head-mounted display for medical procedures. In: 2014 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR), pp. 393–396 (2014). IEEE

## ANEXO B – QUESTIONÁRIO MEEGA+

### Questionário para a avaliação da qualidade de jogos

Nome do jogo: \_\_\_\_\_

Gostaríamos que você respondesse as questões abaixo sobre a sua percepção da qualidade do jogo para nos ajudar a melhorá-lo. Todos os dados são coletados anonimamente e somente serão utilizados no contexto desta pesquisa. Algumas fotografias poderão ser feitas como registro desta atividade, mas não serão publicadas em nenhum local sem autorização.

Nome do pesquisador responsável: \_\_\_\_\_

Local e data: \_\_\_\_\_

Informações Demográficas	
1. Instituição:	
2. Curso:	
3. Disciplina:	
4. Faixa etária:	<input type="checkbox"/> Menos de 18 anos <input type="checkbox"/> 18 a 28 anos <input type="checkbox"/> 29 a 39 anos <input type="checkbox"/> 40 a 50 anos <input type="checkbox"/> Mais de 50 anos
5. Sexo:	<input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> Feminino
6. Com que frequência você costuma jogar jogos digitais?	<input type="checkbox"/> Nunca: nunca jogo. <input type="checkbox"/> Raramente: jogo de tempos em tempos. <input type="checkbox"/> Mensalmente: jogo pelo menos uma vez por mês. <input type="checkbox"/> Semanalmente: jogo pelo menos uma vez por semana. <input type="checkbox"/> Diariamente: jogo todos os dias.
7. Com que frequência você costuma jogar jogos não-digitais (de cartas, tabuleiro, etc.)?	<input type="checkbox"/> Nunca: nunca jogo. <input type="checkbox"/> Raramente: jogo de tempos em tempos. <input type="checkbox"/> Mensalmente: jogo pelo menos uma vez por mês. <input type="checkbox"/> Semanalmente: jogo pelo menos uma vez por semana. <input type="checkbox"/> Diariamente: jogo todos os dias.

Por favor, **marque uma opção** de acordo com o quanto você concorda ou discorda de cada afirmação abaixo.

Usabilidade					
Afirmações	Marque uma opção conforme sua avaliação				
	 Discordo totalmente	 Discordo	 Nem discordo, nem concordo	 Concordo	 Concordo totalmente
8. O design do jogo é atraente (tabuleiro, cartas, interfaces, gráficos, etc.).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Os textos, cores e fontes combinam e são consistentes.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Eu precisei aprender poucas coisas para poder começar a jogar o jogo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Aprender a jogar este jogo foi fácil para mim.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Eu acho que a maioria das pessoas aprenderiam a jogar este jogo rapidamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13. Eu considero que o jogo é fácil de jogar.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
14. As regras do jogo são claras e compreensíveis.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
15. As fontes (tamanho e estilo) utilizadas no jogo são legíveis.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
16. As cores utilizadas no jogo são compreensíveis.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>

Experiência do Jogador					
Afirmações	Marque uma opção conforme sua avaliação				
	 Discordo totalmente	 Discordo	 Nem discordo, nem concordo	 Concordo	 Concordo totalmente
17. A organização do conteúdo me ajudou a estar confiante de que eu iria aprender com este jogo.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
18. Este jogo é adequadamente desafiador para mim.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
19. O jogo oferece novos desafios (oferece novos obstáculos, situações ou variações) com um ritmo adequado.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
20. O jogo não se torna monótono nas suas tarefas (repetitivo ou com tarefas chatas).	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
21. Completar as tarefas do jogo me deu um sentimento de realização.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
22. É devido ao meu esforço pessoal que eu consigo avançar no jogo.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
23. Me sinto satisfeito com as coisas que aprendi no jogo.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
24. Eu recomendaria este jogo para meus colegas.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
25. Eu pude interagir com outras pessoas durante o jogo.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
26. O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre os jogadores.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
27. Eu me senti bem interagindo com outras pessoas durante o jogo.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
28. Eu me diverti com o jogo.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
29. Aconteceu alguma situação durante o jogo (elementos do jogo, competição, etc.) que me fez sorrir	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>

30. Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
31. Eu estava tão envolvido no jogo que eu perdi a noção do tempo.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
32. Eu esqueci sobre o ambiente ao meu redor enquanto jogava este jogo.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
33. O conteúdo do jogo é relevante para os meus interesses.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
34. É claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com a disciplina.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
35. O jogo é um método de ensino adequado para esta disciplina.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
36. Eu prefiro aprender com este jogo <u>do que</u> de outra forma (outro método de ensino).	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
37. O jogo contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>
38. O jogo foi eficiente para minha aprendizagem, em comparação com outras atividades da disciplina.	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>	 <input type="checkbox"/>

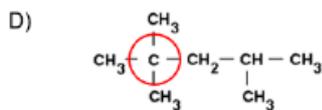
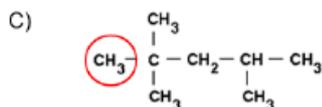
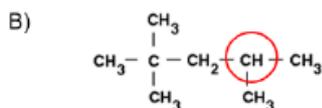
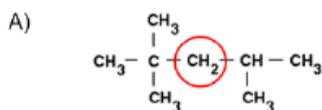
## ANEXO C - PRÉ - TESTE



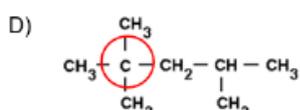
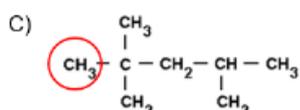
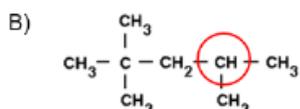
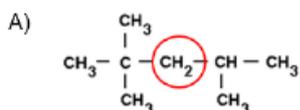
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL**  
**PRÉ-TESTE PARA AVALIAR CONHECIMENTOS DE QUÍMICA ORGÂNICA**

Participante:  Surdo  Ouvinte Idade: \_\_\_\_\_

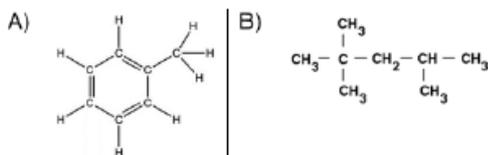
1. Em qual das alternativas está circulado um Carbono do tipo primário (P, 1°)?



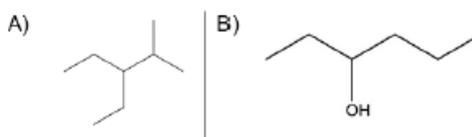
3. Em qual das alternativas está circulado um Carbono do tipo terciário (T, 3°)?



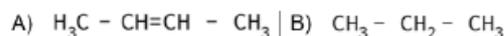
5. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico de cadeia aberta:



7. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico de cadeia normal:



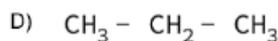
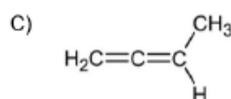
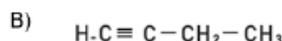
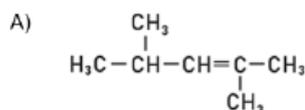
9. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico de cadeia saturada:



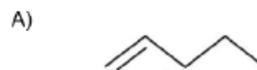
11. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico de cadeia homogênea:



13. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico da classe dos alcanos:

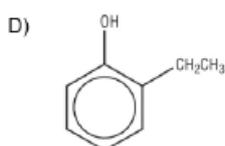
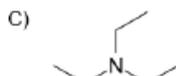
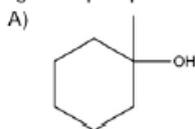


15. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico da classe dos alcinos:

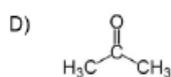
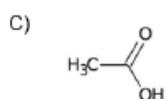
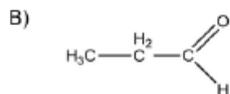
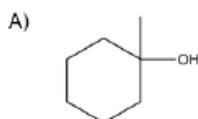




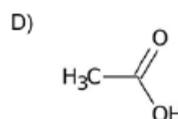
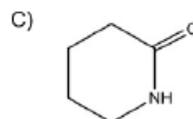
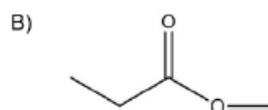
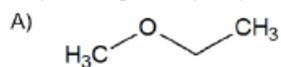
17. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico que apresenta a função fenol:



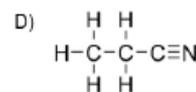
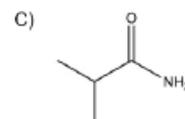
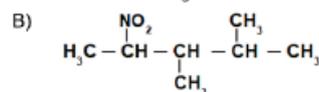
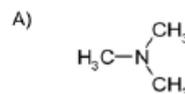
19. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico que apresenta a função cetona:



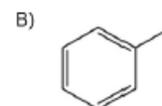
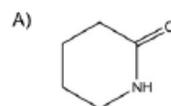
21. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico que apresenta a função éter:



23. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico que apresenta a função amina:



25. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico aromático:



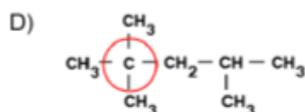
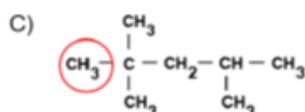
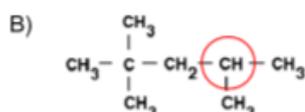
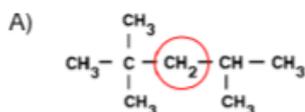
## ANEXO D - PÓS-TESTE



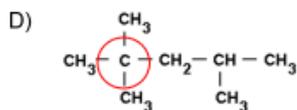
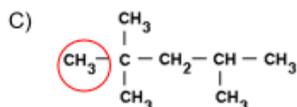
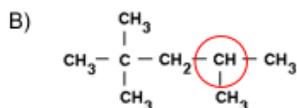
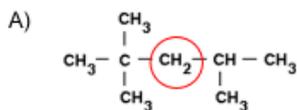
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EDUCACIONAL  
PÓS-TESTE PARA AVALIAR CONHECIMENTOS DE QUÍMICA ORGÂNICA

Participante:  Surdo  Ouvinte Idade: \_\_\_\_\_

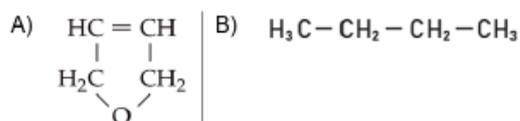
2. Em qual das alternativas está circulado um Carbono do tipo secundário (S, 2°)?



4. Em qual das alternativas está circulado um Carbono do tipo quaternário (Q, 4°)?



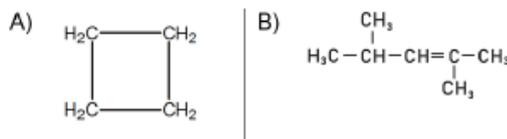
6. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico de cadeia fechada:



8. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico de cadeia ramificada:



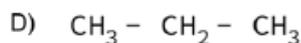
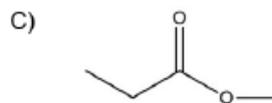
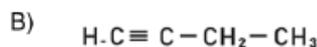
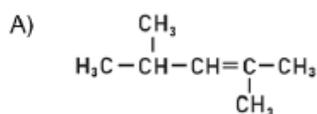
10. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico de cadeia insaturada:



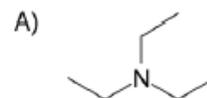
12. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico de cadeia heterogênea:

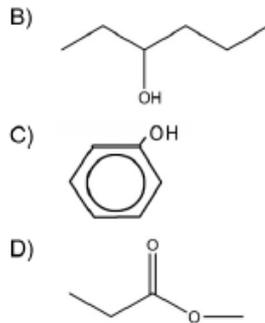


14. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico da classe dos alcenos:

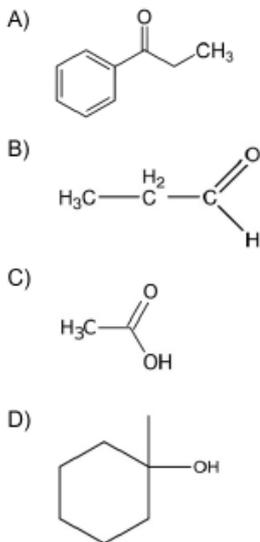


16. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico que apresenta a função álcool:

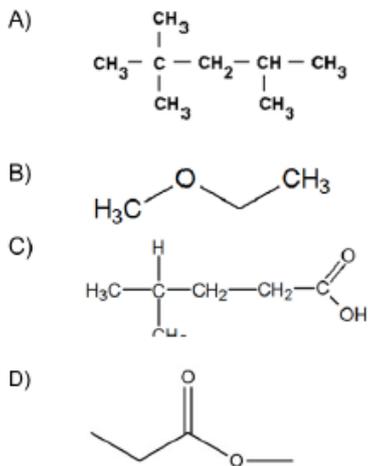




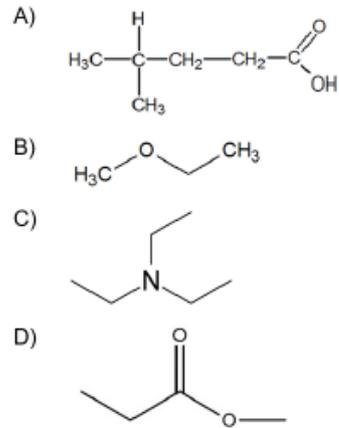
18. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico que apresenta a função aldeído:



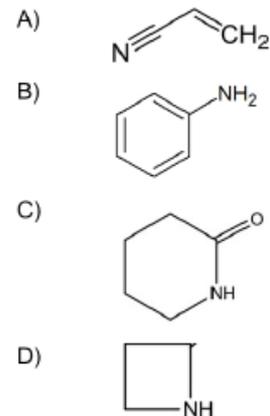
20. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico que apresenta a função ácido carboxílico:



22. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico que apresenta a função éster:



24. Marque a alternativa que apresenta um composto orgânico que apresenta a função amida:



26. Marque a alternativa que apresenta a fórmula molecular do composto orgânico abaixo:

- A) C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>NO  
 B) C<sub>4</sub>H<sub>7</sub>NO  
 C) C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>NO  
 D) C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>NO

