

**COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA,
EXTENSÃO E CULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
QUÍMICA**

Nathalia Motta de Carvalho Tolentino

**ANÁLISE DE APLICATIVOS DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DE
UMA EDUCAÇÃO INCLUSIVA PARA AUTISTAS**

Rio de Janeiro

2023

Nathalia Motta de Carvalho Tolentino

**ANÁLISE DE APLICATIVOS DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DE UMA EDUCAÇÃO
INCLUSIVA PARA AUTISTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Química.

Orientador: Dr Mauro Braga França
Co-orientador: Raphael Leonardo Neves

Rio de Janeiro

2023

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

T649 Tolentino, Nathalia Motta de Carvalho

Análise de aplicativos de química na perspectiva de uma educação inclusiva para autistas / Nathalia Motta de Carvalho Tolentino. - Rio de Janeiro, 2023.

68 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Química) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Mauro Braga França.

Coorientador: Raphael Leonardo Neves.

1. Química – Estudo e ensino. 2. Educação especial. 3. Autismo. 4. Tecnologias digitais da informação e comunicação. 5. Aplicativos móveis. I. França, Mauro Braga. II. Neves, Raphael Leonardo. III. Colégio Pedro II. IV. Título.

CDD 540

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB-7: 5692.

Nathalia Motta de Carvalho Tolentino

**ANÁLISE DE APLICATIVOS DE QUÍMICA NA PERSPECTIVA DE UMA EDUCAÇÃO
INCLUSIVA PARA AUTISTAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Química.

Aprovado em 3 de julho de 2023.

DSc. Mauro Braga França (Orientador)
Colégio Pedro II

Msc. Marco Antônio Batista Valente
Colégio Pedro II

DSc. Jéssica Cruz de Luca de Almeida
CAp UERJ

Rio de Janeiro

2023

Dedico esse trabalho a todos os alunos que passaram ou passarão pela minha vida, pois é por eles que procuro me aprimorar. Pois eles são nossa esperança.

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, Renan Monteiro, que me deu suporte durante todo o curso.

Ao meu coorientador, professor Msc Raphael Neves, pela excelente orientação que me levou a concluir esse trabalho e me trouxe uma nova visão de mundo. Obrigada!

Ao professor Dsc Mauro Braga, meu orientador, pois cada encontro foi uma inspiração.

Aos professores Julia Bouzon, Bianca Mandarinno, Alexandre Antunes, Marco Valente e Isabella Faria por todos os ensinamentos. Aprendi muito com todos vocês.

Aos colegas Douglas, Fernanda, Kelly, Leonardo, Mônica e Viviane pelos bons momentos.

“Professores brilhantes ensinam para uma profissão.
Professores fascinantes ensinam para a vida”.
Augusto Cury

Resumo

Tolentino, Nathalia Motta de Carvalho. Análise de aplicativos de Química na perspectiva de uma educação inclusiva para estudantes autistas. 2022. 68f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Química) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2023.

A maneira com que as pessoas com necessidades específicas são vistas pela sociedade e pelo poder público vem se modificando ao longo da história do Brasil. Com o passar dos anos diversas leis foram criadas garantindo o direito a educação para estas pessoas. O discurso sobre uma educação inclusiva vem crescendo no país, porém a realidade observada nas salas de aula das instituições de ensino se contradiz a ele. Dentre os principais problemas destacam-se a falta de infraestrutura e professores que não tiveram formação adequada para auxiliar os estudantes com necessidades específicas. Dentre estes estudantes encontram-se aqueles que se enquadram no grupo de pessoas com Transtorno do Espectro Autista. A dificuldade de socialização e comunicação, o prejuízo na linguagem verbal e a interpretação literal são características que podem estar presentes nesse público podendo trazer contratempos no processo de aprendizagem. A literatura mostra que o uso de tecnologia digitais pode auxiliar o desenvolvimento educacional dos estudantes autistas. Com base nisso este trabalho faz uma análise dos aplicativos de Química disponíveis, para verificar aqueles que mais se adequam para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem visando uma educação inclusiva para estudantes autistas. A metodologia utilizada se deu em três etapas. Primeiramente utilizou-se critérios como *download* gratuito, conteúdo voltado para ensino médio e má execução. Num segundo momento analisou-se quesitos como idioma, modo de exibição, presença de anúncios e possibilidade de uso *offline*. Na última etapa foram observadas as sugestões do projeto GAIA: um Guia de Recomendações Sobre Design Digital Inclusivo para Pessoas com Autismo. Pode-se concluir que apesar de existirem muitos aplicativos disponíveis a maioria não se mostra adequada para a prática de uma educação inclusiva. Dentro dos aplicativos analisados somente 13% foram considerados como possíveis ferramentas a serem utilizadas nas aulas e mesmo assim alguns apresentam ressalvas.

Palavras-chave: aplicativos; autismo; ensino de Química; TDIC.

ABSTRACT

Tolentino, Nathalia Motta de Carvalho. Análise de aplicativos de Química na perspectiva de uma educação inclusiva para estudantes autistas. 2022. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Química) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2023.

The way in which people with specific needs are seen by society and the government has been changing throughout Brazil's history. Over the years several laws were created guaranteeing the right to education for these people. The discourse on inclusive education has been growing in the country, but the reality observed in the classrooms of educational institutions contradicts it. Among the main problems are the lack of infrastructure and teachers who did not have adequate training to help students with specific needs. Among these students are those who fall into the group of people with Autistic Spectrum Disorder. The difficulty of socialization and communication, the impairment in verbal language, and literal interpretation are characteristics that may be present in this public and may bring setbacks in the learning process. The literature shows that the use of digital technology can help the educational development of autistic students. Based on this, this work analyzes the available Chemistry applications, to verify those that are most suitable to contribute to the teaching-learning process, aiming at an inclusive education for autistic students. The methodology used took place in three stages. First, criteria such as free download, content aimed at high school and poor execution of applications were used. In a second moment, issues such as language, display mode, presence of advertisements and possibility of offline use were analyzed. In the last stage, suggestions from the GAIA project, a Recommendations Guide on Inclusive Digital Design for People with Autism, were observed. It can be concluded that, although there are many applications available, most are not suitable for the practice of inclusive education. Among the analyzed applications, only 13% were considered as possible tools to be used in classes, and even so, some of them with reservations.

Keywords: apps; autism; Chemistry teaching; TDIC

LISTA DE FIGURAS (ILUSTRAÇÕES)

Figura 1: Interface dos jogos Elementos e Substâncias Químicas.....	42
Figura 2 : Interface do aplicativo Química Quiz.....	43
Figura 3: Interface do aplicativo Mesa de Valência.....	43
Figura 4: Lista de jogos do app Mesa de Valência.....	44
Figura 5: Interface do aplicativo Chemical Nomenclature.....	45
Figura 6: Interface do aplicativo Tabela Periódica Jogos.....	45
Figura 7: Interface do aplicativo Jogo da Tabela periódica.....	46
Figura 8: Interface do aplicativo Quiz Símbolos Químicos.....	46
Figura 9: Interface do App Tabela Periódica Game.....	47
Figura 10: Interface do aplicativo Tabela Periódica (www.chernykh.tech).....	49
Figura 11: Interface do aplicativo Tabela Periódica (www.chernykh.tech).....	49
Figura 12: Interface do aplicativo Tabela Periódica (JQ Soft).....	50
Figura 13: Interface do aplicativo Tabela Periódica (Digit Grove).....	51
Figura 14: Interface do aplicativo Tabela Periódica (Digit Grove).....	51
Figura 15: Interface do aplicativo Tabela Periódica (DaLuz Software).....	52
Figura 16: Interface do aplicativo Tabela Periódica (DaLuz Software).....	52
Figura 17: Interface do app Geometria molecular.....	54
Figura 18: Interface do aplicativo KingDraw.....	54
Figura 19: Interface do aplicativo WebMo.....	55
Figura 20: Interface do aplicativo Molecular construtor.....	56
Figura 21: Interface do aplicativo Dominó Químico.....	57
Figura 22: Interface do aplicativo Elementos Químicos (Verner Hartus).....	58
Figura 23: Interface do aplicativo Átomo: núcleo y distribución electrónica.....	59
Figura 24: Interface do app Atom.....	60
Figura 25: Interface do aplicativo Átomos, elementos e moléculas.....	61
Figura 26: Interface do app Orbitais virtuais Química 3D.....	61
Figura 27: Interface do app equações químicas.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Avaliação dos aplicativos do tipo Quiz.....	40
Tabela 2: Avaliação dos aplicativos do tipo Quiz.....	41
Tabela 3: Avaliação dos aplicativos do tipo Tabela Periódica.....	48
Tabela 4: Avaliação dos aplicativos para construção de moléculas.....	53
Tabela 5: Avaliação dos aplicativos do tipo jogos lúdicos.....	56
Tabela 6: Avaliação dos aplicativos de simulação.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APAE - Associações dos Pais e Amigos Excepcionais

DU - Desenho Universal

DUA - Desenho Universal para Aprendizagem

GAIA - Guia de Acessibilidade de Interfaces para o Autismo

LDB - Lei das Diretrizes e Bases da educação

TDIC - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

TEA - Transtorno do Espectro autista

TID - Transtorno Invasivo de Desenvolvimento

SUMÁRIO

1. Introdução.....	13
2. Objetivos e justificativa.....	17
2.1. Objetivo Geral.....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
2.3. Justificativa.....	17
3. Pressupostos teóricos.....	18
3.1. Breve histórico da educação especial e inclusiva no Brasil.....	18
3.2. Afinal o que é uma educação inclusiva?.....	22
3.3. O Desenho Universal para Aprendizagem.....	24
3.4. O Transtorno do espectro autista.....	27
3.5. O projeto GAIA.....	28
3.6. O conectivismo de Seamens.....	30
4. Metodologia.....	34
5. Resultados e discussão.....	38
6. Considerações finais.....	63
7. Referências bibliográficas.....	65

1. Introdução

De acordo com a constituição brasileira de 1988 (BRASIL, 1988, p.6) a educação é um direito de todos. Consonante com a constituição, a Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9493/96 (LDB) determina ainda que:

Art. 2º A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1996, p.1)

O **Art. 58** da LDB destaca que a educação especial é uma modalidade escolar que deve ser “oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação” (BRASIL, 1996, p.40).

O **Art. 59** deste documento determina que as instituições de ensino devem proporcionar “currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específicos, para atender às suas necessidades;” além de “professores com especialização adequada em nível superior, para atendimento especializado, bem como professores do ensino regular capacitados para a integração desses educandos nas classes comuns” (BRASIL, 1996, p.40).

Nas últimas décadas foram publicados muitos outros documentos oficiais que preveem o atendimento especializado para educandos com necessidades específicas na rede regular de ensino como por exemplo a Resolução CNE/CP nº1/2002 que afirma que a formação para atividade docente deve preparar para o acolhimento e o trato da diversidade (BRASIL, 2002, p.1); a Política Nacional de Educação Especial de 2008 afirma que a educação especial deve realizar “ o atendimento educacional especializado, disponibilizar os serviços e recursos próprios desse atendimento e orientar os alunos e seus professores” (BRASIL, 2008, p.1); a Lei Nº 12.796/13 que reafirma a LDB e adota como alternativa preferencial, a ampliação do atendimento aos educandos com necessidades específicas na própria rede pública regular de ensino” (BRASIL, 2013).

Dentro do público destacado nos parágrafos anteriores encontram-se as pessoas com Transtorno do Espectro Autista (TEA). O autismo trata-se de um transtorno invasivo de desenvolvimento (TID) pertencente a uma família de condições que são marcadas pelo início precoce de atrasos e desvios no desenvolvimento de habilidades sociais, comunicativas dentre outras habilidades. Estudos mostram que cerca de 1,5% da população mundial se inclui no grupo de pessoas com Transtorno de Espectro Autista (SADIN, 2018, 14).

Dentro das dificuldades que caracterizam as pessoas com autismo pode-se destacar:

- Prejuízo nas interações sociais: que é marcado pelo uso de formas não verbais de comunicação, pelo não desenvolvimento de relacionamentos e pela ausência de compartilhamento de experiências;
- Prejuízo na comunicação: relacionado ao atraso no desenvolvimento da linguagem verbal; dificuldade de iniciar ou manter uma conversação, uso repetitivo da linguagem e falta de brincadeiras e faz de conta (que não é esperado para crianças);
- Padrões restritivos repetitivos de comportamento, interesse e atividades: grande adesão a rotinas e rituais; movimentos repetitivos, preocupação ou apego com algum tipo de objeto.

Estas características fazem com que as pessoas que apresentam TEA encontrem dificuldades nas instituições de ensino o que é agravado pela falta de professores com formação adequada para lidar com estes educandos (BARBOSA, 2019, p.12). Apesar dos documentos oficiais ressaltarem a importância de docentes especializados estudos mostram que mesmo com conhecimento sobre a etiologia dos TEA e tendo experiências com alunos autistas estes profissionais não se sentem preparados para ensiná-los (FARIA, 2018, p.341).

Por muitas vezes o indivíduo com TEA não termina seus estudos. A dificuldade que os educandos encontram no meio educacional e a não conclusão dos estudos são um dos motivos que fazem com que estas pessoas enfrentem dificuldades para ingressar no mercado de trabalho quando chegam à vida adulta (LEOPOLDINO, 2015, p.855).

O autismo pode ser detectado antes dos 3 anos de idade. Quanto mais cedo for iniciado um processo de intervenção com auxílio de especialistas e tecnologias

assistivas, maior a probabilidade de proporcionar o desenvolvimento das habilidades desejadas para a criança. Na maioria dos casos observa-se uma melhora nos relacionamentos sociais, na comunicação e nas habilidades de autocuidado à medida que eles crescem (KLIN, 2006, p. 4).

Há diversos aplicativos voltados para auxiliar no desenvolvimento das habilidades sociais de crianças autistas. A literatura mostra ainda que a maioria das pessoas com autismo apresenta bastante interesse pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) e que estas podem ser utilizadas por educadores com intuito de proporcionar uma melhor aprendizagem para estudantes com TEA (PUGGINA, 2018).

Anjos (2020) afirma que no que se trata do ensino de Química, que é o foco deste trabalho, sabe-se que existe pouco material alternativo destinado ao professor com intuito de contribuir com o ensino desta disciplina para alunos com TEA. Considerando o fato do interesse do público-alvo pelas TDICs, então o uso da tecnologia pode ser uma boa estratégia. Existem diversos aplicativos voltados ao Ensino de Química disponíveis para smartphones. Com base nisso seria viável utilizar esses *apps* como ferramentas que facilitem a aprendizagem de indivíduos autistas frente aos conteúdos de Química?

Fiscarelli (2019) mostrou em sua pesquisa que embora pareça existir muitos aplicativos que possam ser utilizados pelos professores nas aulas, boa parte deste não possuem condições adequadas para uso nas escolas brasileiras, mesmo considerando apenas os estudantes sem necessidades específicas. Além disso, levando em conta o uso desses *apps* para o ensino de alunos com autismo Pichiliani (2020) faz uma nova pergunta: “Quais os aspectos críticos do design de interface e interação a serem considerados para projetar soluções tecnológicas inclusivas para pessoas com TEA?”

De acordo com a Declaração Salamanca - documento escrito pelas Nações Unidas em 1994 sobre princípios, política e práticas da educação especial - a inclusão “consiste em todos os alunos aprenderem juntos, sempre que possível, independentemente das dificuldades e das diferenças que apresentem” (BRASIL, 1994). Logo, ao utilizar um aplicativo em sala de aula, este deve se mostrar adequado para o conteúdo que deseja-se ensinar a turma, levando-se em consideração também as necessidades do aluno autista.

Com base nisso Pichiliani (2020) escreveu um Guia de Recomendações para o desenvolvimento de *softwares* direcionados para a aprendizagem de pessoas com TEA, o projeto GAIA. Através deste guia é possível analisar os aplicativos disponíveis e sugerir aqueles que possuem as características mais adequadas para facilitar a aprendizagem de modo inclusivo.

Pensando no professor de Química que se sente despreparado para contribuir com o desenvolvimento do público-alvo, mas que deseja utilizar novas ferramentas afim de melhorar a qualidade de suas aulas de forma lúdica, atrativa e inclusiva, pensando também no pesquisador que pretende desenvolver aplicativos educacionais abrangendo esta temática, esse trabalho faz uma análise dos aplicativos de Química disponíveis no Google Play Store®. Ao final desta análise serão sugeridos ao leitor os apps que se mostram como melhores opções para serem utilizados como recursos nas aulas de Química para o ensino inclusivo de alunos com autismo, bem como suas falhas e propostas de melhorias.

2. Objetivos e justificativa

2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar se os aplicativos de Química disponíveis na Play Store são adequados para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de Química visando uma educação inclusiva para autistas.

2.2. Objetivos específicos

- Sugerir aos professores aplicativos favoráveis para auxiliar em suas aulas de Química.
- Auxiliar os professores que desejam identificar os aplicativos adequados para usar em suas aulas.
- Fornecer informações para desenvolvedores de aplicativos educativos que visem o desenvolvimento de aplicativos inclusivos.

2.3. Justificativa

Apesar de todas as políticas públicas existentes atualmente no Brasil que visam uma educação inclusiva, ainda há muitos obstáculos que devemos enfrentar nas instituições de ensino para o atendimento adequado de pessoas com necessidades específicas. Dentre eles pode-se destacar a falta de infraestrutura e o despreparo de alguns professores pela falta de formação adequada. Perante isso, este trabalho pretende auxiliar aos educadores que desejam tornar suas aulas mais inclusivas utilizando uma ferramenta que é acessível para grande parte dos alunos, o celular.

3. Pressupostos teóricos

3.1. Breve histórico da educação especial e inclusiva no Brasil

O tratamento da sociedade para com as pessoas com necessidades específicas passou por grande evolução na história por todo o mundo. Durante muito tempo pessoas com deficiência lutaram - e ainda lutam - por aceitação social e pela compreensão das suas necessidades em busca dos direitos pelo seu desenvolvimento educacional. Nota-se que o pensamento político de cada época influenciou na forma com que este grupo de pessoas eram tratadas, principalmente no que se diz respeito as políticas públicas voltadas a educação.

Na Grécia e Roma antigas o Estado tinha direito de não permitir crianças disformes. Na Idade Média havia a concepção religiosa de que pessoas com deficiência eram portadoras do pecado (SILVEIRA, 2019, p.124).

Somente no século XIX, com o aumento das pesquisas na medicina surgiram estudos a fim de procurar respostas para possíveis causas das deficiências que poderiam acometer o ser humano. Nesta época a educação de pessoas com necessidades específicas ocorria exclusivamente em áreas de atendimento médico e tinham como objetivo curar e gerar comportamentos normalizados (SILVEIRA, 2019, p.125).

No Brasil, o marco inicial da Educação especial ocorreu quando Dom Pedro II criou, Imperial Instituto para meninos cegos, fundado em 1854, e os surdos-mudos no Imperial Instituto para Surdos-Mudos, fundado em 1856. No período Republicano estes passaram a se chamar Instituto Beijanin Constant (1891) e Instituto Nacional de Educação de Surdos (1957) (NASCIMENTO e OMODEI, 2019).

No ano de 1932 foi criada a Instituição Pestalozzi de Minas Gérias o que influenciou ações destinadas a educação especial em todo o país. Nesta época os alunos eram agrupados seguindo critérios através de testes de inteligências, estes critérios deveriam contribuir para a formação de turmas homogêneas e classes especiais (KASSAR, 2011, p.63).

Em 1933 foi publicado o Decreto 5.884 no estado de São Paulo que instituiu a criação de escolas e classes especiais.

Parte VII
Da educação especializada
Art. 824

Dos tipos de escolas especializadas:

- a) Escolas para débeis físicos
- b) Escolas para débeis mentais
- c) Escolas de segregação para doentes contagiosos
- d) Escolas anexas aos hospitais
- e) Colônias escolares
- f) Escolas para cegos
- g) Escolas para surdos-mudos
- h) Escolas ortofônicas
- i) Escolas de educação emendativa dos delinquentes

Onde não for possível a instalação de escolas especializadas autônomas [...] serão organizadas classes para esses fins especiais nos grupos escolares.

(Decreto 5.884, de 1933)

Kassar (2011) afirma que “a prática de identificação de possíveis alunos ‘anormais’ era solicitada ao professor para a organização de salas homogêneas.”

No século XX os defensores da pessoa com deficiência começaram a repercutir pelo mundo, principalmente após a Segunda Guerra, o que gerou um grande número de pessoas feridas que acabaram se tornando deficientes. Na mesma época, no Brasil surgiram expressões como “Todos na escola” e “Educação para todos”. Na década de 1940 começaram a surgir instituições privadas organizada por profissionais e pais de pessoas com deficiência com objetivo de proporcionar atendimento especializado, podendo-se destacar a Pestalozzi do Rio de Janeiro e a Pestalozzi de Niterói. Entre 1954 e 1962 se espalharam pelo Brasil as Associações dos Pais e Amigos Excepcionais (APAE) que tinham como objetivo de tratar e trazer bem-estar e desenvolvimento a pessoas com deficiência. Essas instituições eram de caráter filantropo ou ligadas a ordens religiosas, sendo assim este assunto passou muito tempo nas mãos das instituições privadas, isentando o governo de suas obrigações (NASCIMENTO,2019).

Em 1961 foi criada a Lei nº 4.024 que instituía as diretrizes e bases da educação nacional. Esta lei tinha como proposta examinar e trazer soluções para a educação especial dentro da educação básica.

Porém, na década de 70, período de ditadura militar, foi promulgada a Lei 5.692/71 que defendeu o tratamento especializado para alunos com deficiências em classes especiais separadas, trazendo um retrocesso em relação as políticas de educação inclusiva (SILVEIRA, 2019, 128). A partir daí houve um aumento significativo no número de classes especiais das escolas públicas do Brasil (KASSAR, 2011).

Ainda em relação ao período da ditadura no Brasil, cita-se um trecho do discurso do presidente Emílio Garrastazu Médici o qual trata a educação como um investimento para a formação de recursos e desenvolvimento do país. Seu discurso porém, não mostra preocupação com o indivíduo e sim uma visão capitalista sobre este (GALLAGHER, 1974, p.68, apud, Bezerra, 2016).

[...] um retardado e internado entre as idades de 10 e 60 anos, nos Estados Unidos, para ser cuidado, custa ao Estado US\$ 5.000 ao ano, ou um total de US\$ 250.000 durante toda a sua vida. O mesmo indivíduo recebendo educação e tratamento adequados pode tornar uma pessoa útil e contribuir para a sociedade. Assim, o custo extra que representam os cursos extras com educação especial pode ser compensador quanto a benefícios econômicos maiores. Há um estudo segundo o qual um adulto retardado e educação poderia ganhar US\$ 40 para cada dólar extra despendido com sua educação (GALLAGHER, 1974, p. 68, apud, Bezerra, 2011).

Com a criação da atual Constituição Federal, em 1988, ficou estabelecido que a educação é um direito de todos e que o ensino deve ser ministrado de forma a promover igualdade de condições para o acesso e permanência na escola (BRASIL, 1988).

Em 1994, durante o governo de Itamar Franco, o Brasil participou da Conferência Mundial para todos, na Cidade de Salamanca, Espanha, conferência a qual originou a Declaração de Salamanca que definiu diretrizes para a implantação de políticas públicas e sistemas educacionais pensando em promover uma educação inclusiva.

[...] sistemas educacionais deveriam ser designados e programas educacionais deveriam ser implementados no sentido de se levar em conta a vasta diversidade de tais características e necessidades, aqueles com necessidades educacionais especiais devem ter acesso à escola regular, que deveria acomodá-los dentro de uma Pedagogia centrada na criança, capaz de satisfazer a tais necessidades.

Declaração de Salamanca, 1994, p. 1

No entanto, neste mesmo ano, foi lançada a Política Nacional de Educação Especial cujas orientações estabeleciam que aqueles que possuíssem condições de estar em sala de aula e aprender no mesmo ritmo dos alunos considerados normais deveriam frequentar a escola em classes comuns da rede regular de ensino. Este fato

reafirmava a formação de classes homogêneas e mantinha a responsabilidade da educação de pessoas com necessidades específicas nas mãos de salas de aula de classes especiais (NASCIMENTO, 2019).

Durante o governo do presidente Fernando Henrique Cardoso houve um marco fundamental para a educação com a promulgação da lei N° 9394/96 Lei das Diretrizes e Bases da Educação Brasileira. Pela primeira vez houve um capítulo destinado a esta modalidade de ensino. Esta lei ofertava a educação aos estudantes com deficiência preferencialmente na rede de ensino regular e ainda ensino especializado para atender as suas peculiaridades desde a educação infantil.

No período do governo Lula (2003-2010) foram implementados muitas políticas e programas que tratavam da educação especial e inclusiva. Em 2004, foi lançado o Programa Educação Inclusiva: direito à diversidade. Este programa promoveu debates a fim de elaborar a Política Nacional da Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, que foi implementada mais tarde no ano de 2008.

Em 2005 foi criado o Programa de acessibilidade na Educação Superior que teve como objetivo incentivar a eliminação de barreiras que dificultam o acesso e permanência destes estudantes no Ensino Superior.

No ano de 2007, foi criado o Programa de Implantação de Salas de Recursos Multifuncionais com o objetivo de apoiar as instituições de ensino na oferta de atendimento educacional especializado através da implementação de salas de recursos funcionais.

Em 2008 ocorreu uma conquista para a educação inclusiva quando foi implementada a Política Nacional da Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, pelo Decreto N° 6.571 que “garantia recursos àqueles alunos estivessem matriculados em escolas públicas e recebendo atendimento educacional especializado” (KASSAR, 2011).

O Governo Dilma deu continuidade as propostas do governo anterior dando destaque a entrega das salas de recursos multifuncionais. Em 2011, foi instituído o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência – plano viver sem limites, com o objetivo de “promover por meio da integração e articulação de políticas, programas e ações, o exercício pleno e equitativo dos direitos das pessoas com deficiência” (BRASIL, 2011).

Durante o Governo de Jair Bolsonaro, foi publicado o Decreto N° 10.502/2020 que constitui um retorno de propostas segregacionistas visto que trata da “supressão

da obrigatoriedade da escola regular em realizar a matrícula de alunos com deficiência, permitindo a volta do ensino regular para esses sujeitos em escolas especializadas” (SANTOS e MOREIRA, 2021).

3.2. Afinal o que é uma educação inclusiva?

Nossa história mostra que por muito tempo as pessoas com necessidades específicas foram segregadas da sociedade. Isto ocorre porque esta foi construída para atender um grupo de pessoas que obedecem a um padrão que a própria sociedade julga como normal. Nas instituições de ensino isso não ocorreu de forma diferente.

Na década de 1970, com a criação da Lei nº 5.692/71 das diretrizes e bases para o ensino, a escola passou a ter o objetivo de preparar os alunos para o trabalho para que estes pudessem contribuir com o desenvolvimento econômico do país. Até os dias de hoje, grande parte das escolas ainda têm a necessidade de garantir um mínimo desempenho de alunos e tarefas exigidas. Sendo assim, alunos que se afastam de um padrão de comportamento, desempenho ou necessidades acabam sendo excluídos.

Apesar das mudanças nas leis, que hoje garantem que o aluno com necessidades específicas tenha direito ao acesso e a permanência na rede regular de ensino, a simples presença deste aluno no ambiente escolar não se caracteriza como um processo de educação inclusiva.

A escola se torna inclusiva quando reconhece as diferenças dos alunos e busca o progresso de todos adotando novas práticas pedagógicas que necessitam ser diversificadas, flexíveis e colaborativas. Além disso, necessita ainda promover o acesso em todas as dimensões: instrumentais, atitudinais, arquitetônicas e metodológicas (DE PAULA, 2018).

Apesar do discurso sobre a educação inclusiva vir crescendo, ainda se contradiz com a realidade das escolas brasileiras, pois as instalações físicas são insuficientes, os professores muitas vezes estão despreparados devido à falta de formação inicial adequada, além de haver uma superlotação de alunos, o que dificulta que o docente conheça e atenda às necessidades de cada um. Muitos professores se sentem “incompetentes por não saber como trabalhar com as novas demandas encontradas na sala de aula” (RENDERS, 2020). Para superar essa dificuldade os

docentes necessitam de uma formação continuada, porém normalmente não recebem nenhum tipo de incentivo e ainda passam por condições ruins de trabalho como longas jornadas em diferentes escolas, excesso de alunos que geram grande número de provas e atividades para corrigir e má remuneração.

Para atuar de forma inclusiva no processo de ensino-aprendizagem o professor necessita: i) conhecer as necessidades específicas dos alunos para que possa atendê-las e também para desmistificar concepções erradas sobre suas capacidades e ainda, identificar as potencialidades dos seus alunos; ii) saber flexibilizar o currículo para atender as necessidades dos estudantes e saber avaliar o processo de aprendizagem. Esta avaliação deve ser entendida não somente como um meio de avaliar o desempenho do aluno, mas como uma maneira de encontrar falhas na própria prática pedagógica e verificar se esta atende as necessidades dos aprendizes. iii) atuar em equipe com os pais e profissionais (de PAULA, 2018).

É importante ressaltar que modelo de educação inclusiva não cabe somente ao professor dentro da sala de aula. É necessário que toda a escola seja repensada não somente em relação às suas práticas pedagógicas, mas também em relação à disponibilidade de recursos e estruturação das instituições, na busca de se identificar e superar barreiras (COSTA-RENDERRS, 2021).

O propósito da educação inclusiva é acolher e respeitar a diversidade de alunos. Todos os estudantes, independente das suas necessidades devem receber as condições essenciais que os preparem para dar continuidade aos estudos, para o trabalho e para agir de forma consciente e crítica garantindo que exerçam sua cidadania plena. Afinal, qualquer que seja a limitação, toda pessoa “tem uma contribuição a dar a si mesma, às demais pessoas e à sociedade” (de PAULA, 2018).

Como afirma de Paula “proporcionar discussões a respeito das diferenças é uma das formas de promover mudanças nas instituições escolares.”

Diante da necessidade de modificarmos a escola e suas práticas pedagógicas, várias estratégias têm surgido no campo da educação. Dentre elas merece destaque o Desenho Universal para Aprendizagem (DUA) que será abordado na próxima seção.

3.3. O Desenho Universal para Aprendizagem

O conceito de desenho universal (DU) teve origem na arquitetura com o objetivo de criar ambientes acessíveis para todas as pessoas, quaisquer que fossem suas

limitações (OLIVEIRA, 2019). Este conceito foi adaptado para a área de educação onde usa-se o termo Desenho Universal para a aprendizagem (DUA). O objetivo do DUA é construir um currículo flexível de modo a proporcionar o processo de ensino aprendizagem para todos com equidade. (RENDERS, 2020).

As instituições de ensino utilizam um currículo prescritivo que, de acordo com Goodson (2007), “carrega a crença de que podemos imparcialmente definir os principais ingredientes do desenvolvimento do estudo”. O autor afirma também que o currículo prescritivo para a área que chamamos hoje de ciências da natureza, foi determinado na década de 80 e influenciado por alguns grupos sociais.

Ao que parece, as disciplinas escolares tiveram que desenvolver uma forma aceitável para as “classes mais altas” da sociedade; sendo um mecanismo para a inclusão social, naturalmente não são recomendáveis para essas classes, cuja posição depende da exclusão social. Posteriormente, as disciplinas escolares tornaram-se não apenas “aceitas”, “estabelecidas”, “tradicionais”, inevitáveis, mas também na sua forma acadêmica, mecanismos excludentes (GOODSON, 2007).

O Currículo prescritivo também é criticado por Costa-Renders (2021) como impróprio para uma educação inclusiva, pois nesta perspectiva o currículo não deve se reduzir a conteúdos padronizados e sim respeitar às diferenças entre os estudantes e compreender a importância do conhecimento que ultrapassa as paredes da sala de aula.

O currículo prescritivo trabalha por meio dos padrões de reprodução social, com base na permanência de determinado capital cultural como hegemônico. Portanto, o currículo prescritivo é inadequado para a educação inclusiva por não ser aberto às diferenças culturais e à variabilidade de aprendizes. (COSTA-RENDERS, 2021)

O DUA defende que cada aluno aprende de uma forma diferente e por meio de estímulos diversos, sendo assim um currículo “engessado” não irá abranger as particularidades de todos os alunos.

No que se diz respeito ao currículo é comum que este seja entendido somente como as matérias e conteúdos abordados durante a trajetória escolar, mas na verdade ele vai além disso. O currículo também envolve os objetivos a serem atingidos com o processo de ensino-aprendizagem, as estratégias e planos de ensino utilizados em sala de aula e as influências externas que afetam a aprendizagem dos alunos.

Sendo assim, o Desenho Universal para a aprendizagem visa repensarmos as práticas pedagógicas, para que todos os alunos tenham acesso aos mesmos objetos de aprendizagem e alcancem os mesmos conteúdos evitando caminhos e ambientes exclusivos durante o processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com Renders (2020), para repensar as práticas pedagógicas deve-se levar em conta “todo o arranjo de vários aspectos tais como, modificação do espaço/tempo, elaboração de recursos pedagógicos e tecnologias digitais.” A autora também explica que para elaborar aulas acessíveis deve-se prestar atenção em “diversas áreas do currículo como objetivos, estratégias, recursos e materiais e avaliação.”

Conforme Nunes e Madureira (2015), o DUA é baseado na neurociência e esta afirma que a aprendizagem é baseada no “uso de três sistemas: as redes afetivas, as redes de conhecimento e as redes estratégicas [...] As redes afetivas relacionam-se com a motivação para a aprendizagem e ajudam o sujeito a decidir o que é importante aprender; as redes de reconhecimento referem-se ao que aprendemos e, por último, as redes estratégicas relacionam-se com o como aprendemos e indicam-nos como fazer as coisas”. Essas redes funcionam de modo diferente para cada aluno e por isso influenciam diretamente nos três princípios do desenho universal para a aprendizagem abordados a seguir.

Diante disso, para elaboração de um currículo flexível deve-se ter em mente os três princípios básicos do DUA, a saber:

- i) Múltiplos meios de apresentação do conteúdo (textos, áudios, vídeos) através do uso de diferentes formas de linguagem. Este princípio é importante, pois alguns alunos poderão ter maior facilidade de entender o novo conteúdo através de textos ao passo que outros irão preferir representações gráficas.

- ii) Múltiplas formas de ação e expressão que envolve a realização de atividades teóricas e práticas e a permissão de diferentes instrumentos e métodos de respostas. Neste quesito leva-se em consideração que alguns alunos se expressam melhor pela fala e outros pela escrita. Possibilitar vários meios de respostas possibilita maior participação.
- iii) Múltiplas possibilidades de engajamento que significa apresentar diversas formas de motivação e envolvimento. Os alunos têm diferentes interesses e por isso serão atraídos por assuntos diferentes.

Ao se construir um currículo com base nesses princípios estaremos contribuindo para o desenvolvimento de todos os alunos, respeitando as especificidades dos cada um e também reduzindo as necessidades de futuras adaptações deste currículo.

Resumindo, o DUA trata-se de um modelo que utiliza um planejamento pedagógico contínuo, através do qual o professor traça os objetivos da aprendizagem e a partir destes cria materiais, formas de avaliação, podendo também utilizar tecnologias digitais para auxiliar em suas estratégias pedagógicas visando a aprendizagem de todos os alunos independente de suas necessidades específicas (MENDES, 2020).

3.4. O Transtorno do espectro autista

O autismo foi descrito pela primeira vez em 1943 pelo médico psiquiatra Leo Kanner e inicialmente foi chamado de Distúrbio Autístico de Contato Afetivo. Croix (2019) cita que no mesmo período, o também psiquiatra Hans Asperger descreve algo semelhante embasado “por uma ideologia discriminatória, claramente eugenista com a criação, sob o regime nazista, de uma estranha síndrome que mais tarde será chamada de "Asperger". Em 1944 Hans Asperger publica então o artigo denominado Psicopatia Autística da Infância (TAMANAHHA, 2008).

O autismo é um distúrbio de desenvolvimento que geralmente pode ser detectado antes dos 3 anos de idade e trata-se de alterações no desenvolvimento das áreas de comunicação, socialização aprendizado e capacidade de adaptação. As causas do autismo ainda são desconhecidas (de MELLO, 2007, p.15).

As pessoas com autismo podem apresentar diversas características do transtorno em diferentes graus de severidade. Por exemplo, é comum que autistas

apresentem problemas de comunicação devido a dificuldades de utilizar a linguagem verbal e não verbal. Porém pode-se encontrar crianças que são incapazes de se comunicar verbal ou não verbalmente, mas também há aquelas que apresentam linguagem verbal de forma repetitiva (de MELLO, 2007, p.20). O entendimento de que as manifestações do autismo são heterogêneas e em diferentes graus deu origem ao termo Transtorno do Espectro Autista TEA. (KLIN, 2006, p.5)

Também é marcante o fato de muitos deles compreenderem a linguagem de forma muito literal e apresentarem dificuldades em usar a imaginação. Outro obstáculo encontrado por este grupo de pessoas é a socialização, pois eles podem apresentar dificuldades de se relacionar com os outros, de compartilhar experiências e identificar emoções (de MELLO, 2007, p.20). Além disso muitos autistas podem apresentar um grande apego a certos objetos e a rotinas. Sendo assim mudanças de casa, de móveis ou trajetos podem trazer alguma perturbação (de MELLO, 2007, p.20).

Asperger, em seus estudos, tratava de uma forma mais branda do autismo, a qual chamou de Síndrome de Asperger. Neste tipo de autismo as crianças possuem problemas de socialização, mas não costumam apresentar atraso no desenvolvimento cognitivo da linguagem. Uma peculiaridade desta síndrome é o interesse obsessivo por alguma área do conhecimento, que muitas vezes leva ao desenvolvimento de alguma alta habilidade (CARVALHO, 2014).

Dentre estas habilidades destacam-se aquelas que necessitam de atenção, concentração e memorização. Pessoas com o transtorno são boas em aprender visualmente, são atentas a detalhes e possuem excelente memória.

A hipersensibilidade sensorial, ou seja, uma alta sensibilidade a certos tipos de barulhos, luzes ou texturas, também costuma estar presente nos indivíduos que apresentam a síndrome (de MELLO, 2007, p.21).

A inclusão da criança com TEA no ambiente escolar é essencial para o desenvolvimento de suas habilidades, porém muitos professores não estão preparados para lidar com estes alunos de forma inclusiva devido a falta de conhecimento sobre o transtorno. Um fator para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem que é apontado na literatura é o uso de tecnologias digitais (Santarosa e Conforto, 2015, p. 351).

3.5. O projeto GAIA

As tecnologias digitais têm hoje um papel social que abrange o trabalho, a educação, cultura e lazer dos indivíduos. Apesar de sua grande importância na vida das pessoas ainda existem websites e aplicativos que apresentam barreiras de interação para pessoas com deficiência, pouco letramento ou idade avançada (PICHILIANI, 2020).

Diante disso surgiu o conceito de Acessibilidade Web, com o objetivo de garantir a universalização de interações eliminando barreiras para qualquer tipo de necessidade (CUSIN e VIDOTTI, 2009, p. 46). Dentre as pessoas afetadas pelos problemas de acessibilidade digital estão os indivíduos com TEA.

Atualmente as tecnologias digitais são muito utilizadas para o auxílio de crianças com autismo, bem como para seus pais, terapeutas e educadores, com finalidade de desenvolver a comunicação, organizar e planejar tarefas cotidianas e auxiliar nas atividades pedagógicas (BETTIO e GIACOMAZZO, 2020, p.262).

Pessoas com autismo costumam apresentar grande interesse em tecnologias digitais, porém se esta não for projetada de maneira adequada pode gerar barreiras e fazer com que o indivíduo não consiga usá-la de maneira autônoma ou ainda causar algum desconforto (PICHILIANI, 2020).

Com o objetivo de criar soluções tecnológica inclusivas para pessoas com TEA, a mestre em Ciências da computação Talita Pichiliani desenvolveu um Guia de Acessibilidade de Interfaces para o Autismo, o Projeto GAIA, a fim de que desenvolvedores de softwares e educadores digitais saibam quais as características que os websites e aplicativos devem possuir para atender as necessidades dos autistas.

A autora afirma que uma das premissas do GAIA é que os educadores saibam avaliar os sites e aplicativos que desejam utilizar com seus alunos autistas, pois até então existe pouca informação acessível e de linguagem simples com esse escopo (PICHILIANI, 2020).

Pichiliani cita a importância do Desenho Universal associado a tecnologia para auxiliar diferentes necessidades de desenvolvimento abrangendo a diversidade de alunos.

O DUA aplicado à tecnologia provê meios de desenvolver aplicações flexíveis que se adequam a diferentes pessoas, com necessidades físicas, cognitivas e neurais distintas. [...] O suporte oferecido pelas recomendações do DUA para trabalhar em sala de aula envolve opções para: apresentar informações e conteúdos de formas diferentes; diferenciar a forma que os alunos podem expressar seu conhecimento; estimular o interesse e a motivação para aprendizagem. (PICHILIANI, 2020)

Em resumo, o projeto Gaia é um guia de recomendações construído a partir dos princípios do Desenho Universal para auxiliar profissionais de tecnologia da informação a desenvolver softwares, bem como ajudar educadores a avaliar se os sites ou aplicativos que desejam utilizar são adequados para seus alunos. Estas recomendações serão comentadas na metodologia.

3.6. O conectivismo de Seamens

Na década de 70 houve mudanças no cenário da educação brasileira. Foram instituídas “reformas de ensino e alterações nas bases organizacionais para ajustar a educação ao modelo econômico do capitalismo”. Era necessário formar pessoas que fossem capazes de contribuir para com o desenvolvimento econômico e social do país. Sendo assim, o objetivo da educação passou a ser o de preparar para o trabalho operacional, uma educação tecnicista. Neste modelo o professor transmite um grande número de informações, fórmulas e cálculos e o aluno nada mais é que um receptor e reproduzidor destes conceitos. De fato, um modelo conteudista que cumpria com os objetivos propostos para aquele momento.

Porém, este não é mais cabível na sociedade atual, pois o intuito da educação hoje é a formação de um cidadão crítico e ativo. Ao longo dos anos, muitas Teorias da Aprendizagem foram propostas a fim de explicar como os alunos podem adquirir e transformar o conhecimento de forma significativa atendendo os objetivos da educação atual. Dentre elas podemos citar o cognitivismo e o construtivismo.

A Teoria Cognitivista de David Ausubel propõe que existe uma estrutura cognitiva, que consiste nos conteúdos e organização de ideias que um indivíduo possui. Para o autor a estrutura cognitiva se modifica toda vez que novas ideias são incorporadas e, quando essas se relacionam com as ideias já existentes, ocorre a aprendizagem significativa. Ausubel afirma que o professor deve conhecer os conceitos subsunçores, ou seja, as ideias âncoras que o aprendiz possui, para relacioná-las com o conhecimento que se deseja que ele vá adquirir.

Já o construtivismo propõe que a aprendizagem ocorre quando o indivíduo constrói seu próprio conhecimento de maneira ativa. Esta teoria foi defendida por Piaget e Vigotsky. Para o primeiro a construção do conhecimento ocorre quando há interação do indivíduo com o objeto, já o outro afirma que acontece a partir da interação social.

No entanto, estas teorias foram criadas em uma época em que a tecnologia digital ainda não tinha tanta influência na sociedade como tem hoje. Como cita Siemens (2004), a tecnologia reorganizou o modo que vivemos, nos comunicamos e aprendemos. Desta forma é necessário rever os processos de aprendizagem frente a esta geração tecnológica e responder alguns questionamentos, tais como: A escola está cumprindo seu papel para com essa nova sociedade? Estamos atendendo a

demanda dessa nova geração em termos de competências e habilidades necessárias para o cidadão atual? Quantas vezes o professor não foi abordado por um aluno em sala de aula com a pergunta: Para que aprender isso se está no Google? Se a tecnologia digital é tão integrada a vida do estudante, por que não a trazer para dentro da escola? Respondendo essas perguntas surge o que George Siemens (2004) chama de Conectivismo: Uma Teoria de Aprendizagem para a era Digital.

A sociedade de hoje permite que muitas informações sejam facilmente acessadas. Para o autor estas informações, que podem ser traduzidas em conhecimento, estão disponíveis nas “redes”. Siemens (2008) afirma também que o conhecimento é repassado através de redes mesmo antes do surgimento da tecnologia digital.

As redes têm servido de base para aprendizagem humana bem antes da tecnologia que se vê na sociedade atual. O desenvolvimento de competências na caça, coleta e agricultura, exigiam conhecimentos a serem compartilhados a cada nova geração: na atividade agrícola a geração mais jovem foi construída sobre o trabalho das outras. Pequenos avanços e novas técnicas e ferramentas serviram para melhorar continuamente, disciplinas como agricultura, ferraria, soldadura e, mais recentemente a filosofia e as ciências (SIEMENS, apud Kop, 2008).

As redes funcionam a partir da ideia de que “nós” estão conectados. Em termo de aprendizagem pode-se entender que as informações e conceitos são nós e que a partir do momento que o estudante faça a conexão entre eles e passe a interagir com a rede ocorre a aprendizagem. Neste ponto pode-se perceber uma convergência de ideias entre o Conectivismo e as Teorias da Aprendizagem já existentes. O fato de fazer conexões entre as informações pode ser relacionado a necessidade de vínculos entre os conceitos subsunçores e novos conceitos, o que foi proposto por Ausubel para uma aprendizagem significativa. A afirmação de que a aprendizagem ocorre através da interação foi proposta no construtivismo, porém agora essa interação deve ser digital.

O construtivismo faz sentido ao se mover em sintonia com as tendências culturais e visões filosóficas atuais. À medida que a autoridade na sociedade mudou, a verdade foi questionada, o pós-modernismo floresceu e nossa compreensão de diversas culturas e formas de conhecimento cresceu, parecia natural que as teorias do conhecimento e do comportamento ficassem em segundo plano. O que há de novo no construtivismo, e por favor comente se você discordar, é que ele combina ideias pré-existentes de uma forma que se adapta às necessidades e tendências de nossa era atual. (SIEMENS, 2008)

Siemens (2004) afirma que a tecnologia desempenha processos que anteriormente eram realizados pelo aprendiz, como armazenamento e recuperação de informações. Logo, reter e acumular dados não é mais importante. São necessárias novas habilidades para o desenvolvimento pleno do estudante. De acordo com o autor, o fato de se enxergar conexões entre os conceitos é uma habilidade considerada essencial para a aprendizagem.

Além disso, a facilidade no acesso à informação permite que o estudante se depare com muitas de caráter duvidoso. Por isso é fundamental que saiba avaliar a qualidade e pertinência destas. Siemens (2004) destaca essa avaliação como uma das tendências importantes para a aprendizagem da sociedade atual: “Saber como e saber o que está sendo suplementado pelo saber onde (o conhecimento de onde encontrar o conhecimento que se necessita).” Neste momento surge um novo papel para o professor que deve garantir não só que o aprendiz saiba onde encontrar as informações, mas também que estes percorram caminhos que levem a fontes seguras.

É provável que se encontre bastante resistência por parte dos docentes diante deste tema, visto que por anos a avaliação da aprendizagem se baseou na quantidade de informação armazenada e não na forma pelas quais foram processadas.

O conectivismo também propõe que a aprendizagem informal, aquela que ocorre fora das instituições de ensino, vem ganhando bastante significado. É comum que os alunos assistam vídeos na internet ou leiam textos nas redes sociais que lhes trazem informações que antes lhes eram oferecidas somente na escola. Esta nova realidade corrobora com o fato de ser necessária a nova habilidade de avaliar informações.

Outro ponto a se considerar, no que se trata do Ensino de Química, por muitas vezes os estudantes necessitam fazer conexões entre conceitos abstratos. Alguns

estudos mostram ainda, que durante o processo de aprendizagem, para identificar uma informação, os alunos necessitam fazer conexões entre estas e alguma construção simbólica (imagens, esquemas, figuras)(WARTHA e RESENDE, 2015, p.52).

Silva e Silva (2012) afirma que essa conexão entre símbolo e conceito é necessária para organização e construção do pensamento. Neste aspecto as tecnologias digitais podem ser de grande utilidade para promover esta conexão.

Com base no exposto, podemos constatar que, para que o aprendiz possa se integrar ao novo paradigma da sociedade é importante que novas formas de aprender sejam introduzidas no ambiente escolar. Isto reforça a ideia de trazer para sala de aula o uso das tecnologias digitais.

4. Metodologia

Para iniciar a análise dos aplicativos de Química foi feita uma busca no *Google Play Store*® utilizando a palavra-chave “Química” em um sistema operacional “Android, visto que este é utilizado pela maior parte da população brasileira (FISCARELLI, 2019). Foi feito o download de duzentos e nove aplicativos. Foram descartados todos os aplicativos que não eram gratuitos, os que não apresentavam caráter educacional, os que necessitavam de outro software para funcionar, os que não executaram ou apresentaram mal funcionamento e aqueles cujo conteúdo não era de ensino médio.

Em um segundo momento os 140 aplicativos restantes foram analisados frente aos seguintes quesitos: idioma, modo de exibição do conteúdo, presença de anúncios e possibilidade de uso offline. Conforme Fiscarelli (2019) dentro dessas categorias devem ser analisados problemas que podem tornar o aplicativo de difícil usabilidade para os alunos.

No que se diz respeito ao quesito idioma, o domínio de uma língua estrangeira pode ser um empecilho para o entendimento do uso do aplicativo e conseqüentemente para a aprendizagem. Por isso é necessário avaliar a oferta dos aplicativos que oferecem português como idioma.

As tecnologias digitais nos fornecem um mar de possibilidades no meio educacional. Como afirma Fiscarelli (2019) os aplicativos podem apresentar animações, calculadoras, exercícios, jogos, materiais de referência e vídeos. É interessante para todos os alunos, e principalmente para o aluno autista que muitas vezes apresenta dificuldades de concentração, que o aplicativo a ser utilizado traga algum tipo de motivação ou engajamento. Desta forma é importante observar o modo de exibição do app. Aqueles que apresentam somente materiais de referência como resumos, dicionários, tabelas de valores e informações já prontas não aproveitam todo o potencial que as TDICs podem nos oferecer. Além disso não estão de acordo com um dos princípios do DUA que relata a importância de se usar múltiplas formas de exposição do conteúdo. Por estes motivos esses apps também foram descartados.

Os aplicativos são produtos comercializados por empresas que pretendem obter lucros, logo alguns podem apresentar algumas funções pagas. Outra maneira de se lucrar é com a venda de anúncios de publicidade. A execução de vídeos de propaganda é algo prejudicial, pois interrompe o raciocínio dos alunos e causa

distrações. Os comerciais são um empecilho para alunos sem necessidades específicas e mais ainda para os alunos com TEA, visto que estes costumam ter características tais como dificuldades de manter o foco e tendência a se ater a detalhes. Anúncios do tipo *banner* não são prejudiciais para os alunos sem necessidades específicas, mas podem trazer distrações para os autistas. Uma solução para este problema é a possibilidade de uso offline, pois essas propagandas só aparecem quando há conexão com a internet. Logo os apps que apresentam anúncios, mas podem funcionar no modo offline foram mantidos a fim de serem analisados na etapa posterior, o restante foi eliminado.

Além disso, a realidade brasileira mostra que poucas são as escolas que compartilham acesso à internet com os alunos. Logo, um aplicativo cujo funcionamento dependa da conexão pode ser inviável, visto que nem todos os alunos possuem internet nos seus celulares.

Finalizadas as avaliações dos quesitos acima, os 27 aplicativos que não foram descartados passaram para a próxima etapa de análise que seguiu as recomendações do projeto GAIA, um guia que visa ajudar desenvolvedores de softwares e educadores digitais a entender melhor as necessidades de pessoas com autismo (PICHILIANI, 2020). As recomendações sugeridas pela autora que foram utilizadas na análise dos apps são:

a) Vocabulário visual e textual: este critério é baseado no fato de que muitos autistas apresentam dificuldades em decodificar linguagens e compreender informações. Sendo assim um software adequado deve apresentar contraste entre a cor do fundo e as cores dos textos e objetos. Além disso, os textos devem conter espaçamento adequado para garantir boa legibilidade e devem evitar jargões e metáforas para que a mensagem seja clara possibilitando melhor compreensão.

b) Customização: este quesito leva em conta que as pessoas têm grande variabilidade de preferências, sendo assim é difícil identificar um padrão de visibilidade que agrade a todos. Deste modo é interessante que o app possua a opção de customização da tela para que o aluno possa ajustar de forma que a interface fique mais confortável para ele. As recomendações sugerem que haja opções para alterar cores, tamanho e fontes dos textos. É interessante que o aluno possa controlar a quantidade de elementos exibidos na tela e ainda que ele possa escolher o modo de

exibição de uma informação (texto, gráfico, áudio).

c) Engajamento: este princípio tem como objetivo que o aluno autista tenha maior foco e atenção ao usar o aplicativo. Para isso a interface deve ser simples e conter somente os elementos essenciais para a execução da tarefa. Também é importante evitar elementos que tirem o foco, como elementos que piscam. Os aplicativos destinados aos autistas devem ainda ter linguagem clara com orientações que estimulem a interação.

d) Representações redundantes: este critério está de acordo com um dos princípios do Desenho Universal para Aprendizagem. Conforme dito anteriormente é importante não se concentrar somente no texto para transmitir um conteúdo. Deve haver também imagens, áudios, vídeos e gráficos. Caso haja símbolos, pictogramas e ícones estes necessitam de um equivalente textual.

e) Multimídia: essa recomendação sugere o uso de diferentes multimídias para trabalhar atenção, memória, compreensão visual e textual e interação sensorial. Corrobora com o item anterior sugerindo representações redundantes. Neste critério também afirma-se a necessidade de as imagens apresentarem a opção de serem ampliadas para facilitar a compreensão. Outros fatores importantes são a ausência de sons perturbadores, como explosões ou sirenes, pois muitos autistas possuem sensibilidade no que se trata dos sentidos. É importante também que a área clicável apresente-se como ícones grandes que se assemelham a botões.

f) Respostas às ações: esta recomendação é importante para orientar os alunos sobre a execução de tarefas e sobre o comportamento do aplicativo. Também é essencial que o app mostre o feedback de acertos e erros, para que o aluno mantenha interesse.

g) Navegabilidade: uma grande quantidade de ícones poder confundir o aluno autista, por isso a navegabilidade deve ser simples e intuitiva. Também é recomendado que haja indicadores de localização dentro do aplicativo, que o progresso seja indicado e que haja ícones de sair, voltar e ajuda. Também é indicado que não se determine um tempo para a execução de uma tarefa.

h) Visibilidade do estado do sistema: todas as instruções devem ser claras. As mensagens de erros devem demonstrar como solucioná-los. Deve haver a possibilidade de desfazer ou cancelar ações. Por se tratar de uma ferramenta utilizada para aprendizagem é importante que o sistema permita que o aluno erre até cinco vezes antes de mostrar a resposta correta.

5. Resultados e discussão

A Play Store apresentou 209 resultados para a busca com a palavra-chave “Química”. Dentre estes 6 não eram gratuitos, 28 não apresentavam caráter educacional, 2 necessitavam de outro software para funcionar, 17 apresentavam o conteúdo que não correspondia ao Ensino Médio, ou parte do conteúdo com nível não compatível com o segmento e 18 não executaram, ou apresentaram mal funcionamento, ou foram feitos para uma versão mais antiga do Android. Os aplicativos que apresentaram ao menos uma destas características foram descartados da lista restando então 140.

Os 140 aplicativos que passaram para a segunda etapa de avaliação foram analisados frente a novos quesitos a fim de encontrar-se “dificultadores para o processo de utilização do smartphone na sala de aula” conforme Fiscarelli (2019), incluindo os alunos que não apresentam necessidades específicas.

5.1. Quesitos avaliados na segunda etapa:

i) Idioma

Dentre os aplicativos que foram analisados nesta etapa 35 deles usam como idioma o inglês, 26 usam o espanhol e 3 em outras línguas. Os aplicativos que necessitavam de um nível intermediário ou avançado dessas línguas foram retirados da lista. Seis dos aplicativos em inglês e um em espanhol foram considerados de fácil manuseio independente da língua e foram mantidos para a próxima etapa de avaliação. Estes aplicativos utilizam pouco da linguagem escrita e bastante representação gráfica ou através de ícones. Mas é importante considerar as características do aluno para analisar se estes apps realmente serão de fácil manuseio.

ii) Modo de exibição do conteúdo

Dentre os 140 aplicativos analisados 51 apresentavam somente materiais de referência. Devido aos objetivos do trabalho os *apps* que não ofereciam engajamento de forma que o aluno tivesse uma postura ativa não prosseguiram para a etapa posterior.

Outro fator avaliado foi a ocorrência de falhas no conteúdo. Um dos aplicativos apresentava erros nas fórmulas moleculares das substâncias e outro permitia que os alunos construíssem moléculas nas quais os átomos faziam ligações além da

capacidade de suas camadas de valência, e não alertava que havia um erro permitindo que o aluno aprendesse, equivocadamente, o conteúdo. Por conta desses motivos estes *apps* foram descartados.

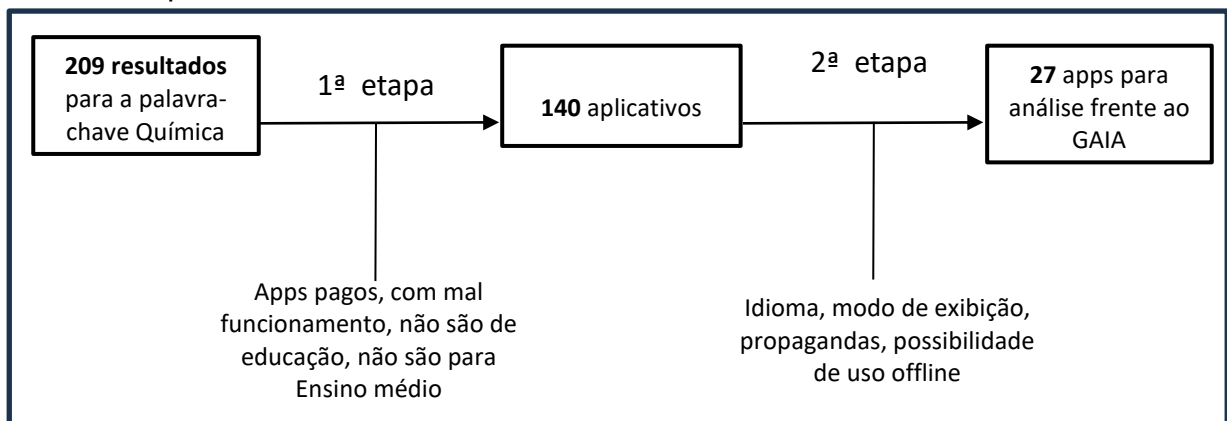
iii) Anúncios de publicidade

Dos 140 aplicativos que foram analisados na segunda fase, 14 apresentavam algumas funções pagas. Um total de 36 aplicativos possuíam vídeos de propaganda que apareciam durante sua utilização. Vinte *apps* apresentaram propaganda do tipo “banner” que ocupa parte da tela. Devido ao fato dos anúncios geralmente não aparecerem quando não há conexão com a internet, os aplicativos que possuíam propagandas, mas que funcionam no modo offline foram mantidos. Somente dois aplicativos apresentaram propagandas mesmo quando offline.

iv) Possibilidade de uso offline

Somente 4 dos aplicativos avaliados nesta etapa não funcionavam sem acesso a internet.

As características citadas até então são importantes para observar a viabilidade do uso dos aplicativos com a finalidade de garantir uma melhor aprendizagem para todos os alunos independente de suas necessidades. Após essa segunda etapa de verificação somente 27 aplicativos se mostraram qualificados frente aos quesitos apurados até então. Porém, no que se trata dos alunos com TEA, há ainda outros atributos que devem ser observados.



Esquema 1: Etapas de avaliação dos aplicativos

5.2. Quesitos avaliados na última etapa de acordo com o projeto GAIA:

O Guia de recomendações para design de softwares para autistas foi proposto, de acordo com Pichlliani (2020), para “quaisquer pessoas que desejam realizar uma avaliação heurística de um site ou aplicativo, ou seja, inspecionar para encontrar

potenciais problemas de acessibilidade do material para pessoa com TEA.” (PICHILIANI, 2020. p.142). A autora explica que essas recomendações têm como objetivo enfrentar barreiras que são características de muitos autistas.

Os 27 aplicativos que chegaram a terceira etapa de avaliação foram analisados de acordo com as características recomendadas pelo projeto Gaia utilizando-se notas para cada requisito: 1 não atende, 2 atende parcialmente, 3 atende completamente. Para facilitar a análise estes apps foram divididos em cinco grupos: aplicativos do tipo Quiz, aplicativos do tipo Tabela Periódica interativa, aplicativos para construção de moléculas, aplicativos com jogos lúdicos e aplicativos com simulações. Os resultados encontram-se nas Tabelas 1 a 6.

5.2.1. Aplicativos do tipo Quiz

De modo geral todos os aplicativos que do tipo Quiz que chegaram a essa etapa de avaliação apresentam um bom contraste entre letras, objetos e fundo o que promove uma boa interface do sistema. Aqueles que apresentavam propagandas também funcionam sem internet e neste caso os anúncios não apareciam. Os apps que apresentavam ruídos que podem ser perturbadores apresentam a opção de desligar os efeitos sonoros. As demais características serão comentadas individualmente.

Tabela 1: Avaliação dos aplicativos do tipo Quiz

Aplicativo	Elementos	Quiz fórmulas químicas	Ácidos inorgânicos	Substâncias químicas	Química Quiz
Vocabulário visual e textual	3	3	3	3	3
Customização	2	1	1	2	1
Engajamento	2	2	2	2	2
Representações redundantes	1	1	1	1	1
Multimídia	3	3	3	3	3
Respostas às ações	3	3	3	3	3
Navegabilidade	3	3	3	3	3

Visibilidade do estado do sistema	3	3	3	3	2
Total	20	19	19	20	18

Tabela 2: Avaliação dos aplicativos do tipo Quiz

Aplicativo	Mesa de valências	Chemical nomenclature	Tabela periódica jogos	Jogo da tabela periódica	Quiz símbolos químicos	Tabela periódica
Vocabulário visual e textual	3	3	3	3	3	3
Customização	1	1	1	1	1	1
Engajamento	2	2	1	2	3	1
Representações redundantes	1	1	1	1	1	1
Multimídia	2	2	3	3	3	3
Respostas às ações	3	3	3	3	3	1
Navegabilidade	2	3	1	2	3	1
Visibilidade do estado do sistema	2	2	1	2	3	1
Total	16	17	14	17	20	12

- Os aplicativos “Elementos e a Tabela periódica”, “Fórmulas Químicas”, “Ácidos inorgânicos” e “Substâncias químicas” pertencem ao mesmo criador (Andrey Solov), por isso pode-se perceber muitas características similares entre eles. “Elementos e a Tabela Periódica” possui diversas modalidades de jogos (Figura 1) que associam o símbolo dos elementos químicos com seus respectivos nomes. Também há uma Tabela periódica interativa que mostra várias informações sobre os elementos. O App “Fórmulas químicas” associa o nome de moléculas e íons com suas respectivas fórmulas moleculares. “Ácidos inorgânicos” possui os mesmos tipos de jogos que associam as fórmulas dos ácidos com seus nomes e uma tabela com essas informações como material de referência. “Substâncias Químicas” tem seus jogos divididos em quatro

categorias: química inorgânica, química orgânica, elementos químicos e compostos mistos (Figura1). Seus jogos também trabalham com a associação de nomes e estruturas, além de possuir uma tabela de referência. Todos os aplicativos deste criador apresentam navegação bastante intuitiva. “Elementos” e “Substâncias químicas” permitem que os usuários escolham o modo de visualização entre tema claro ou escuro. Todos os aplicativos avisam quando o usuário comete um erro. Com exceção de “Fórmulas Químicas”, que permite que o usuário erre diversas vezes, os outros interrompem o jogo após 3 erros e perguntam se o usuário deseja repetir ou voltar ao menu de jogos.

Figura 1: Interface dos jogos Elementos e Substâncias Químicas

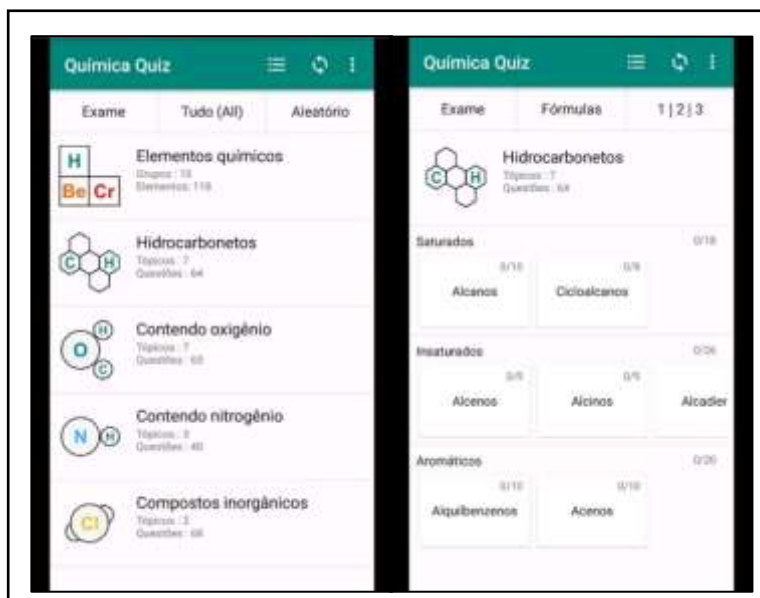


(print da tela do aplicativo)

- Química Quiz (Subtítulo) apresenta cinco modalidades de Quiz: elementos químicos, hidrocarbonetos, compostos orgânicos contendo oxigênio, compostos orgânicos contendo nitrogênio e compostos inorgânicos. Cada uma dessas modalidades ainda é subdividida em categorias (Figura 2). Por exemplo, ao escolher o Quiz sobre elementos aparecem as categorias não metais, gases nobres, halogênios, metais de transição etc. A modalidade hidrocarbonetos é dividida nas categorias hidrocarbonetos saturados (alcanos ou cicloalcanos), insaturados (alcenos, alcinos, alcadienos) e aromáticos. O Quiz dos elementos químicos permite que o usuário faça a associação entre nome do elemento químico e símbolo escolhendo entre quatro alternativas. As outras modalidades relacionam fórmulas estruturais, moleculares e nome das substâncias. O aplicativo também fornece listas como material de referência para que o usuário

estude antes de jogar. Excelente para alunos que apresentam boa memória. Os jogos mostram a alternativa correta após o primeiro erro quando o ideal seria permitir que o usuário faça novas tentativas.

Figura 2 : Interface do aplicativo Química Quiz



(print da tela do aplicativo)

- Mesa de Valência (Com2My Apps) é mais um jogo que relaciona nomes e símbolos dos elementos químicos, porém também há opções de jogos para identificar o grupo no qual o elemento se encontra na Tabela periódica e também para identificar as valências dos elementos. Todas as opções de jogos permitem que o usuário erre diversas vezes (Figura 3). O diferencial deste Quiz é que além dos jogos ele apresenta a opção “aprender” que contém uma lista com todas as informações sobre os elementos que serão necessárias para o Quiz.

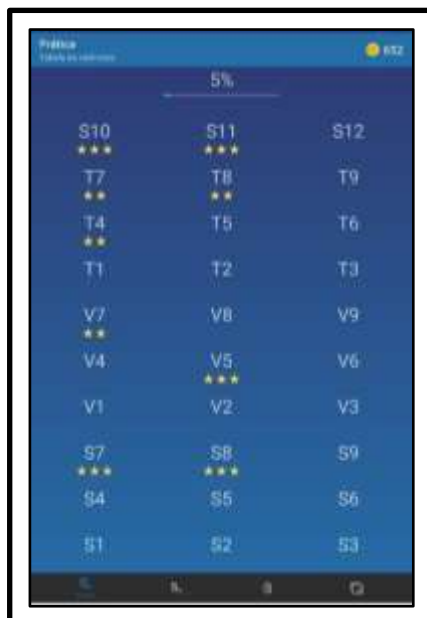
Figura 3: Interface do aplicativo Mesa de Valência



(print da tela do aplicativo)

O ponto fraco é que a interface que contém a lista de opções de jogos não é clara e não é possível identificar qual tipo de jogo está sendo selecionado (Figura 4).

Figura 4: Lista de jogos do app Mesa de Valência



(print da tela do aplicativo)

- Chemical Nomenclature (LDSE Oficial) é um Quiz de compostos orgânicos e inorgânicos. O usuário pode escolher jogar somente uma classe de compostos – entre hidrocarbonetos, funções oxigenadas, nitrogenadas e funções inorgânicas – ou todas elas de uma vez. Também é permitido escolher entre os modos iniciante, intermediário e avançado onde a diferença entre os níveis é o

tempo, em contagem regressiva, para cada resposta, que é maior no modo iniciante e menor no avançado (Figura 5). Nessas modalidades o usuário ainda possui três tipos de ajuda: trocar de pergunta, eliminar duas alternativas, ou eliminar uma alternativa. Cada uma dessas opções pode ser usada três vezes. Caso o jogador erre o jogo se encerra. Existe também a modalidade de treinamento que não possui tempo limite e permite que o usuário continue jogando caso erre. Um ponto fraco é que todas as estruturas orgânicas apresentam uma certa complexidade, quando o ideal seria que o jogo começasse com moléculas simples e fosse aumentando a complexidade à medida que o usuário fosse avançando.

Figura 5: Interface do aplicativo Chemical Nomenclature



(print da tela do aplicativo)

- Tabela Periódica Jogos (www.chernykh.tech) é um Quiz que relaciona os elementos com seus nomes, símbolos e localização na tabela periódica. Apresenta algumas características ruins para pessoas com TEA. A principal delas seria a navegabilidade que não é simples visto que as diferentes modalidades de jogos ficam espalhadas em mapas (Figura 6). Outro problema é a contagem regressiva de tempo, além disso, quando o usuário erra uma resposta o jogo passa para a próxima pergunta e ao errar três vezes o jogo se encerra, porém os erros são mostrados ao final do jogo. Para passar de nível não basta completar o nível atual, é necessário juntar um certo número de moedas para desbloquear a próxima fase.

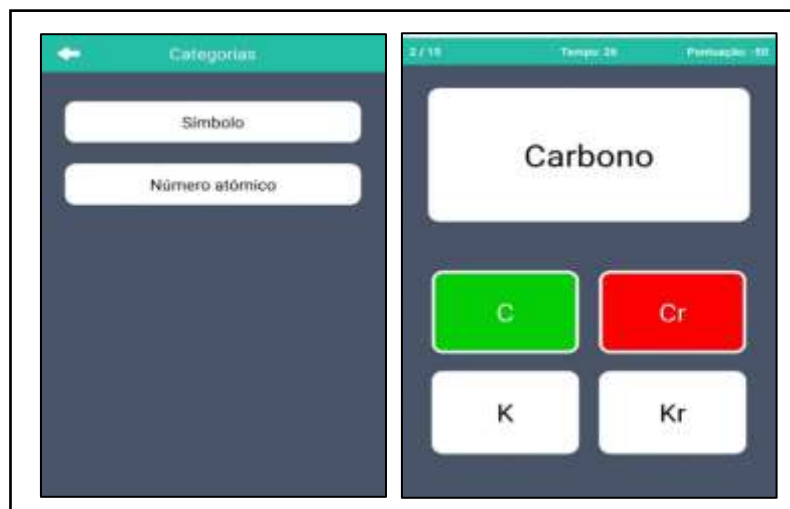
Figura 6: Interface do aplicativo Tabela Periódica Jogos



(print da tela do aplicativo)

- Jogo da Tabela Periódica (Minikler Öğreniyor) também é um quiz no qual deve-se associar símbolo e nome do elemento químico. Permite o tempo de 30 segundos para cada pergunta. Se o usuário errar o app mostra imediatamente a resposta correta sem permitir uma nova tentativa (Figura 7). No final a pontuação é mostrada de acordo com o número de respostas certas (+ 100 pontos por resposta) e erradas (-50 pontos por resposta).

Figura 7: Interface do aplicativo Jogo da Tabela periódica

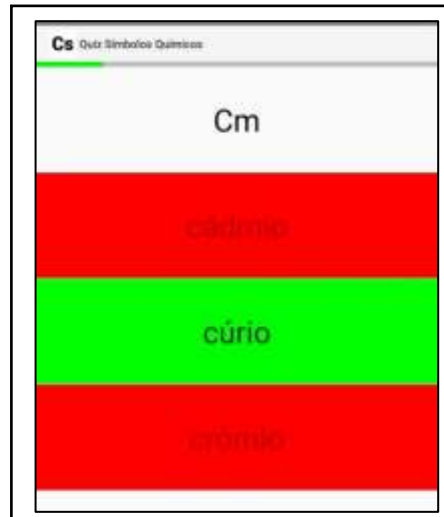


(print da tela do aplicativo)

- Quiz Símbolos Químicos (Marjin Dillen) tem uma interface muito simples, o que é bom para usuários autistas por possuir poucos elementos. Suas perguntas

apresentam somente três alternativas para as respostas e permite que o usuário erre mais de uma vez em uma mesma pergunta (Figura 8).

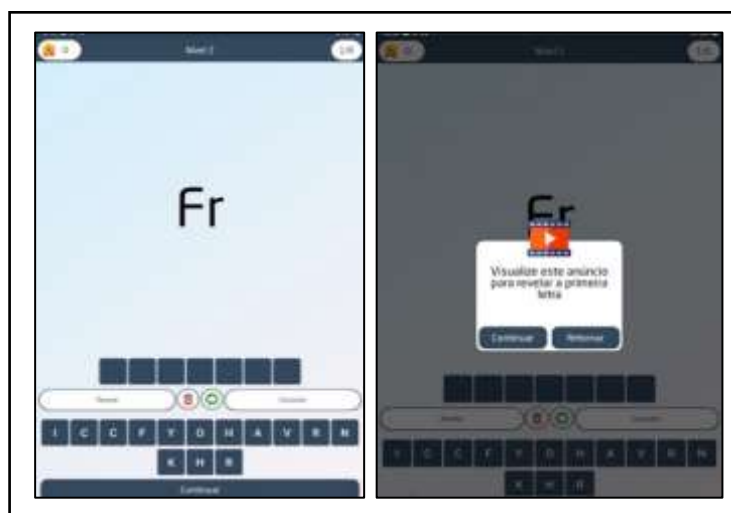
Figura 8: Interface do aplicativo Quiz Símbolos Químicos



(print da tela do aplicativo)

- Tabela Periódica Game (Hobby App Game) tem um formato diferente dos aplicativos vistos até o momento. Neste jogo um símbolo de um elemento químico é mostrado e o usuário tem que digitar o nome correto deste elemento a partir das letras sugeridas. Ao errar o usuário pode repetir sua resposta várias vezes, mas enquanto não acertar não passa para a próxima pergunta (Figura 9). O problema ocorre quando o usuário não sabe a resposta e o único jeito de se obter ajuda para responder ou para pular a pergunta é assistindo um vídeo, o que é uma característica muito ruim para pessoas com TEA.

Figura 9: Interface do App Tabela Periódica Game



(print da tela do aplicativo)

Dentre os aplicativos do tipo Quiz os mais interessantes para uso são “Elementos” e “Substâncias Químicas” do criador Andrey Solov.

5.2.2. Aplicativos do tipo Tabela Periódica interativa.

Os aplicativos que se encaixam nesse grupo são Tabelas Periódicas nas quais ao clicar em um elemento aparecem informações sobre eles.

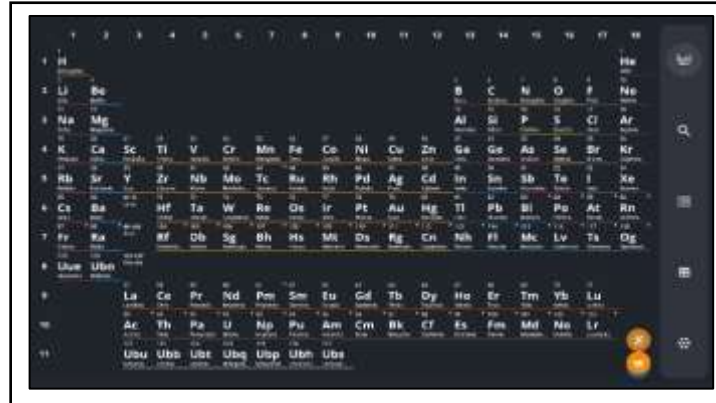
Tabela 3: Avaliação dos aplicativos do tipo Tabela Periódica

Aplicativo	Tabela periódica chernick	Tabela periódica JQ Soft	Tabela periodia digit grove	Tabela periódica Daluz software
Vocabulário visual e textual	3	3	2	3
Customização	3	1	2	2
Engajamento	2	3	3	3
Representações redundantes	1	1	1	1
Multimídia	3	3	3	2
Respostas às ações	3	3	3	3
Navegabilidade	3	3	3	3
Visibilidade do estado do sistema	3	3	3	2
Total	21	20	20	19

- Tabela periódica (www.chernykh.tech) é uma Tabela Periódica Interativa na qual ao clicar em um elemento aparecem várias informações como suas propriedades, distribuição eletrônica, ano de descoberta, entre outras (Figura 10 e 11). Este app também possui material de referência como por exemplo, tabela de solubilidade e principais indicadores ácido-base. Algumas opções deste material não são gratuitas. Este aplicativo possui várias opções de customização como a cor do tema, o tamanho da letra, tabela ajustada a tela ou não, sendo que no segundo caso é possível dar zoom ou diminuir. Também há a opção de visualizar os elementos na forma de uma lista por ordem de número atômico, ou digitar na busca o elemento sobre o qual quer receber informações. Uma

dificuldade que pode ser encontrada para o usuário autista é o excesso de informações em uma mesma página.

Figura 10: Interface do aplicativo Tabela Periódica (www.chernykh.tech)



(print da tela do aplicativo)

Figura 11: Interface do aplicativo Tabela Periódica (www.chernykh.tech)



(print da tela do aplicativo)

- Tabela Periódica (JQ Soft) é bastante semelhante a anterior com a desvantagem de não possuir nenhuma opção de customização, porém apresenta um número menor de informações dentro de uma página o que pode melhorar o engajamento (Figura 12).

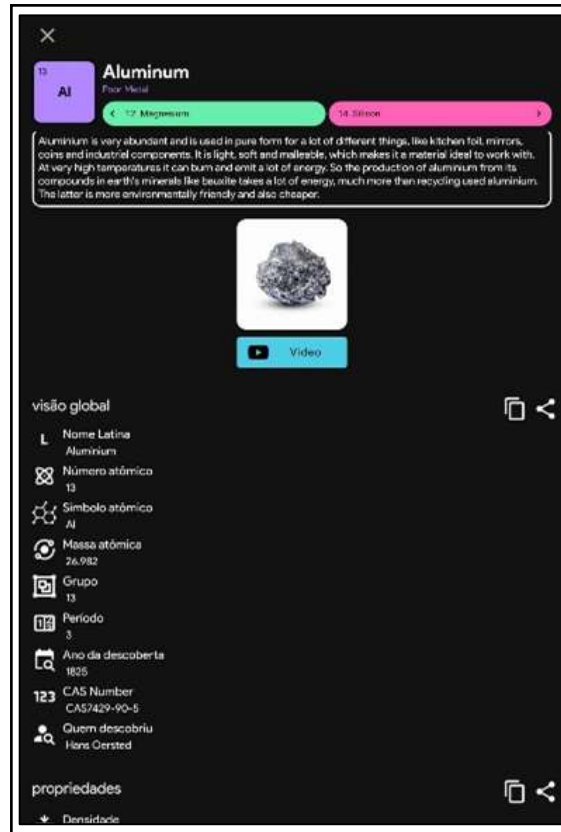
Figura 12: Interface do aplicativo Tabela Periódica (JQ Soft)

The image displays two screenshots from the 'Tabela Periódica' application. The top screenshot shows the periodic table with a legend for element groups: Metais Alcalinos (orange), Metais Alcalino-terrosos (yellow), Gases Nobres (purple), Halogênios (green), Metais de Transição (red), Metais Representativos (blue), Lantanídeos (pink), and Actinídeos (grey). The bottom screenshot shows the detailed view for Aluminum (Al), including its name in English (Aluminum) and Portuguese (Alumínio), atomic number (13), group (13), period (3), and block (p). It also lists properties such as atomic weight (26.9815386), oxidation states (-3), ionic charge (Al³⁺), and electron configuration (1s² 2s² 2p⁶ 3s² 3p¹).

(print da tela do aplicativo)

- Tabela Periódica de Química (Digit Grove) também possui opção de customização entre temas claro ou escuro e poucas informações em uma mesma página. Porém apesar do aplicativo estar predominantemente em português o nome dos elementos químicos estão em inglês assim como um pequeno texto de curiosidades sobre o elemento selecionado (Figura 13). Outro problema é que as letras da tabela periódica são muito pequenas e não tem um bom contraste o que pode dificultar a leitura (Figura 14).

Figura 13: Interface do aplicativo Tabela Periódica (Digit Grove)



(print da tela do aplicativo)

Figura 14: Interface do aplicativo Tabela Periódica (Digit Grove)

The screenshot displays the full periodic table interface in the Digit Grove app. The table is color-coded by groups: Group 1 (red), Group 2 (green), Groups 3-10 (blue), Groups 11-12 (purple), Groups 13-16 (orange), Group 17 (pink), and Group 18 (dark red). The lanthanide and actinide series are shown in separate rows at the bottom, colored purple and green respectively. The periodic table is overlaid on a grid with columns numbered 1 to 18 and rows numbered 1 to 7.

(print da tela do aplicativo)

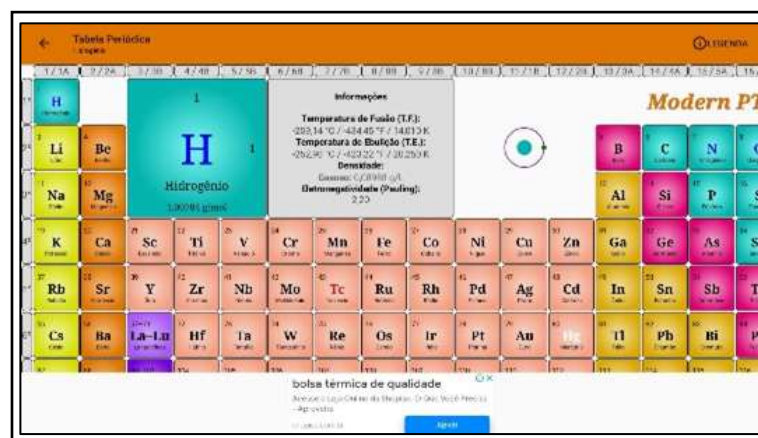
- Tabela periódica dos elementos (DaLuz Software) software talvez a mais completa, pois possui a tabela interativa, quiz e material de referência com conceitos de química e fórmulas (Figura 15). O Quiz possui barulhos que podem ser irritantes, mas existe a opção de retirar o som. Não possui tempo limite para resposta. Quando o usuário erra uma pergunta o jogo passa para a próxima e mostra as respostas ao final do jogo. Existem muitas modalidades de jogos: há aqueles relacionados aos elementos e a tabela periódica, nomenclatura de hidrocarbonetos, vidrarias de laboratório e similaridade atômica. Um ponto negativo é que a tabela periódica não se ajusta a tela (Figura 16).

Figura 15: Interface do aplicativo Tabela Periódica (DaLuz Software)



(print da tela do aplicativo)

Figura 16: Interface do aplicativo Tabela Periódica (DaLuz Software)



(print da tela do aplicativo)

Dentre os aplicativos de Tabela Periódica o mais interessante é o desenvolvido pelo desenvolvedor DaLuz Software. Além da Tabela apresenta jogos e conteúdo para consulta.

5.2.3. Aplicativos para construção de moléculas

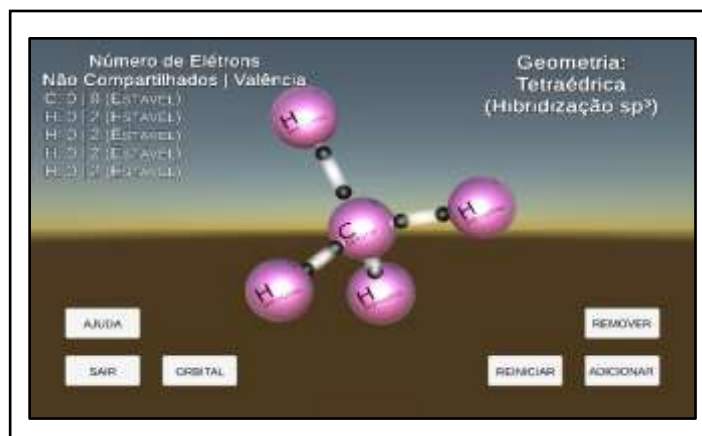
Os aplicativos deste grupo permitem que o usuário construa moléculas das substâncias Químicas. São importantes ferramentas para o auxílio da aprendizagem de ligações químicas e geometria molecular.

Tabela 4: Avaliação dos aplicativos para construção de moléculas

Aplicativo	Geometria molecular	<i>KingDraw</i>	Webmo	Molecular construtor
Vocabulário visual e textual	3	3	2	3
Customização	1	1	1	3
Engajamento	3	1	1	2
Representações redundantes	1	1	1	1
Multimídia	3	2	2	3
Respostas às ações	3	2	2	3
Navegabilidade	3	3	2	2
Visibilidade do estado do sistema	3	2	3	3
Total	20	15	14	20

- Geometria molecular é uma ferramenta de apoio para o aprendizado de ligações covalentes e geometria molecular. Sua utilização é intuitiva. Apresenta somente elementos dirigidos as ações que os usuários devem realizar o que ajuda a manter o foco (Figura 17). As letras e os objetos são grandes e de fácil visualização. Quando um erro é cometido na construção da molécula aparece uma mensagem com a explicação sobre este erro. A única dificuldade que o aplicativo pode trazer é que o aluno precisa compreender sozinho que deve começar a construir a molécula sempre pelo elemento central, caso contrário não conseguirá terminá-la.

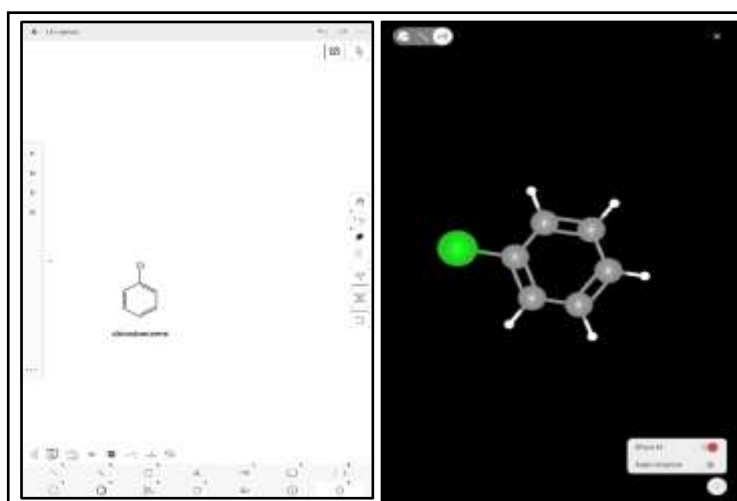
Figura 17: Interface do app Geometria molecular



(print da tela do aplicativo)

- KingDraw é um aplicativo em inglês que permite que o usuário desenhe estruturas de compostos orgânicos escolhendo entre a fórmula em bastão (traços e linhas) ou fórmula estrutural. A escolha de se manter este aplicativo na análise, apesar do idioma, ocorreu devido ao fato de não ser necessário o domínio desta língua no momento da construção das moléculas, já que as ferramentas de desenho se encontram na forma de ícones. Ao selecionar uma estrutura já desenhada o aluno pode pedir para que esta seja mostrada em 3D e ainda que o app forneça seu nome. O primeiro problema aparece já que o nome é dado em inglês. Apesar dessa linguagem técnica ser parecida com o português alguns alunos podem ter dificuldades neste momento. Outra desvantagem observada é o fato de haver muitos botões e ícones na interface, o que não é recomendado para alunos autistas (Figura18).

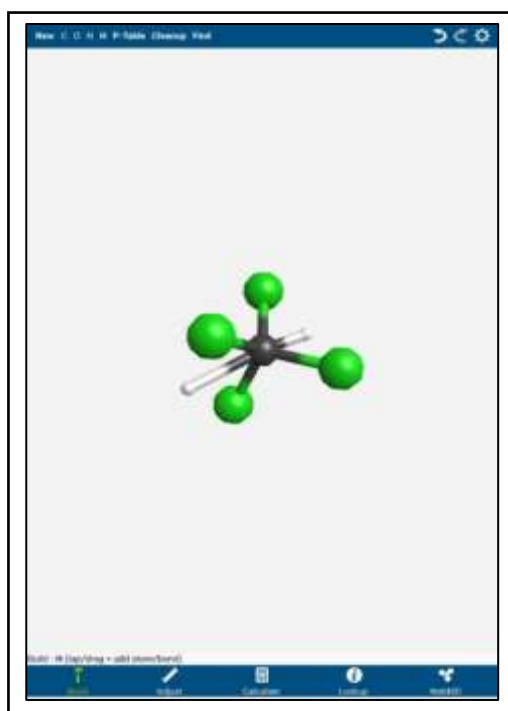
Figura 18: Interface do aplicativo KingDraw.



(print da tela do aplicativo)

- WebMo (WebMO, LLC) é um aplicativo que permite a construção de moléculas orgânicas. Porém talvez seja o menos adequado para ser utilizado em sala de aula. O texto se encontra em inglês, mas o maior problema é o fato das letras e ícones serem pequenos. Algumas regiões não estão claras como áreas clicáveis. Além disso permite que o usuário construa moléculas com erros sem comunicar, como por exemplo um carbono fazendo mais de quatro ligações (Figura 19).

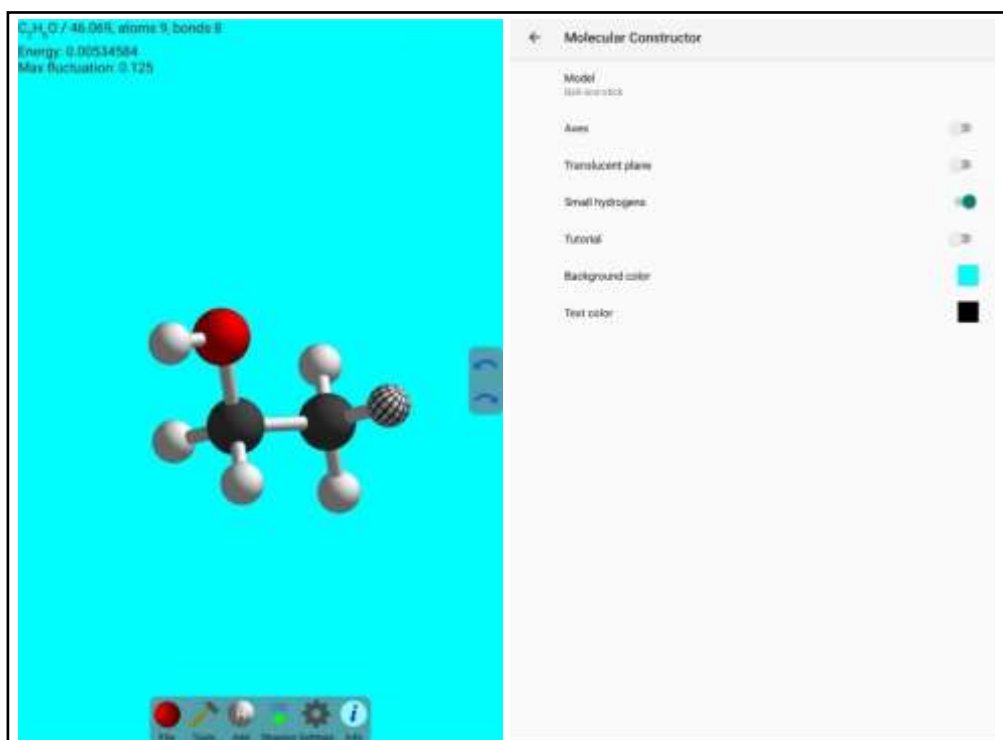
Figura 19: Interface do aplicativo WebMo.



(print da tela do aplicativo)

- Molecular constructor (Alexander Teplukhin) apresenta a opção de customização da cor de fundo e do texto o que é uma excelente característica para melhorar a interface de acordo com a preferência do usuário, porém essas opções encontram-se em inglês (Figura 20). Ao contrário do WebMo não permite a construção de moléculas que excedem o número de ligações. À medida que se adiciona átomos à molécula a geometria se ajusta sozinha. Inicialmente foi difícil perceber como fazer ligações entre os átomos, pois deve-se selecionar o átomo recém inserido clicando mais uma vez nele e, e, seguida, clicar no átomo que desejamos liga-lo. Isso faz com que a navegabilidade não seja tão intuitiva. Molecular constructor também apresenta uma galeria de moléculas prontas.

Figura 20: Interface do aplicativo Molecular construtor



(print da tela do aplicativo)

Dentre os aplicativos de construção de moléculas o app Geometria Molecular é o mais intuitivo e talvez o de mais fácil manuseio.

5.2.4. Aplicativos com jogos lúdicos

São aplicativos que envolvem jogos tradicionais, como jogo da memória e dominó, relacionando-os com temas de Química.

Tabela 5: Avaliação dos aplicativos do tipo jogos lúdicos.

Aplicativo	Dominó químico	Elementos químicos (Verner Hartus)
Vocabulário visual e textual	3	3
Customização	2	2
Engajamento	3	3
Representações redundantes	1	1
Multimídia	3	3
Respostas às ações	3	3
Navegabilidade	3	3

Visibilidade do estado do sistema	3	3
Total	21	21

- Dominó químico (Marco Aurélio da Silva) é um jogo de dominó no qual o usuário joga contra a máquina e tem que associar elementos químicos pertencentes ao mesmo grupo. É interessante que o aluno jogue com o apoio de uma tabela periódica. Ao iniciar o usuário pode escolher jogar contra um, dois ou três jogadores. O jogo fornece dicas de ajuda, mas existe a opção de deixá-las desligadas. Existe ainda a opção de se desligar o som. A interface é bastante intuitiva, apresenta boa visibilidade e as mensagens dirigidas ao usuário são bastante claras (Figura 21).

Figura 21: Interface do aplicativo Dominó Químico



(print da tela do aplicativo)

- Elementos Químicos (Verner Hartus) permite que você escolha o idioma assim que abre o aplicativo, porém aparentemente usa o português de Portugal, visto que o nitrogênio aparece com o nome azoto. Após a escolha aparece imediatamente um jogo da memória no qual o usuário precisa associar corretamente o nome do elemento químico e seu símbolo. Enquanto jogamos há uma contagem de tempo, mas esta não é regressiva. O app possui vídeos de anúncio ao final dos jogos, mas estes não aparecem quando a internet está

desligada. Quando o usuário encontra todos os pares o jogo se encerra mostrando o tempo necessário para a vitória através de uma mensagem em inglês, mesmo com idioma português selecionado (Figura 22).

Figura 22: Interface do aplicativo Elementos Químicos (Verner Hartus)



(print da tela do aplicativo)

5.2.5. Aplicativos com simulações

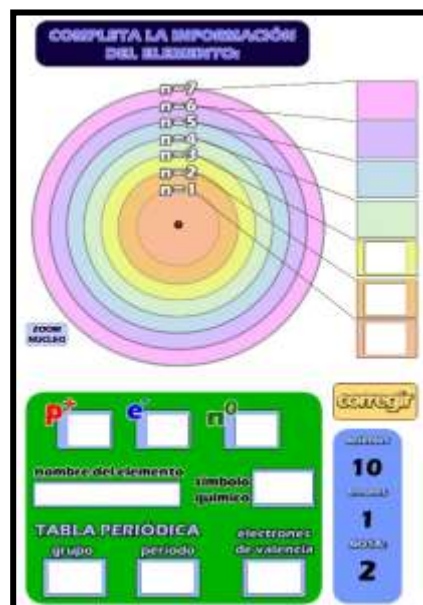
Neste grupo encontram-se os aplicativos que tentam demonstrar visualmente conceitos que são observados no universo microscópico ou conceitos abstratos que costumam ser de difícil compreensão para os alunos.

Tabela 6: Avaliação dos aplicativos de simulação

Aplicativo	Átomo: núcleo y distribución	Atom	Átomos, elementos e moléculas	Orbitais virtuais 3D	Equações químicas jogo
Vocabulário visual e textual	3	3	3	3	3
Customização	1	2	2	1	1
Engajamento	2	2	3	2	2
Representações redundantes	1	1	2	1	2
Multimídia	3	3	3	3	3
Respostas às ações	2	2	3	3	2
Navegabilidade	3	3	3	3	3
Visibilidade do estado do sistema	2	2	3	3	3
Total	17	18	22	19	19

- Átomo: núcleo y distribución electrónica (Alfredo Ruiz Diaz) é um aplicativo em espanhol destinado a compreensão da estrutura atômica, distribuição eletrônica e localização na Tabela periódica. Logo que se abre o app pede para o usuário inserir seu nome e apresenta a opção “estudiar antes”. Esta opção inicia o download de um documento em PDF, mas este não se completa. Outra opção fornecida na página inicial é a de “ejercicios”. Esta função encaminha para uma nova página onde o usuário deve completar as informações de acordo com o átomo mostrado na tela (Figura 23). O problema encontrado neste aplicativo é que quando o aluno comete um erro o app não diz onde esse ocorreu nem o corrige, sendo assim o usuário vai continuar errando e não haverá aprendizagem garantida. Esta falha é um problema grave visto que o feedback é o combustível para a interação conforme Nunes (2019).

Figura 23: Interface do aplicativo Átomo: núcleo y distribución electrónica

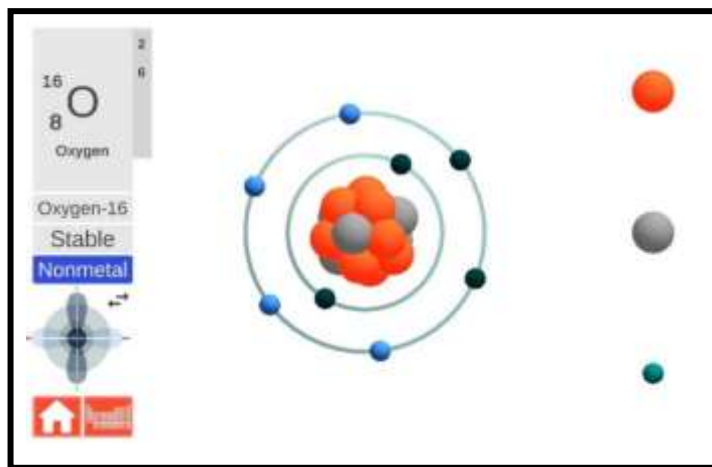


(print da tela do aplicativo)

- Atom (SavvuEdu) é um aplicativo em inglês que permite a construção de átomos pela adição das partículas (prótons, nêutrons e elétrons). Na tela inicial aparecem os botões “freeplay”, “Learn”, “About” e “Settings“. Ao escolher a opção *freeplay* aparece no aplicativo a representação de um átomo de hidrogênio e as informações sobre ele. À medida que o usuário insere novas partículas, as informações sobre o elemento vão mudando. Existe ainda um botão que direciona a uma Tabela Periódica interativa. A construção de átomos

e o uso da tabela são possíveis mesmo sem o domínio do inglês (Figura 24). O botão “*Learn*” apresenta informações sobre estrutura atômica, porém é necessário compreender a língua inglesa em um nível mais avançado. As configurações “*settings*” permitem somente selecionar se os orbitais devem ser demonstrados e se devem aparecer no padrão sólido ou transparente. O aplicativo é bastante útil para compreensão da estrutura atômica e distribuição eletrônica.

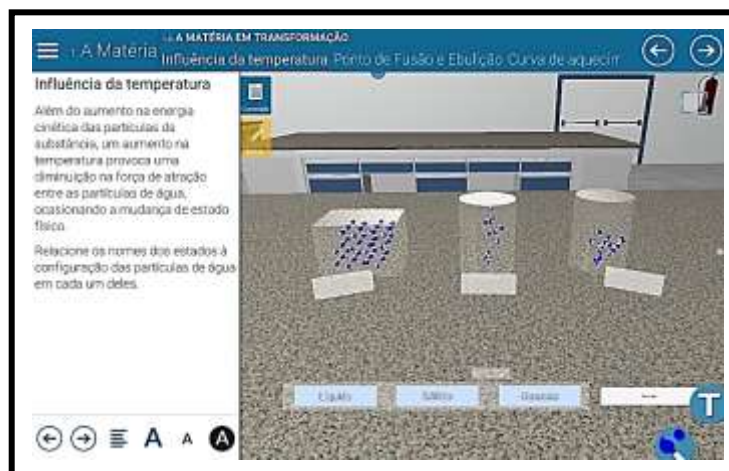
Figura 24: Interface do app Atom



(print da tela do aplicativo)

- Átomos, elementos e moléculas (EvoBooks) é uma ferramenta destinada a auxiliar a compreensão dos estados físicos da matéria e suas transformações. Este *app* foi o que se mostrou mais adequado frente as recomendações do projeto GAIA. Trata-se de um laboratório virtual no qual o aluno pode interagir em diversos momentos mudando o ângulo de visão, dando zoons, utilizando uma lupa virtual, mexendo em objetos e resolvendo problemas (Figura 25). Uma característica importante é que o conteúdo é fornecido de duas formas: através de texto e de representação gráfica, o que é muito recomendado para pessoas autistas, como visto anteriormente. Existe a opção de modificar o tamanho das letras e ainda o padrão que facilita a leitura de alunos com dislexia. Há também a possibilidade de desativar o texto mantendo somente a representação gráfica. O aplicativo foi idealizado de forma a garantir engajamento.

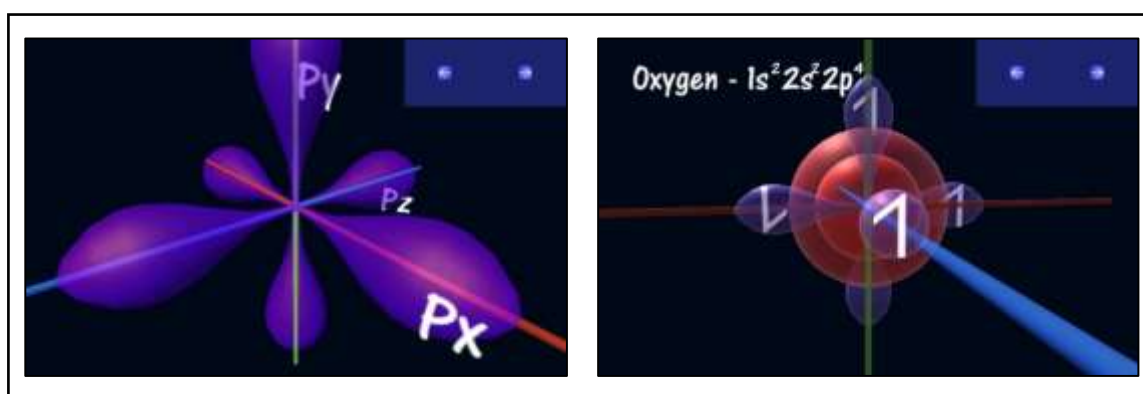
Figura 25: Interface do aplicativo Átomos, elementos e moléculas



(print da tela do aplicativo)

- Orbitais virtuais química 3D (Enteriosoft) é um aplicativo que permite a demonstração de um conceito bastante abstrato, o modelo atômico quântico. Apesar de apresentar o inglês como idioma não é necessário o domínio desta língua, pois o app apenas mostra os orbitais e suas formas e alguns elementos químicos com suas distribuições eletrônicas relacionadas a imagem dos orbitais. É possível interagir com os orbitais mudando o ângulo de visão para compreensão nas três dimensões. A navegação é simples e feita através de setas que levam para a próxima página ou a para a anterior (Figura 26).

Figura 26: Interface do app Orbitais virtuais Química 3D

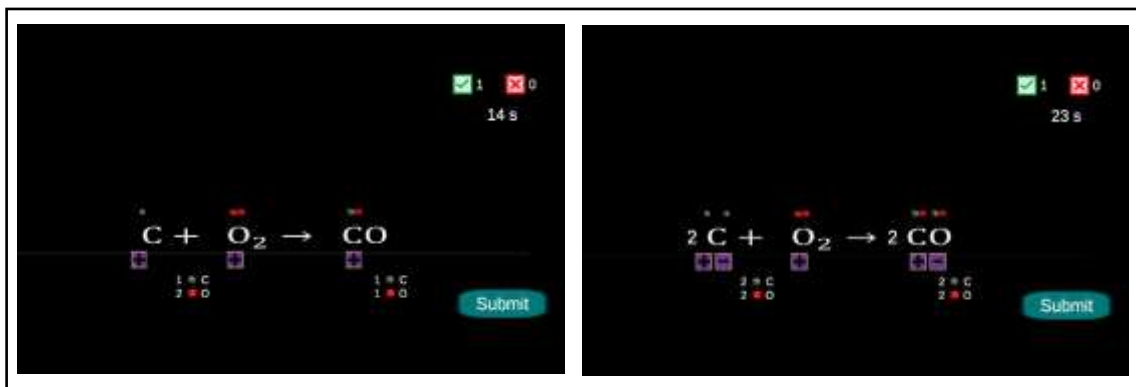


(print da tela do aplicativo)

- Equações químicas jogo (Verner Hartus) apresenta o inglês como idioma, porém a utilização do app é intuitiva. Trata-se de um aplicativo para o estudo de balanceamento de equação por tentativas. Além da equação química apresenta as moléculas construídas a partir do modelo de esferas. À medida que o usuário

manuseia para balancear a equação novas moléculas aparecem ou somem (Figura 27). O ponto fraco do app é que não mostra qual erro foi cometido pelo usuário. Há contagem de tempo, mas não é contagem regressiva.

Figura 27: Interface do Equações químicas



(print da tela do aplicativo)

Dentre os apps de simulação “Atom” e “Átomos, elementos e moléculas” são os mais interessantes, sendo que o último também apresentou excelente resultado frente a avaliação do projeto GAIA.

Considerando o fato de que nenhum desses aplicativos foram idealizados para serem utilizados por pessoas autistas, espera-se que algumas características do guia de recomendações do projeto GAIA não estejam presentes. Observa-se, por exemplo, que poucos deles apresentam a opção de customização e quando isso acontece é de maneira parcial. A oferta de conteúdos por diferentes meios é outra recomendação não encontrada. Mesmo assim pode-se perceber que estes *apps* se apresentam como boas opções para auxiliar na aprendizagem de alguns conteúdos de química.

6. Considerações finais

Através desta pesquisa pode-se notar que o professor de Química terá bastante dificuldade em encontrar, quando desejar, um aplicativo para utilizar com seus alunos. É necessário que o docente faça o download do aplicativo e o avalie sob diversos parâmetros. Além da gratuidade é preciso analisar se o app tem caráter educacional com conteúdo voltado para o nível de ensino que se deseja utilizá-lo.

Constatou-se que dentre os aplicativos analisados que possuíam as características adequadas para a segunda etapa de avaliação, somente 54% utilizavam língua portuguesa. Além disso, 36% continham somente o material de referência com informações prontas, o que não é interessante, visto que o professor que procura este tipo de recurso para utilizar em suas aulas normalmente tem o objetivo de que o aluno possa aproveitá-lo de maneira dinâmica e ativa o garantindo maior interação.

O fato de os aplicativos poderem ser utilizados no modo offline apresenta-se como vantagem, não só pelos problemas de conexão com a internet, mas também por eliminar a aparição de qualquer tipo de propaganda que possa atrapalhar o foco do estudante. Somente 2,8% dos apps não funcionavam no modo offline.

Pensando no aluno com TEA o professor deve ainda analisar se a linguagem é clara, se a interface apresenta boa visualização tanto para mensagens como objetos, a ausência de elementos que possam tirar o foco bem como mensagens de engajamento para que o aluno mantenha o interesse. É importante observar também fatores que possam incomodar o estudante como barulhos irritantes ou elementos que piscam. Para isso o projeto GAIA será de grande utilidade. É primordial que o leitor compreenda que um aplicativo considerado adequado pode atender as necessidades de um aluno com autismo, mas não atender de algum outro, visto que os indivíduos com TEA apresentam diferentes características sendo necessário conhecer as dificuldades e interesses dos alunos.

Outro ponto importante a se destacar é o fato de que nessa busca não foi analisado nenhum app voltado para conteúdos de físico-química, tais como: cinética química; equilíbrio químico, termoquímica ou eletroquímica. Os aplicativos encontrados têm a química geral e inorgânica como área predominante. Alguns destes recursos digitais permitem trabalhar com estruturas da Química orgânicas. O professor que deseje

utilizar *apps* de físico-química deve fazer uma busca mais minuciosa utilizando outras palavras-chaves, diferentes das que foram utilizadas para realizar o presente estudo.

Referências bibliográficas

Bettio, T.; Giacomazzo, G. Tecnologia assistiva e a aprendizagem dos alunos com transtorno do espectro autista: análise das pesquisas. **Rev. Saberes pedagógicos**. v.4, n.1. p. 260-280. 2020.

, Francisco Ivanildo Alves. **A inclusão escolar de alunos com deficiência visual: BEZERRA algumas considerações a partir da educação química**. Anais III CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/19918>. Acesso em: maio de 2023

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Organizado por Cláudio Brandão de Oliveira. Rio de Janeiro: Roma Victor, 2002.

BRASIL. **Declaração de Salamanca**. 1994. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>

BRASIL. Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **LDB** Lei nº 9.394. 1996. Brasil.

BRASIL. **Lei Nº 12.796 de 2013**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. Brasil.

Brasil. Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência. **Plano viver sem limites**. Decreto nº 7.612. 2011. Brasil.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva**. Documento elaborado pelo Grupo de Trabalho nomeado pela Portaria nº 555/2007, prorrogada pela Portaria nº 948/2007, entregue ao Ministro da Educação em 07 de janeiro de 2008. Brasília.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CNE/CP 1**. 2002. Diário Oficial da União, Brasília.

DE CARVALHO, Márcio Pedrote; DE SOUZA, Luciana Sant'Ana; DE CARVALHO, Jair Antônio. Síndrome de Asperger: considerações sobre o espectro do autismo. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, v. 7, n. 2, abr. 2014.

COSTA-RENDERS, Elizabete Cristina Costa; DO NASCIMENTO GONÇALVES, Maria Aparecida; DOS SANTOS, Marcela Herrera. O design universal para aprendizagem: Uma abordagem curricular na escola inclusiva. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 705-728, 2021.

CUSIN, Cesar Augusto et al. Inclusão digital via acessibilidade web| Digital inclusion via web accessibility. **Liinc em Revista**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 45-65, mar. 2009.

CROIX, Laurence; MARTIN, Maria Renata PRADO. Adjetivos para qual psicopatologia?. **Educação em Foco**, Juiz de Fora, v. 24, n. 3, p. 791-806, mai./ago. 2019.

FARIA, Karla Tomaz et al. Atitudes e práticas pedagógicas de inclusão para o aluno com autismo. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 31, n. 61, p. 339-352, abr./jun. 2018.

FISCARELLI, Patrícia Eliane; FISCARELLI, Silvio Henrique; UEHARA, Flávia Maria. Smartphones na escola: uma análise de aplicativos disponíveis para aprendizagem de Química. **Caderno de pesquisa: Pensamento educacional**, Curitiba, v. 14, n. 36, p. 118-135, jan./abr. 2019

GOODSON, Ivor. Currículo, narrativa e o futuro social. **Revista Brasileira de educação**, v. 12, n. 35, p. 241-252, mai./ago. 2007.

KASSAR, Mônica de Carvalho Magalhães. Educação especial na perspectiva da educação inclusiva: desafios da implantação de uma política nacional. **Educar em revista**, Curitiba, n. 41, p. 61-79, jul./set. 2011.

KLIN, Ami. Autismo e síndrome de Asperger: uma visão geral. **Brazilian Journal of Psychiatry**, v. 28, p. s3-s11, 2006.

LEOPOLDINO, Cláudio Bezerra. Inclusão de autistas no mercado de trabalho: uma nova questão de pesquisa. **Revista Eletrônica Gestão & Sociedade**, v. 9, n. 22, p. 853-868, jan./abr. 2015.

DE MELLO, Ana Maria S. Ros. **Autismo**: Guia prático. 7. ed. São Paulo: AMA, 2007.

MENDES, Rodrigo Hubner (org.). **Educação Inclusiva na prática**: experiências que ilustram como podemos acolher todos e perseguir altas expectativas para cada um. 1 ed. São Paulo: Editora Moderna, 2020.

NASCIMENTO, Ariana; OMODEI, Juliana Dalbem. Políticas de Educação Especial e Educação Inclusiva no Brasil: organização avanços e expectativas. In: **Colloquium Humanarum**, Presidente Prudente, v. 16, n. 1, p. 62-75, jan./mar. 2019.

NUNES, Clarisse; MADUREIRA, Isabel. Desenho Universal para a Aprendizagem: Construindo práticas pedagógicas inclusivas. **Da Investigação às Práticas: Estudos de Natureza Educacional**, v. 5, n. 2, p. 126-143, jul. 2015.

OLIVEIRA, Amália Rebouças de Paiva; MUNSTER, Mey de Abreu van; GONÇALVES, Adriana Garcia. Desenho universal para aprendizagem e educação inclusiva: uma revisão sistemática da literatura internacional. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Bauru, v. 25, p. 675-690, out./dez. 2019.

DE PAULA, Tatiane Estácio; GUIMARÃES, Orliney Maciel; DA SILVA, Camila Silveira. Formação de professores de química no contexto da Educação Inclusiva. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 3-29, 2018.

PICHILIANI, Talita Cristina Pagani Britto. **Gaia**: Um guia de recomendações sobre design digital inclusivo para pessoas com autismo. 1 ed. Curitiba: Appris, 2020.

PONTES, Evellyn Lády Franco et al. Tecnologias Digitais e Recursos Físicos Na Abordagem de Crianças Com Transtorno do Espectro Autista. **Revista Saúde**, v. 12, n. 3/4, p. 68-74, 2018.

RENDERS, Elizabete Cristina; DO NASCIMENTO GONÇALVES, Maria Aparecida. Os princípios do design universal para aprendizagem como suporte para a prática docente inclusiva. **Ensino & Pesquisa**, União da Vitória, v. 18, n. 13, p. 104-120, nov./dez. 2020.

SADIM, Geyse Patrizia Teixeira. **Atendimento educacional especializado: organização e funcionamento das salas de recursos multifuncionais aos educandos com autismo na rede municipal de Manaus**. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

SANTAROSA, Lucila Maria Costi; CONFORTO, Débora. Tecnologias móveis na inclusão escolar e digital de estudantes com transtornos de espectro autista. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 21, n. 4, p. 349-366, out./dez. 2015.

DE LIMA, Élide Cristina da Silva et al. A “Nova” Política de Educação Especial como afronta aos Direitos Humanos: análise crítica do Decreto 10.502/2020. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade**, v. 2, n. 3, p. 156-175, jan./mar. 2021.

SIEMENS, George. **Conectivismo: Uma teoria de aprendizagem para la era digital**. 2004.

KOP, Rita; HILL, Adrian. Connectivism: Learning theory of the future or vestige of the past?. **International Review of Research in Open and Distributed Learning**, v. 9, n. 3, p. 1-13, out. 2008.

SILVA, J. C.; SILVA, A. C. T. Pressupostos da teoria semiótica de Peirce e sua aplicação na análise das representações em química. In: COLÓQUIO

INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 6., 2012, São Cristóvão. **Anais eletrônicos**. São Cristóvão: EDUCON, 2012.

SILVEIRA, Aline Machado; DA SILVA, Henrique Borges; DA SILVA MAFRA, João. Educação inclusiva no Brasil. **Cadernos da FUCAMP**, v. 18, n. 33, p. 126-133, 2019.

TAMANAHA, Ana Carina; PERISSINOTO, Jacy; CHIARI, Brasília Maria. Uma breve revisão histórica sobre a construção dos conceitos do Autismo Infantil e da síndrome de Asperger. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 13, n. 3, p. 296-299, 2008.

WARTHA, Edson José; REZENDE, Daisy de Brito. A elaboração conceitual em química orgânica na perspectiva da semiótica Peirceana. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 1, p. 49-64, 2015.