

PROPOSTA DE JOGO ELETRÔNICO BILÍNGUE (LIBRAS/PORTUGUÊS) PARA ENSINO DE QUÍMICA**PROPOSAL OF BILINGUAL ELECTRONIC GAME (LIBRAS/PORTUGUESE) FOR TEACHING CHEMISTRY****PROPUESTA DE JUEGO ELECTRÓNICO BILINGÜE (LIBRAS/PORTUGUÉS) PARA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA****Carolina Santana Silva¹****Kate Mamhy Oliveira Kumada²****André Aranovich Florentino³****André Luiz Brandão⁴****Rafael Cava Mori⁵**

RESUMO: Quando o ensino da química desconsidera a diversidade linguística de estudantes surdos que se comunicam pela Língua Brasileira de Sinais (Libras), acentuam-se as dificuldades conceituais da disciplina. Nesse sentido, jogos digitais bilíngues podem ser uma alternativa eficaz de suporte à educação em química. Desse modo, esta pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa, teve como objetivo desenvolver um jogo eletrônico 2D bilíngue (Libras/português) com ênfase no ensino de ligações químicas para alunos do 9º ano do ensino fundamental e 1º ano do ensino médio. Assim, foi desenvolvido o jogo intitulado “Festa na Surdina”, que explora a presença da química no cotidiano, com base em um enredo envolvendo uma festa de aniversário surpresa. Os resultados demonstraram a importância de o jogo, além de ser bilíngue, ter tradutores surdos, *design* de cenário e personagens visualmente atrativos e adequados ao público-alvo, bem como intercalar a exposição de conteúdos com minigames interativos e glossário para o jogador testar e aprofundar seus conhecimentos. Espera-se, com esta pesquisa, fomentar o emprego da tecnologia em materiais didáticos para ensino de química, além de promover a educação inclusiva.

¹ Bacharel em Ciência e Tecnologia, Bacharel e Licenciada em Química pela Universidade Federal da UFABC;

² Graduada em Pedagogia com habilitação em Educação Especial na área da Deficiência Auditiva pela Unesp, com especialização e aprimoramento profissional em Surdez: Desenvolvimento e Inclusão pela Unicamp, especialização em Libras, mestre em Linguística Aplicada pela Unicamp, Doutora em Educação pela USP. Professora Adjunta da Universidade Federal do ABC (UFABC). Professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão da Inovação da UFABC;

³ Bacharel em Ciência e Tecnologia, graduando em Ciência da Computação pela Universidade Federal do ABC;

⁴ Bacharel em Ciência da Computação na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre e Doutor em Ciências da Computação na Universidade Federal Fluminense (UFF); na UFABC foi Vice-Chefe da Assessoria de Relações Internacionais (ARI) entre 2017 e 2018, foi Coordenador do Núcleo de Tecnologias Educacionais (NTE), em 2018 que, posteriormente, tornou-se Núcleo Educacional de Tecnologias e Línguas (Netel), onde continuou a coordenar. As áreas de interesse são: Interação Humano-Computador, Informática na Educação, Visão Computacional e Jogos Digitais.

⁵ Bacharel em Química, Licenciado em Ciências Exatas, Mestre e Doutor em Físico-Química, pela USP-São Carlos. Atualmente é Professor Adjunto na Universidade Federal do ABC.

Palavras-chave: Jogos pedagógicos; Educação inclusiva; Química; Língua Brasileira de Sinais; Informática e educação.

ABSTRACT: When the teaching of chemistry disregards the linguistic diversity of deaf students who communicate using Brazilian Sign Language (Libras), the conceptual difficulties of the discipline are accentuated. In this sense, bilingual digital games can be an effective alternative to support chemistry education. Thus, this applied research, with a qualitative approach, aimed to develop a bilingual 2D electronic game (Libras/Portuguese) with an emphasis on teaching chemical bonds to students in the 9th years of elementary school and 1st year of high school. Thus, the game entitled “Festa na Surdina”^{*} was developed, which explores the presence of chemistry in everyday life, based on a plot involving a surprise birthday party. The results demonstrated the importance of the game, in addition to being bilingual, having deaf translators, scenery design and characters that are visually attractive and suitable for the target audience, as well as interspersing content exposure with interactive minigames and glossary for the player to test and deepen their knowledge. It is expected, with this research, to promote the use of technology in teaching materials for teaching chemistry, in addition to promoting inclusive education.

* Expression that represents a pun with double meaning: silent party and secret party.

Keywords: Pedagogical games; Inclusive education; Chemistry; Brazilian Sign Language; Informatics and education.

RESUMEN: Cuando la enseñanza de la química desconoce la diversidad lingüística de los estudiantes sordos que se comunican utilizando la Lengua de Signos Brasileña (Libras), se acentúan las dificultades conceptuales de la disciplina. En este sentido, los juegos digitales bilingües pueden ser una alternativa eficaz para apoyar la educación química. Así, esta investigación aplicada, con un enfoque cualitativo, tuvo como objetivo desarrollar un juego electrónico 2D bilingüe (Libras/português) con énfasis en la enseñanza de enlaces químicos para estudiantes de 9º de primaria y 1º de bachillerato. Así, se desarrolló el juego titulado “Festa na Surdina”^{*}, que explora la presencia de la química en la vida cotidiana, a partir de una trama que involucra una fiesta sorpresa de cumpleaños. Los resultados demostraron la importancia del juego, además de ser bilingüe, contar con traductores sordos, diseño de escenografías y personajes visualmente atractivos y aptos para el público objetivo, además de intercalar la exposición del contenido con minijuegos interactivos y glosario para que el jugador lo pruebe. y profundizar sus conocimientos. Se espera, con esta investigación, promover el uso de la tecnología en los materiales didácticos para la enseñanza de la química, además de promover la educación inclusiva.

* Expresión que representa un juego de palabras con doble sentido: fiesta silenciosa y fiesta secreta.

Palabras clave: Juegos pedagógicos; Educación inclusiva; Química; Lengua de Signos Brasileña; Informática y educación.

Introdução

No atual sistema educacional inclusivo, os aprendizes surdos costumam ser atendidos em espaços frequentados, majoritariamente, por profissionais e alunos ouvintes, que têm e utilizam a língua portuguesa como principal sistema linguístico de comunicação e instrução (Skliar, 2015). Por sua vez, com a falta de interação e acesso aos conteúdos na primeira língua do aluno surdo – a saber, a Língua Brasileira de Sinais (Libras) –, ocorre o que Favorito (2006, p. 110) denomina de “círculo vicioso” do seu fracasso escolar: as escolas falham no suporte da Libras, as habilidades do aluno surdo em sua primeira língua se tornam pobres e, conseqüentemente, não progredem satisfatoriamente na aprendizagem da segunda língua e dos demais conteúdos curriculares. Desse modo, apesar de assegurado pelo ordenamento jurídico brasileiro (Lei nº 10.436, 2002; Decreto nº 5.626, 2005; Lei nº 13.005, 2014), o direito à educação bilíngue para surdos enfrenta uma série de obstáculos para sua efetivação, desde a formação de professores (Soares, 2013; Kumada, 2016) até a produção de materiais didáticos (Silva, Nogueira, Hildebrand, & Kumada, 2013).

Autores como Silva *et al.* (2013), Kumada e Silva (2016), Silva, Kumada e Amado (2018) analisaram materiais didáticos disponíveis para surdos, dentre esses: vídeos, sítios eletrônicos, jogos eletrônicos, livros didáticos, dicionários etc. Além da dificuldade em localizar tais materiais, as pesquisas revelaram problemas com a qualidade desses recursos. Os livros de ensino de línguas (português ou Libras) são os materiais mais comumente encontrados, embora geralmente sejam limitados à apresentação de um conjunto de palavras soltas e enunciados curtos, muitas vezes, desconectados e/ou provenientes de contextos extremamente artificiais, semelhantes às antigas e tão criticadas “cartilhas” de alfabetização (Kumada & Silva, 2016). Atividades inadequadas também foram localizadas em um dos livros didáticos analisados pelas autoras, pertencente a uma coleção do Programa Nacional do Livro e do Material Didático, e que fora traduzido para a Libras. As pesquisadoras demonstraram que, além da carência de materiais didáticos para surdos, os poucos existentes podem apresentar sérios problemas linguísticos, didáticos e conceituais, que comprometem o pleno desenvolvimento escolar desse público. Desse ponto de vista, entende-se que tornar os materiais didáticos acessíveis para os surdos é imperativo para a construção de uma educação mais inclusiva e igualitária quanto aos direitos sociais.

Segundo Cavalcanti, Freitas, Melo e Freitas Filho (2010), o ensino de química pode ser um enorme desafio para profissionais que lidam com a educação inclusiva. Além de envolver uma linguagem específica, os conceitos estudados na disciplina exigem modelos e

visualizações que precisam ser integrados a aspectos empíricos (Talanquer, 2011), repercutindo em preocupações constantes quanto às ferramentas didáticas a serem utilizadas (Oliveira & Benite, 2015). Ora, possibilitar o acesso ao conhecimento químico às pessoas surdas exige, também, valorizar a Libras. De fato, o trabalho escolar para o ensino de química (ou de qualquer outra área) deve reconhecer como fundamental o acesso dos conteúdos em Libras, com a função central de articular essa língua com a linguagem e as especificidades de disciplina em questão (Lacerda, 2006).

Assim, um jogo eletrônico que considere a importância dos aspectos visuais, e também da língua de sinais, pode ser um importante auxiliar no processo de aprendizagem da química. No entanto, há considerável carência de materiais didáticos, principalmente digitais, para o ensino/aprendizagem em Libras para o próprio surdo, seus familiares e professores, em todos os níveis da educação escolar. De acordo com Korte, Potter e Nielsen (2012), isso ocorre até mesmo para a Língua de Sinais Americana (ASL), contexto em que se observa maior oferta de ferramentas tecnológicas de apoio.

Nessa direção, a presente pesquisa teve por objetivo geral desenvolver um jogo eletrônico 2D bilíngue (Libras/português) denominado *Festa na Surdina*, dedicado ao ensino de ligações químicas. Para isso, tomamos como objetivos específicos: desenvolver conteúdos e estratégias didáticas para o ensino do conceito de ligação química, pensados para um jogo digital; contribuir com o registro e a divulgação de sinais científicos da Libras a partir da criação de um glossário bilíngue (Libras/português), com termos químicos (e suas definições) disponibilizados no jogo; e incentivar o desenvolvimento de tecnologia assistiva para tornar o conhecimento químico mais acessível para educandos surdos e ouvintes.

Metodologia

No decorrer desta empreitada, nos apoiamos na abordagem de pesquisa qualitativa, que, conforme Pires (2008), sustenta pesquisas multimétodos que envolvem flexibilidade de adaptação durante o seu desenvolvimento. Esse aspecto foi importante, posto que, nas etapas deste projeto, foram necessários procedimentos metodológicos distintos: a etapa 1 recorreu aos pressupostos teóricos-metodológicos da revisão de literatura (Severino, 2007); a etapa 2, à pesquisa exploratória (Gil, 2008); a etapa 3 fundamentou-se na pesquisa aplicada (Gil, 2008); e as etapas 4 e 5 envolveram, efetivamente, a criação do jogo. Abaixo, explicamos os procedimentos de cada etapa.

Na etapa 1, revisou-se a literatura sobre jogos eletrônicos bilíngues (Libras/português) para surdos e ouvintes envolvendo o ensino de química. Para esse levantamento de produções

científicas, foram consultadas três bases de dados: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Scopus e Google Scholar. As palavras-chaves utilizadas nas buscas (a serem detalhadas na próxima seção) tiveram como escopo a temática dos jogos digitais para o ensino de química. Na seleção das produções, o critério de inclusão foi baseado em: 1) Artigos científicos ou trabalhos de anais⁶; e 2) Abordar produção, análise ou uso de jogos digitais no ensino de química na educação básica (excluindo-se, por conseguinte, *softwares* que não se tratavam de jogos eletrônicos). Para a análise dos dados desta etapa, foram lidos e fichados os 24 artigos encontrados⁷, tabulando-se os seguintes dados: Autoria; Título; Ano de publicação; Nome do veículo; Quantidade de páginas; Número de citações; DOI; Afiliação; Abstract; Conteúdo da química abordado; Ano escolar recomendado para trabalhar o conteúdo da química abordado; Palavras-chaves do artigo; Tipo do documento (trabalho de anais ou artigo).

Na segunda etapa, recorreremos à pesquisa exploratória, visando identificar, testar e analisar jogos eletrônicos bilíngues (Libras/português), envolvendo o ensino de química, para surdos e/ou ouvintes. Os jogos foram localizados pelo Google, através de estratégias de busca que serão detalhadas adiante. Após identificados, os jogos foram instalados no computador pessoal de uma das pesquisadoras, testados e analisados. Para a referida análise foram registradas e tabuladas as seguintes informações: Nome do jogo; Instituição de origem; Conteúdo de química abordado; Ano escolar do público-alvo; Presença de acessibilidade.

Nas etapas seguintes, fomos nos aproximando mais dos objetivos específicos desta pesquisa. Assim, na etapa 3, nos dedicamos ao desenvolvimento do jogo – a partir da construção de conteúdos, estratégias e tarefas para cada tela do jogo – e ao delineamento de requisitos necessários para seu funcionamento, *design* gráfico e programação. Concernente à etapa 4, envolvendo a construção do glossário bilíngue (Libras/português) e a tradução dos textos escritos para a Libras, contamos com a colaboração dos integrantes surdos e ouvintes do grupo de pesquisa *Surdos e Libras - SueLi*, cadastrado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Por fim, a quinta etapa envolveu desenvolvimentos de programação e de artes digitais, com a contribuição do Núcleo Educacional de Tecnologias e Línguas (Netel), da Universidade Federal do ABC (UFABC).

Na sequência, apresentamos os resultados advindos das supramencionadas etapas de pesquisa, a começar pelo mapeamento de produções acadêmicas de interesse.

⁶ Em virtude do tempo e finalidade desta pesquisa, optou-se pelo levantamento e leitura apenas de artigos e trabalhos apresentados em eventos, excluindo-se monografias, teses e dissertações.

⁷ Excluindo-se as repetições, ou seja, quando uma mesma produção foi recuperada em diferentes repositórios.

Revisão de literatura sobre jogos digitais para ensino de química

Antes de iniciar o desenvolvimento do jogo, consideramos oportuno levantar e analisar produções acadêmicas sobre o assunto, visando colher, na literatura, contribuições para o planejamento de nossa proposta. Conforme apresentado, foram consultados três repositórios (SciELO, Scopus, Google Scholar). As estratégias de busca e os resultados obtidos a partir de suas combinações estão ilustrados na Tabela 1.

Tabela 1. **Estratégias de busca e bases de dados utilizadas**

Base	Estratégias de busca	Resultados	Artigos selecionados
SciELO	chemistry AND game AND (electronic OR digital OR software)	0	0
	química AND jogo AND (eletrônico OR digital OR software)	0	0
	("ensino de química") AND jogo* AND (eletrônico OR digital)	0	0
	(software OR digital OR eletrônico OR virtual) AND ("jogo didático" OR "jogos didáticos") AND química	0	0
Google Scholar	"jogos virtuais" AND química	55	0
	"jogos virtuais" AND química AND (surdo OR surdez OR "deficiência auditiva" OR libras)	634	3
Scopus	(software OR digital OR electronic OR virtual) AND (game AND educational) AND chemistry	35	35
	(software OR digital OR electronic OR virtual) AND (game OR educational) AND chemistry AND (deaf* OR "hearing impaired" OR accessibility)	0	0
	(software OR digital OR electronic OR virtual) AND (game OR educational) AND chemistry AND (deaf* OR "hearing impaired")	0	0

Como pode ser observado no Quadro 1, SciELO não gerou resultados aproveitáveis envolvendo o cruzamento de produções sobre ensino de química e jogos digitais ou *softwares*. Por essa razão, não demos sequência a um filtro que adicionasse a busca por jogos digitais de ensino de química com tradução para surdos em Libras. *Google Scholar* apresentou 689 resultados, mas apenas 3 foram referentes ao tema, não sendo encontrado nenhum jogo com acessibilidade ou traduzido para Libras. Por sua vez, Scopus retornou resultados de publicações de jogos envolvendo o ensino de química, mas, quando adicionadas palavras como “surdo”, “acessibilidade” ou “deficiência auditiva”, nenhum estudo foi recuperado. Diante desse cenário, analisamos os 38 estudos resultantes da consulta a Scopus e Google

Scholar que abordaram jogos digitais para ensino de química, porém, nenhum desses apresentava tradução em Libras. Desse montante, são 18 trabalhos de conferências (todos resultados de Scopus) e 20 artigos. Após a leitura dos resumos, 14 resultados foram descartados, ou por serem repetições, ou por não se adequarem ao tema investigado.

Com base nas 24 pesquisas restantes, foi possível uma análise global do campo de produções envolvendo jogos digitais para o ensino de química nos últimos 20 anos. Os estudos não aparecem concentrados em nenhum país específico, embora haja países com maior número de publicações: Taiwan e Brasil, ambos com cinco produções, seguidos por Cingapura e Tailândia, com três estudos em cada país.

Em uma análise longitudinal, notou-se ainda que o número de publicações por ano não apresenta regularidade. No período entre 2000 e 2008 há uma lacuna de produções na área, com publicações únicas em 1999 e 2009. A maior concentração é vista a partir de 2011, sobretudo em 2017, quando aparecem seis produções, seguindo-se um leve decréscimo em 2018, com quatro publicações. Isso demonstra que o interesse por esse objeto de estudos tem aumentado na última década (Gráfico 1).



Gráfico 1. Número de publicações por ano

Ao analisarmos o público-alvo dos jogos digitais abordados nas pesquisas, notou-se que os anos finais (9º ano do ensino fundamental e 3º ano do ensino médio) são os menos visados, com 10,6% cada – em comparação com os 42,0% e 36,8% de publicações cujo público-alvo se encontrava, respectivamente, no 1º e no 2º ano do ensino médio. Contudo, ressalta-se que o cenário de produções científicas concernentes a jogos digitais para o ensino de química é restrito e que os resultados encontrados podem ter sido influenciados pelo recorte aqui determinado, ou seja, repositórios consultados, período até 2018 e descritores utilizados na busca.

Analisando-se os conteúdos da química abordados nos jogos, evidenciou-se que havia materiais sem identificação dessa informação (25,0%), sendo os demais jogos direcionados a estratégias, áreas e conteúdos diversos: simulação de experimentos (25,0%), tabela periódica (12,5%), química geral (8,3%), química orgânica (8,3%), balanceamento de equações (4,2%), energia de ionização (4,2%), eletroquímica (4,2%), alquimia (4,2%) e química verde (4,2%).

Dentre as publicações analisadas, seis (25,0%) abordaram jogos voltados à química básica experimental, constituindo o conteúdo com maior número de produções. Por exemplo, o estudo de Hu, Si e Wang (2018) relata o projeto de um jogo através do Unity3D, explorando conceitos e evidências de reações químicas, tendo como público-alvo alunos do ensino médio. A pesquisa de Kunduz e Seçken (2013) também propõe simulações em um laboratório virtual, de modo que os usuários possam fazer titulações de precipitação pelos métodos de Mohr e Volhard – que, apesar de ser um assunto típico da graduação, pode ser abordado também no 2º ano do ensino médio. Já o jogo proposto por Chee e Tan (2012) foi projetado para jovens de 13 a 14 anos de idade, faixa etária do segundo ciclo do ensino fundamental. Ele desafia os alunos a resolver problemas relacionados ao uso da química em contextos do dia a dia, através de uma interface de laboratório virtual. Cumpre salientar que *softwares* envolvendo experimentação, para além de suas contribuições à aprendizagem e à integridade física dos estudantes, parecem se adequar aos preceitos da química verde, evitando o desperdício de reagentes e eventuais problemas com descarte e tratamento de resíduos químicos.

O segundo conteúdo mais abordado pelos trabalhos encontrados foi a tabela periódica. Os três jogos que a abordam têm como objetivo a memorização de nomes e propriedades dos elementos químicos (Birchall & Gatzidis, 2013). Foram identificados, ainda, dois jogos cujo conteúdo é focado em química orgânica, contemplando o 3º ano do ensino médio; quando testados, ambos promoveram resultados satisfatórios, quanto à aprendizagem dos alunos (Li, Yan, & Hou, 2018).

Foram encontradas também duas publicações contemplando conteúdos de química geral. Elas sugerem que os jogos aprimoraram habilidades cognitivas e raciocínio lógico, além de incentivar o aprendizado por meio de telefones celulares (Eichler, Perry, & Fritsch, 2011; Saravanan & Juliet, 2018). Além disso, encontrou-se um estudo sobre um jogo digital que explora o conceito de energia de ionização. Tal jogo foi testado por 116 alunos do ensino médio, observando-se mudanças nas percepções dos estudantes em relação ao conteúdo científico, e evidenciando que o jogo beneficia a aprendizagem (Meesuk & Srisawasdi, 2014). O estudo de Mellor *et al.* (2018) envolveu a produção de um jogo didático sobre química verde, com a finalidade de abordar a temática da sustentabilidade, incentivando os alunos a desenvolverem um produto químico com a função de melhorar a saúde humana e ambiental. Já a eletroquímica foi objeto do jogo educativo 3D proposto por Hou e Lin (2017), tendo como cenário um mundo virtual onde o jogador precisa coletar componentes para montar uma bateria de carvão. Por sua vez, a alquimia foi abordada por Wang, Chen, Hou e Li (2017) em um dos *papers* analisados, por meio de um jogo de tabuleiro com o uso da realidade

aumentada.

Diante dos oito conteúdos/áreas explorados pelos jogos descritos nos artigos, observa-se que há ainda muitas lacunas. No universo de possibilidades de conteúdos para o ensino de química do ensino médio, há uma ampla gama de conceitos inexplorados pelos jogos digitais, por exemplo, as ligações químicas, tema que a presente pesquisa buscou desenvolver. Ademais, é válido enfatizar que, no contexto de jogos digitais para o ensino de química, nosso levantamento não encontrou nenhuma pesquisa que contemplasse a acessibilidade para surdos (ou seja, bilíngues em Libras/português).

Desse modo, considerando que, na etapa 1, não foram localizadas investigações com desenvolvimento de jogos digitais educacionais bilíngues Libras/português para o ensino de química, a segunda etapa consistiu em uma busca direta por tais jogos – já que sua produção poderia não estar necessariamente vinculada às publicações acadêmicas. Essa busca teve a intenção de identificar aspectos positivos e negativos a serem, respectivamente, reproduzidos ou evitados, na elaboração de nosso próprio jogo digital.

Análise de jogos digitais para ensino de química

Para Santarosa e Lara (1997), os jogos permitem a criação de um espaço atrativo, com recursos visuais como animações e imagens. Através desse tipo de comunicação, é possível minimizar ou até superar dificuldades enfrentadas por alunos, inclusive os surdos.

Conforme já exposto, a segunda etapa da pesquisa consistiu na busca, pela internet, de recursos que, possuindo esse caráter, fossem também dirigidos à educação em química. A localização de jogos foi realizada pelo Google através das estratégias de buscas “jogos para aprender química” e “jogos virtuais química”. Ambas as estratégias retornaram mais de cinco milhões de resultados. Quando adicionados os termos “surdo”, “aluno surdo” ou “acessibilidade”, os resultados diminuíram para cerca de 200 mil, muitos dos quais eram artigos relacionados ao tema, e não protótipos de jogos digitais. Diante disso, limitou-se a olhar os *sites* que apareciam até a segunda página de pesquisa do buscador, pois reparamos que as páginas posteriores (ou, pelo menos, as próximas quatro páginas) indicavam somente artigos, nunca jogos. Além disso, apesar de aparecerem diversos *sites* indicando jogos para o aprendizado de química, muitos se repetiam. Ao fim e ao cabo, foi possível selecionar e testar 17 jogos intitulados como “jogos virtuais para o aprendizado de química”, sendo eles: 1) *Jogos de Química Ambiental*; 2) *Roleta da Química*; 3) *Chemistry Lab Escape*; 4) *Tabela Periódica*; 5) *Borboletas Químicas*; 6) *Nomes e Símbolos dos Elementos Químicos*; 7) *Imagens e Nomes dos Elementos Químicos*; 8) *Limpar o Laboratório*; 9) *Little Alchemy*; 10)

Jogo Infection; 11) *Jogo da Descoberta dos Pares*; 12) *Simulados com Perguntas Químicas*; 13) *LabVirt - Simulação de Perguntas*; 14) *Limpeza de Laboratório de Química*; 15) *Balanceamento de Equações*; 16) *Beijo Química*; e 17) *Bumpercraft*. Cabe pontuar que, nesta segunda etapa da pesquisa, a consulta também não identificou jogos educacionais voltados ao ensino de química com tradução para aprendizes surdos utentes da Libras.

Após as testagens, evidenciou-se que, nesse (relativamente) amplo conjunto de jogos autodenominados “didáticos”, nem todos de fato trabalham conteúdos conceituais da química. De fato, dos 17 jogos encontrados, quatro foram descartados (10, 12, 16 e 17) por não abordarem nenhum conceito ou conteúdo químico. Quanto aos jogos restantes, identificou-se apenas sete temas de interesse: tabela periódica (n=5), laboratório (n=3), química ambiental (n=1), físico-química (n=1), alquimia (n=1), compostos iônicos (n=1) e balanceamento de equações (n=1). Desses, 61% contemplam o 1º ano do ensino médio.

Ao analisar os jogos selecionados, observamos que o jogo *Jogos de Química Ambiental* (Figura 1), desenvolvido pela Universidade de São Paulo (USP), é composto por três blocos de desafios, cada um com três perguntas. Elas são relacionadas à química básica, podendo ser aplicadas aos alunos do 1º ano do ensino médio. Conforme o jogador responde corretamente, avança para o próximo desafio, mais complexo. Se cometer um erro, retorna ao primeiro bloco. Percebeu-se que o jogo não possui controle de tempo, o que possibilita o uso de outros materiais de apoio, enquanto é jogado. Além disso, no final do jogo, quando o usuário acertar a última pergunta, o sistema gera uma senha que pode ser utilizada em outros jogos do *site*. O conteúdo é apresentado ao aluno de forma lúdica, entretanto, pouco interativa, pois trata-se apenas de um questionário que solicita assinalar a resposta certa. O jogo *Roleta Química* aborda montagens de compostos iônicos e sua nomenclatura. Ao rodar a roleta, duas bolas são lançadas e podem cair em dois quadrados, que indicam íons para montar um composto. É preciso montar o composto iônico, fornecer sua nomenclatura e a respectiva fórmula unitária. O jogo possui cronômetro e um botão de ajuda. Nesse botão, há exemplos de fórmulas unitárias e de nomenclatura de compostos iônicos, assim como diversos íons com nome e fórmula. Por sua vez, o *Adivinhas da Tabela Periódica* foi criado pelo Departamento de Química da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, sendo composto por 63 charadas sobre os elementos da tabela periódica. Diante das charadas, o jogador clica no elemento que se encontra abaixo. Para a resolução total das charadas é disponibilizado um tempo e, a cada resposta errada, o jogador é penalizado com o acréscimo de 20 segundos do tempo total. O vencedor é aquele que conclui o desafio mais rapidamente. Algo interessante é que, os elementos são representados pelo símbolo químico e uma imagem de como são

encontrados na natureza sob Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP). Há, ainda, o jogo *Borboletas Químicas*, tendo como conteúdo a tabela periódica e sendo composto por nove tarefas, que são perguntas relacionadas a um grupo de elementos químicos. O jogador precisa, no menor tempo possível, capturar borboletas que possuem os elementos químicos integrantes do grupo apontado na tarefa. É disponibilizado um controle de tempo, havendo penalização de 30 segundos, caso seja capturada uma borboleta errada. Já o *Jogo da Descoberta dos Pares* é um jogo da memória, sendo as cartas desenhadas com símbolos de elementos químicos e o desenho de como tal elemento é encontrado na natureza nas CNTP. Antes de iniciar o jogo, é possível escolher entre 10 ou 20 cartas. O jogo possui um cronômetro, assim, vence quem completar todos os pares em menor tempo, acrescentando-se, na pontuação, três segundos a cada erro. Outros dois jogos encontrados foram “Nome e Símbolo dos Elementos Químicos” e “Imagem e Símbolo dos Elementos Químicos” (Figura 2). Em ambos, o objetivo é a memorização dos elementos da tabela periódica, sendo possível conferir se a resposta escolhida está correta. Mas, uma ressalva: embora seja recorrente nos jogos analisados, a memorização da tabela periódica não necessariamente trabalha um conteúdo químico, pois desenvolve apenas uma capacidade lógica.

Dos jogos selecionados, três têm como cenário um laboratório químico (*Limpar o Laboratório*, *Limpeza do Laboratório de Química* e *Chemistry Lab Scape*). No primeiro jogo, são disponibilizados dois minutos para que o jogador consiga organizar o laboratório e, conforme isso vai ocorrendo, ganha-se pontos. Por outro lado, ele perde pontos caso disponha algum item no lugar errado. O objetivo do segundo jogo é limpar todo o ambiente num tempo máximo de cinco minutos. Por fim, o terceiro jogo tem como objetivo escapar do laboratório. Todos os jogos apresentam um cenário com visual atrativo ao jogador, mas há pouca articulação com o ensino da química. O único desafio é limpar o laboratório ou sair do mesmo, sendo desenvolvida a capacidade lógica, a atenção e/ou a coordenação motora, mas não a aprendizagem de um conteúdo químico.

O jogo *Little Alchemy* tem potencial para despertar o interesse do aluno, que pode querer entender o porquê de alguns elementos reagirem e outros não, além de descobrir o que é gerado em determinadas reações. Inicialmente, são disponibilizados quatro “elementos” fundamentais (água, fogo, terra e ar), conforme as doutrinas da matéria aceitas na Antiguidade. A partir desses, é possível obter 580 novos elementos, apenas colocando-os em contato. Arrasta-se para o meio da tela os elementos que o jogador deseja combinar, e, ao aproximá-los, havendo reação química, aparece um novo elemento na barra lateral; caso contrário, nada acontece. O jogo não possui controle de tempo, mas sua jogada é gravada

automaticamente pela máquina de acesso, assim, o usuário que decide jogar de novo é reconhecido, constando exatamente a quantidade de elementos gerados na última jogada. Atualmente, foi lançada uma nova versão do jogo, com um *design* mais moderno e apontando ter 780 novas combinações com os mesmos quatro elementos. O *LabVirt - Show da Química* foi desenvolvido pelo Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP e, aparentemente, se propõe a ser uma espécie de “Show do Milhão” da química. O jogo pode ser personalizado, pois, no início, o jogador precisa escolher um nome e um personagem para representá-lo. Cada pergunta correta corresponde a 10 pontos. O objetivo é responder o máximo de perguntas possíveis em três minutos, todas correspondendo à área de físico-química, contemplada no 2º ano do ensino médio. Para executar as atividades, é disponibilizada uma calculadora virtual, possibilitando cálculos em tempo real. O jogo *Balanceamento de Equações Químicas* possui três níveis de dificuldade, com cinco desafios em cada um, referentes a uma equação química que precisa ser balanceada. Conforme o jogador aumenta o número de moléculas, a representação microscópica aparece acima da equação, estando dividido em reagentes e produtos. Caso o usuário acerte, aparece uma mensagem, como demonstrado na Figura 3. Ao clicar em “conferir”, o jogador ganha pontos caso tenha acertado a resposta, e perde em caso de erro. No menu inicial, há uma tela de instruções a fim de explicar, pelo método matemático, como ocorre um balanceamento de equações químicas.

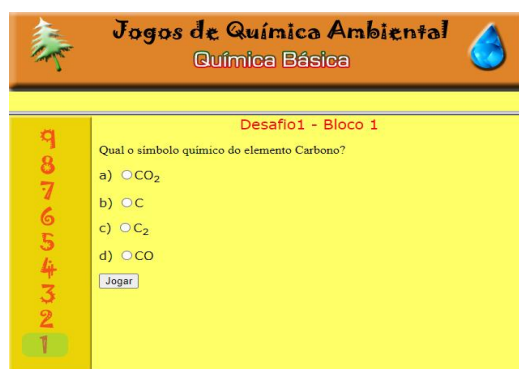


Figura 1. Jogo 1, disponível com perguntas sobre química básica⁸

⁸ Imagem recuperada de <http://www.usp.br/qambiental/jogoqbasica.htm>

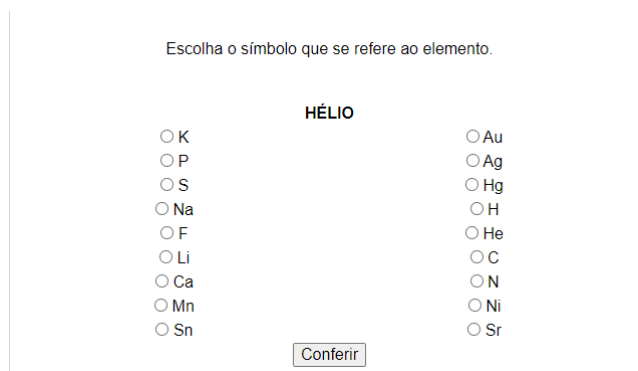


Figura 2. Jogo 6, disponível com perguntas sobre a tabela periódica⁹

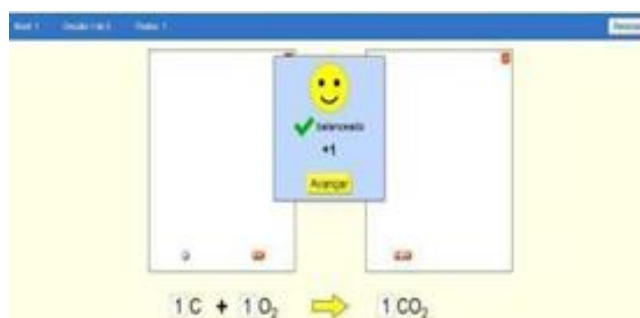


Figura 3. Jogo 15, disponível com equações para serem balanceadas¹⁰

Em nossa análise, consideramos que os jogos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, 13 e 15 demonstraram coerência quanto ao objetivo de trabalhar conceitos da química, bem como estimulam o aluno, aumentando sua expectativa para a próxima pergunta. Contudo, conforme observa-se nas Figuras 1, 2 e 3, consideramos que a interface dos jogos é pouco atrativa, e, caso o aluno não consiga acertar os desafios, pode acabar se cansando por permanecer estagnado nessa tela de jogo. Ademais, apenas o jogo 9 explora conceitos químicos de forma simples, podendo ser jogado por qualquer faixa etária e sem exigir conteúdos prévios como requisito, sendo possível aprender jogando. Os jogos 3, 8 e 14 não foram descartados por tematizarem um cenário muito presente na química (laboratório), porém, nota-se que não abordam conceitos específicos da disciplina a ser estudada, incitando o jogador somente à missão de organizar (limpar) o laboratório ou tentar escapar do mesmo.

Desenvolvimento do jogo eletrônico 2D *Festa na Surdina*

Com base nos conhecimentos adquiridos por meio da revisão de literatura e na testagem e análise de jogos digitais envolvendo o ensino de química, foi elaborada a proposta de um jogo eletrônico 2D bilíngue (Libras/português) dedicado ao ensino de química.

O desenvolvimento do jogo compreendeu da construção dos conteúdos, estratégias e

⁹ Imagem recuperada de <https://www.soquimica.com.br/jogos/nomes.php>

¹⁰ Imagem recuperada de https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_pt_BR.html

tarefas para cada tela do jogo, até o delineamento dos requisitos necessários para o seu funcionamento. Cabe destacar que a etapa dedicada à parte didática do jogo envolveu também a preocupação com a elaboração dos personagens, buscando associar maior representatividade do público-alvo e contemplar a identificação de faixa etária, gênero e características físicas diversificadas. Além disso, na etapa de desenvolvimento do jogo, um trabalho multidisciplinar foi realizado, contando com profissionais da área pedagógica, designer gráfico, programação computacional e tradução e interpretação de Libras/português (incluindo tradutores surdos).

Para tornar o jogo interativo e atraente para o usuário, foi proposta a ordenação de telas com breves explicações sobre os conteúdos teóricos (Figura 6), e na sequência, desafios no cenário de jogo para interação do usuário (Figuras 5 e 7).

Todo o cenário é apresentado na forma de quadrinhos americanos (Figuras 4 a 9), com o *design* pensado de modo a se tornar visualmente atrativo para a faixa etária do público-alvo. Também cuidou-se para que, sob uma proposta de jogo bilíngue, o espaço destinado à tradução da Libras estivesse integrado ao jogo, de forma que português e língua de sinais fossem igualmente visíveis ao jogador, independentemente se surdo ou ouvinte. O jogo foi ambientado em uma casa, cujo enredo envolve uma festa surpresa de aniversário, razão pela qual o mesmo foi intitulado *Festa na Surdina*. Assim, o jogo começa com um convite de aniversário e segue nesse contexto até o final, quando é possível chegar à mesa de bolo com todos os personagens. Como desafio, o jogador deve ajudar a personagem Carla a organizar uma festa surpresa para seu amigo Caio, entendendo, nesse cenário, como as ligações químicas podem estar presentes em nosso dia a dia. A festa ocorre no jardim da casa, sendo que a tarefa principal proposta ao jogador é encher bexigas através da formação de ligações covalentes entre átomos, conduzindo-o a entender quais moléculas são possíveis formar a partir de determinados elementos químicos, e qual é a geometria molecular do composto formado. Caso seja montada uma molécula que não se encontra em estado gasoso nas CNTP, o jogador é alertado de que montou uma molécula existente, mas que não poderia encher a bexiga com essa substância. Durante o jogo, o usuário é instigado a participar de vários minigames além da tarefa principal. O minigame Arcade (Figura 5) tem como objetivo montar átomos ou íons, sendo necessário acertar a quantidade de prótons, nêutrons e elétrons contidos em cada espécie química; os elétrons organizam-se pelas camadas eletrônicas conforme o princípio de Aufbau, seguindo-se o diagrama de Pauling. O minigame Quiz envolve uma série de perguntas acerca do conhecimento sobre metais e ametais, viabilizando diferentes formas de aprendizagem ou da sua avaliação. Pensando no contexto de inclusão

escolar, atual paradigma educacional, buscamos respeitar a individualidade dos alunos (por exemplo, em virtude de uma alta habilidade/superdotação ou de uma deficiência intelectual). Para tanto, o jogo possibilita a escolha do nível de dificuldade das questões, variando em fácil, médio e difícil.

Desse modo, a construção do jogo buscou apresentar o conteúdo de forma linear, ou seja, primeiro são entendidos os conceitos elementares da formação de um átomo e as partículas que o constituem; depois, é possível compreender que esses átomos podem ser unidos por ligações químicas; por fim, o aluno pode responder ao Quiz sobre metais e ametais, conceitos que fazem parte do entendimento dos tipos de ligações químicas.



Figura 4. Tela inicial do jogo



Figura 5. Tela do minigame Arcade

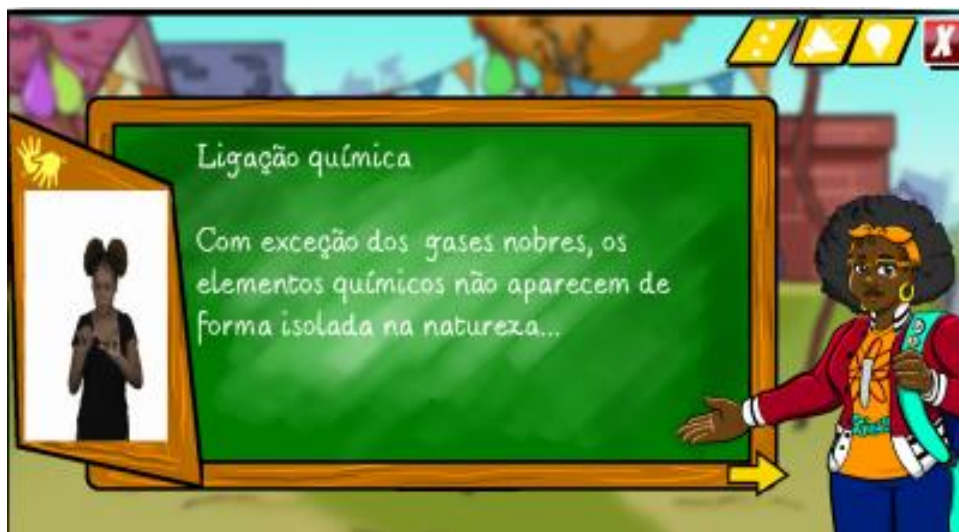


Figura 6. Tela de apresentação do conteúdo

Conforme a Figura 4, a tela inicial do jogo apresenta a possibilidade de o usuário acessar um “novo jogo” ou resgatar o histórico do jogo anterior por meio da opção “carregar jogo”. Também existe a possibilidade de acessar os “créditos” com os nomes de todos os colaboradores, bem como um espaço de “acesso do professor” com a possibilidade de visualizar “resumo dos jogadores”, com o nome e a pontuação de cada jogador e o “ranking”, que permite conferir os nomes e pontuações dos jogadores cadastrados na máquina.

Considerando o desafio para registro e divulgação de sinais da Libras referentes a termos técnicos específicos de ciências (Marinho, 2007; Rumjanek, 2011; Amado & Dominguez, 2016), bem como a evidência de estudos anteriores envolvendo jogos digitais para surdos, cujos testadores sugeriram a inclusão de um glossário no jogo (Silva *et al.*, 2013), na presente proposta foi construído um glossário bilíngue (Libras/português) (Figura 8). O glossário bilíngue é constituído dos principais termos disponíveis para consulta e/ou revisão pelo usuário. A lista de palavras/sinais está acompanhada de uma breve descrição do conceito e, assim como as demais telas do jogo, foi traduzida para a Libras.

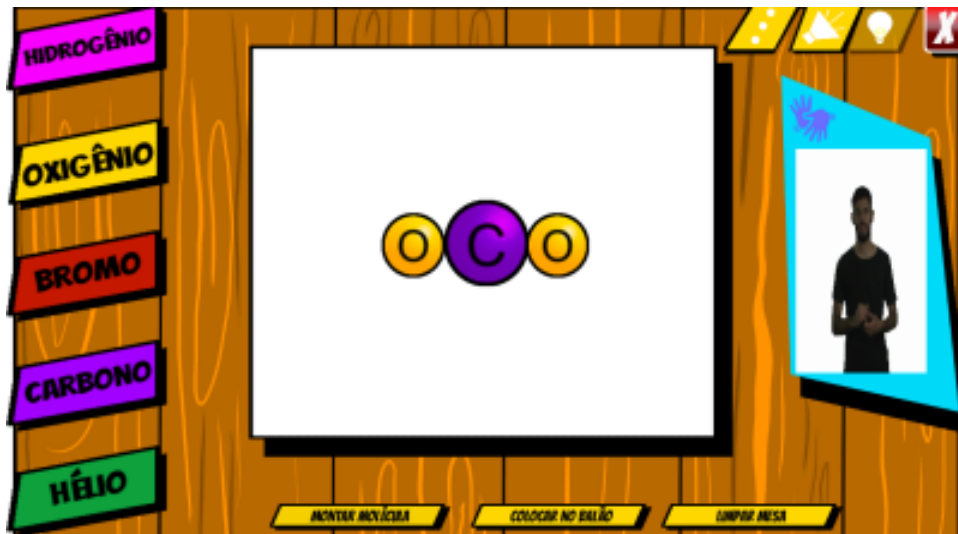


Figura 7. Tela do minigame sobre ligações covalentes



Figura 8. Tela do glossário



Figura 9. Tela final do jogo, com a presença de todos os personagens

Cumprе salientar que a maioria dos intérpretes que aparecem no jogo são surdos, dando assim o protagonismo para esses sujeitos cuja Libras é reconhecida oficialmente, por

meio da Lei nº 10.436/2002, como sua primeira língua. Complementarmente, buscamos representar cada personagem com um tradutor e intérprete de Libras/português que tivesse características físicas semelhantes, sob o fito de tornar o jogo visualmente ainda mais atrativo. Os tradutores e intérpretes surdos participantes relataram ter aprendido melhor sobre os conteúdos da química durante o processo, além de acreditarem que, com isso, estudantes surdos poderão se sentir mais representados. Conforme Kumada (2016), há um intenso movimento político das comunidades surdas pela presença de profissionais surdos na educação, favorecendo a construção de identidades surdas, visto que a escola e os materiais didáticos são majoritariamente compostos por ouvintes.

Para garantir a acessibilidade aos alunos surdos, além de utilizar muitos recursos visuais, posto que os elementos imagéticos são considerados primordiais para esse público (Reily, 2003; Lacerda, Santos, & Caetano, 2013), o delineamento da interface do jogo contém os textos em português e em Libras. Além da adequação linguística, seguindo experiências de trabalhos anteriores (Silva *et al.*, 2013) todos os avisos sonoros (como sons de alerta para erros e acertos) foram substituídos por respostas visuais (como destaque de cores e caixa de diálogos/pop-ups).

A última etapa foi a programação do jogo, feita a partir da *engine Unity*, sob a linguagem de programação C#. Utilizamos o estilo gráfico 2D e o gênero *point-and-click* educacional. Ademais, pensando no uso em contexto de educação escolar, optamos pelo computador como plataforma, já que estes ainda se fazem mais presentes, nas escolas, que celulares e tablets. Apesar disso, o desenvolvimento em *Unity* permite que, futuramente, o jogo possa ser adaptado para outras plataformas. Vale salientar que, após o *download*, o jogo permite seu uso de forma independente do acesso ou qualidade da internet¹¹.

Considerações finais

Tendo em vista a importância do ensino de química e a responsabilidade em construirmos uma sociedade mais inclusiva, faz-se mister o estudo e a produção de materiais didáticos diferenciados que possam contemplar a todos os estudantes. Permitir que pessoas surdas entrem em contato com a ciência química através de jogos eletrônicos no ambiente escolar pode ser muito enriquecedor, visto que o jogo proposto tem potencial para instigar nos alunos requisitos como autonomia, competência, produtividade e habilidades tecnológicas – o que, por sua vez, pode conduzir à apropriação de outras habilidades que facilitarão suas interações e suas possibilidades de sucesso escolar. Acredita-se que nosso jogo pode ser ainda

¹¹ O jogo encontra-se disponível para *download* no *site* <http://katekumada.com.br/jogos/festa-na-surdina/>

ampliado e/ou continuado com outros desafios e conteúdos contextualizados no mesmo enredo, por exemplo, “salgar a pipoca”, usando conhecimentos sobre ligações iônicas, ou ainda, limpar o jardim, identificando objetos que sejam metais ou ametais. Assim, são inúmeras as possibilidades vindouras, sendo oportuna, ainda, a testagem do jogo junto a usuários surdos e ouvintes, aprendendo a percepção dos alunos, bem como de seus educadores, diante do uso de tal material didático, algo que foi inviável nesta pesquisa em virtude do contexto de suspensão de aulas presenciais durante a pandemia. Espera-se que o jogo possa, inclusive, ser aproveitado para contextos de ensino remoto ou no apoio para o ensino de ligações químicas, a fim de tornar mais equânimes as oportunidades de aprendizado por meio de jogos digitais educativos.

Referências

- Amado, B. C., & Dominguez, C. R. C. (2016). Falando de ciências com as mãos: análise de uma prática em uma escola municipal bilíngue em São Paulo para surdos. *Revista da SBEnBio*, (9), 4910-4919.
- Birchall, J., & Gatzidis, C. (2013). The periodic table of elements via an XNA-Powered serious game. In Z. Pan, A. D. Cheok, W. Müller, F. Liarokapis (Eds.), *Transactions on edutainment IX* (pp. 1-28). Springer. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-3-642-37042-7_1
- Cavalcanti, J. A., Freitas, J. C. R., Melo, A. C. N., & Freitas Filho, J. R. (2010). Agrotóxicos: uma temática para ensino de química. *Química Nova na Escola*, 32(1), 31-36. Recuperado de <http://qnesc.sbq.org.br/edicao.php?idEdicao=15>
- Chee, Y. S., & Tan, K. C. D. (2012). Becoming chemists through game-based inquiry learning: the case of Legends of Alkhimia. *Electronic Journal of e-Learning*, 10(2), 185-198. 2012. Recuperado de <https://academic-publishing.org/index.php/ejel/article/view/1625>
- Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005. (2005). Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de dezembro de 2000. Diário Oficial da União.
- Eichler, M. L., Perry, G. T., & Fritsch, G. (2011). Xenubi: the development of a chemistry educational game for mobile phones. In K. Blashki (Ed.), *Proceedings of the IADIS International Conference Game and Entertainment Technologies 2011* (pp. 151-153). IADIS Press.
- Favorito, W. (2006). “O difícil são as palavras”: representações de/sobre estabelecidos e outsiders na escolarização de jovens e adultos surdos [Tese de doutorado]. Universidade Estadual de Campinas.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6ª ed.). Atlas.
- Hou, H.-T., & Lin, Y.-C. (2017). The development and evaluation of an educational game

- integrated with augmented reality and virtual laboratory for chemistry experiment learning. In T. Matsuo, N. Fukuta, M. Mori, K. Hashimoto & S. Hirokawa (Eds.), *Proceedings of the 2017 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics* (pp. 1005-1006). Institute of Electrical and Electronics Engineers. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2017.14>
- Hu, W., Si, S., & Wang, Y. (2018). Chemistry experiment simulation based on game engine. In W. Xiong, S. Xu, H.-K. Lee & W. Shang (Eds.), *Proceedings of the 17th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science* (pp. 776-780). Institute of Electrical and Electronics Engineers. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/ICIS.2018.8466392>
- Korte, J., Potter, L. E., & Nielsen, S. (2012). Designing a mobile video game to help young deaf children learn Auslan. In *Proceedings of the 26th Annual BCS Interaction Specialist Group Conference on People and Computers* (pp. 345-350). ACM Digital Library. Recuperado de <https://dl.acm.org/doi/10.5555/2377916.2377964>
- Kumada, K. M. O. (2016). *Acesso do surdo a cursos superiores de formação de professores de Libras em instituições federais* [Tese de doutorado]. Universidade de São Paulo.
- Kumada, K. M. O., & Silva, I. R. (2016). Algumas reflexões sobre livros didáticos de ensino de português como segunda língua para surdos. In L. E. L. R. Valle (Org.), *Desenvolvimento com competência em aprendizagem: reunindo conhecimentos interdisciplinares* (pp. 135-145). Scortecci.
- Kunduz, N., & Seçken, N. (2013). Development and application of 7E learning model based computer-assisted teaching materials on precipitation titrations. *Journal of Baltic Science Education*, 12(6), 784-792. Recuperado de <http://www.scientiasocialis.lt/jbse/?q=node/334>
- Lacerda, C. B. F. (2006) A inclusão escolar de alunos surdos: o que dizem os alunos, professores e intérpretes sobre a experiência. *Cadernos CEDES*, 26(69), 163-184. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/S0101-32622006000200004>
- Lacerda, C. B. F., Santos, L. F., & Caetano, J. F. (2013). Estratégias metodológicas para o ensino de alunos surdos. In C. B. F. Lacerda & L. F. Santos (Orgs.), *Tenho um aluno surdo, e agora?: introdução à Libras e educação de surdos* (pp. 185-200). EdUFSCar.
- Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002.* (2002). Dispõe sobre a língua brasileira de sinais - Libras e dá outras providências. Diário Oficial da União.
- Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014.* (2014). Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Diário Oficial da União.
- Li, C.-T., Yan, J.-W., & Hou, H.-T. (2018). Designing a 3D educational game integrated with situated learning and multiple scaffolding for organic chemistry learning. In C. Yin, J. Ding, S. Amalathas, W. Chen, J.-C. Yang, A. F. Mohd Ayub, S. L. Wong & A. Mitrovic (Eds.), *Work in progress posters proceedings of the 25th International Conference on Computers in Education* (pp. 16-18). Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Marinho, M. L. (2007). *O ensino da biologia: o intérprete e a geração de sinais* [Dissertação de metrado]. Universidade de Brasília.

- Meesuk, K., & Srisawasdi, N. (2014). Implementation of student-associated game-based open inquiry in chemistry education: results on students' perception and motivation. In C.-C. Liu, H. Ogata, S. C. Kong & A. Kashihara (Eds.), *Proceedings of the 22nd International Conference on Computers in Education* (pp. 219-226). Asia-Pacific Society for Computers in Education.
- Mellor, K. E., Coish, P., Brooks, B. W., Gallagher, E. P., Mills, M., Kavanagh, T. J., Simcox, N., Lasker, G. A., Botta, D., Voutchkova-Kostal, A., Kostal, J., Mullins, M. L., Nesmith, S. M., Corrales, J., Kristofco, L., Saari, G., Steele, W. B., Melnikov, F., Zimmerman, J. B., & Anastas, P. T. (2018). The safer chemical design game: gamification of green chemistry and safer chemical design concepts for high school and undergraduate students. *Green Chemistry Letters and Reviews*, *11*(2), 103-110. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/17518253.2018.1434566>
- Oliveira, W. D., & Benite, A. M. C. (2015). Aulas de ciências para surdos: estudos sobre a produção do discurso de intérpretes de Libras e professores de ciências. *Ciência & Educação*, *21*(2), 457-472. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/1516-731320150020012>
- Pires, A. P. (2008). Sobre algumas questões epistemológicas de uma metodologia geral para as ciências sociais. In J. Poupart, J.-P. Deslauriers, L.-H. Groulx, A. Laperrière, R. Mayer & A. P. Pires, *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos* (pp. 43-94). Vozes.
- Reily, L. H. (2003). As imagens: o lúdico e o absurdo no ensino de arte para pré-escolares surdos. In I. R. Silva, S. Kauchakje & Z. M. Gesueli (Orgs), *Cidadania, surdez e linguagem: desafios e realidades* (pp. 161-192). Plexus.
- Rumjanek, J. B. D. (2011). *Novos sinais para a ciência: desenvolvimento de um glossário científico em Libras* [Dissertação de mestrado]. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Santarosa, L. M. C., & Lara, A. T. S. (1997). Telemática: um novo canal de comunicação para deficientes auditivos. *Revista Integração*, *7*(18), 47-52.
- Saravanan, S., & Juliet, D. S. (2018). Education through technical games. In *Proceedings of 2018 Second International Conference on Advances in Electronics, Computers and Communications*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. Recuperado de <https://doi.org/10.1109/ICAEECC.2018.8479425>
- Severino, A. J. (2007). *Metodologia do trabalho científico* (23ª ed.). Cortez.
- Silva, I. R., Kumada, K. M. O., & Amado, B. C. (2018). Libras, português e ciências para surdos: reflexões necessárias para uma prática escolar bilíngue. In I. R. Silva & M. P. M. Silva (Orgs.), *Letramento na diversidade: surdos aprendendo a ler/escrever* (pp. 267-292). Mercado de Letras.
- Silva, I. R., Nogueira, A. S., Hildebrand, H. R., & Kumada, K. M. O. (2013). O uso de jogos eletrônicos no processo ensino-aprendizagem de surdos. In L. E. R. Valle, M. J. V. M. Mattos & J. W. Costa (Orgs.), *Educação digital: a tecnologia a favor da inclusão* (pp. 213-238). Penso.
- Skliar, C. (2015). A localização política da educação bilíngue para surdos. In C. Skliar (Org.),

Atualidade da educação bilíngue para surdos: interfaces entre pedagogia e linguística (5ª ed., pp. 7-23). Mediação.

Soares, R. S. (2013). *Educação bilíngue de surdos: desafios para a formação de professores* [Dissertação de mestrado]. Universidade de São Paulo.

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/09500690903386435>

Wang, S.-M., Chen, K.-T., Hou, H.-T., & Li, C.-T. (2017). A science history educational board game with augmented reality integrating collaborative problem solving and scaffolding strategies. In Y. Hayashi, M. Mathews, T. Supnithi, W. Chen, J.-C. Yang, A. F. Mohd Ayub, S. L. Wong & A. Mitrovic (Eds.), *Workshop proceedings of the 25th International Conference on Computers in Education* (pp. 40-47). Asia-Pacific Society for Computers in Education.