

O uso de jogos digitais no ensino de Ciências Naturais e Biologia: uma revisão sistemática de literatura

Taynara Rúbia Campos e Daniela Karine Ramos

Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil. E-mails: taynara.rubia@gmail.com, dadaniela@gmail.com

Resumo: Os jogos digitais são ambientes virtuais e artefatos culturais que possuem suas próprias regras. Muitos pesquisadores em Educação querem desvendar seu potencial como recurso para o processo de ensino e aprendizagem de várias disciplinas, entre elas as Ciências Naturais e a Biologia. Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo caracterizar a utilização de jogos digitais no ensino de Ciências Naturais e Biologia no Ensino Fundamental e Médio, partindo da análise da produção acadêmica Brasileira e internacional. Para tanto, uma revisão sistemática foi realizada em seis bases de dados, sendo elas: ERIC, Science Direct, Periódicos da Capes, Scielo, Base Brasileira de Teses e Dissertações e a Base de Teses e Dissertações da Capes, utilizando as palavras-chaves "videogames", "digital games", "electronic games", "computer games", "biology" e "science education" de maneira combinada. A análise dos trabalhos evidenciou que a maioria dos resultados dos artigos tem desfecho positivo, indicando que os jogos digitais auxiliaram no aumento de notas, proporcionaram um ensino mais motivador, abordaram conceitos teóricos, contribuíram com o desenvolvimento de habilidades importantes como a resolução de problemas e a organização de ideias. Também foi possível observar que os autores se interessam não somente se há aprendizado com os jogos digitais, mas também em como esse aprendizado acontece e como pode ser aprimorado, levando em consideração os diferentes contextos de uma sala de aula. Ainda há aspectos do uso de jogos digitais no ensino de Ciências Naturais e Biologia que precisam ser explorados, como a integração eficaz dos jogos digitais às aulas e atividades curriculares e extracurriculares, a criação de jogos digitais eficazes e divertidos para o ensino, bem como o uso dos mesmos para um ensino crítico e reflexivo sobre as ciências.

Palavras chave: aprendizagem baseada em jogos digitais, ensino de ciências, ensino de Biologia, jogos digitais, revisão sistemática, videogame.

Title: Use of digital games in Natural Science and Biology education: a systematic review of literature

Abstract: Digital games are virtual environments and cultural artifacts that have their own rules. Many researchers in Education want to discover its potential as a resource for the teaching and learning process of different disciplines, including Natural Sciences and Biology. Given this scenario, this study aims to characterize the use of digital, educational or commercial games in the teaching of Natural Sciences and Biology in Elementary and High School, starting from the analysis of Brazilian and international

academic production. Therefore, a systematic review was carried out in six databases, namely: ERIC, Science Direct, Capes Journals, Scielo, Brazilian Thesis, and Dissertation Base and Capes Thesis and Dissertation Base, using the keywords " videogames "; " digital games "; " electronic games "; " computer games "; " biology "and" science education " in different combinations. The analysis of the works showed that most of the results of the articles have a positive outcome, indicating that digital games helped to increase grades, provided a more motivating teaching, addressed theoretical concepts, contributed to the development of important skills such as problem solving and the organization of ideas. It was also possible to observe that the authors are interested not only if the use of digital games generate learning, but also in how that learning happens and how it can be improved, taking into account the different contexts of a classroom. There are still aspects of the use of digital games in the teaching of Natural Sciences and Biology that need to be explored, such as the effective integration of digital games into classes and curricular and extracurricular activities, the creation of effective and fun digital games for teaching, as well as its use for critical and reflective teaching on the sciences.

Keywords: game-based learning, science teaching, Biology teaching, digital games, systematic review, videogame.

Introdução

A tecnologia pode ser entendida, de modo geral, como métodos, artefatos ou técnicas criadas pelos humanos para melhorar a sua vida, sendo utilizada em várias áreas, incluindo a educação (Oliveira, 2013). A rápida evolução da tecnologia vem provocando transformações no cotidiano da sociedade, em várias áreas de atuação, desde empresas, instituições governamentais e até mesmo na escola (Prensky, 2012).

Por mais que o termo "tecnologia" seja, geralmente, ligado ao que tem de mais avançado, como computadores, jogos digitais, celulares e até mesmo à robótica, qualquer artefato criado para auxiliar os humanos, seja de forma direta ou simbólica, pode ser chamado de tecnologia, incluindo objetos do cotidiano, sejam avançados ou não, desde lápis, talheres e papel até os computadores e, claro, os jogos digitais (Ramos, 2011). Entretanto, no âmbito da educação destacam-se as Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), pois têm ganhado, nos últimos anos, cada vez mais espaço e importância nas diversas esferas sociais (Oliveira, 2013).

Os avanços tecnológicos e as mudanças decorrentes dos mesmos que incluem os modos de pensar, comunicar, produzir, registrar e compartilhar informações reverberam sobre as formas de aprender. Essas apresentam desafios à educação, resultando não somente na reflexão sobre novas metodologias, mais ativas e críticas, mas também em novas teorias educacionais que possibilitem interpretar a situação atual da escola (Silva e Ferreira, 2014).

Para Prensky (2012), grande parte dos alunos de hoje estão submersos nessa sociedade e tem forte relação com a tecnologia. Assim, modelos tradicionais de ensino não conseguem responder as novas demandas, bem como cumprir uma das funções da educação que é preparar os estudantes

para o seu futuro, o que inclui a atuação em novas profissões. Dessa forma, uma aprendizagem pautada somente na memorização de conteúdos pode não ser o suficiente, fazendo com que seja necessário mudar o foco para um ensino que priorize o desenvolvimento de habilidades e atitudes condizentes com o atual contexto atual (Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins, 2011).

O desenvolvimento tecnológico promoveu o melhor desempenho dos computadores e o aprimoramento da qualidade dos recursos gráficos e sonoros, o que resultou em uma explosão na indústria dos jogos digitais, responsável pela produção de milhares de jogos dos mais variados tipos e para diversas plataformas (Prensky, 2012). O autor complementa que devido a esses recursos, os jogos digitais têm a capacidade de imergir os jogadores em mundos virtuais repletos de belas paisagens, histórias e sons, todos interativos. Conseqüentemente, essa nova forma de entretenimento presente na cultura contemporânea atrai o olhar de pesquisadores em Educação querendo saber o que torna os jogos digitais tão atraentes e qual seu potencial para o ensino e a aprendizagem (Kirriemuir e McFarlane, 2004).

No que se refere à aprendizagem baseada em jogos digitais, Van Eck (2015) descreve quatro maneiras mais comuns do seu uso em contextos educacionais. A primeira refere-se a criação de jogos digitais pelos próprios estudantes, sendo esta comumente pautada em objetivos que abordam conteúdos e habilidades específicas, como a lógica, a programação, o pensamento sistemático, o pensamento crítico, a resolução de problemas e a pesquisa de informações. Outra alternativa se refere à integração de jogos educativos ou serious games que são especialmente desenvolvidos para trabalhar determinadas habilidades e conteúdos. A terceira maneira prevê o uso de jogos digitais comerciais na sala de aula, como alternativa para sensibilização ou abordagem de algum conteúdo previsto no currículo. Por fim, Van Eck (2015) destaca a gamificação que faz o uso de elementos de jogos em contextos que não são jogos.

Nos contextos educacionais destacam-se especialmente os jogos educativos, pois são desenvolvidos com o objetivo de promover a aprendizagem ou mudar comportamentos, os quais são integrados aos processos educativos para criar experiências que gerem o aprendizado (Van Eck, 2006).

Diante disso, pesquisas estão sendo realizadas para analisar o uso dos jogos digitais na em diversas disciplinas, como línguas (Baier Schmidt, 2013; Wichadee e Pattanapichet, 2018), Matemática (Santos, 2012; Zhi-Hong, Liao, Cheng, Yeh, & Chan, 2012), Física (Shute, Ventura, & Kim, 2013; Van Eaton, Clark, & Smith, 2015), Química (Winter, Wentzel, & Ahluwalia, 2016), História (Shih, Jheng, & Tseng, 2015), entre outros, em vários níveis acadêmicos (Bollinger et al., 2015) e em vários contextos (Atwood-Blaine & Huffman, 2017; Campos, Silva, Machado, Porciuncula, & Kissner, 2011).

Os jogos digitais podem ser utilizados em diferentes tecnologias, como os computadores, consoles de videogame e os celulares (Prensky, 2012). Para Schuyttema (2008), os jogos digitais são atividades lúdicas compostas por uma série de desafios que levam o jogador a tomar decisões e realizar ações, as quais são limitadas pelas regras e pelo próprio contexto do jogo.

No Parâmetro Curricular Nacional (PCN) do Brasil os jogos são apontados como recursos didáticos que favorecem o ensino e a aprendizagem de diversos conteúdos, abordando de modo lúdico os conceitos teóricos adquiridos em aula. Para além dos conceitos, os jogos favorecem desenvolvimento de outras habilidades cognitivas e sociais importantes, como a resolução de problemas, a autonomia, o pensamento lógico e o trabalho em grupo (Brasil, 2006). Andrade, Melo, Ricardo e Santos (2015) afirmam que o uso de materiais didáticos lúdicos, como os jogos, em disciplinas de conteúdos extensos e complexos, como as Ciências Naturais e a Biologia, a Física, a Química, a Matemática, entre outras, é uma poderosa ferramenta, pois permite que o conteúdo seja apresentado de forma mais dinâmica e significativa.

Gee (2003) afirma que os jogos estimulam o interesse do aluno, desenvolvem experiências sociais e pessoais significativas, ajudam a adquirir novos conhecimentos, bem como favorecem a reformulação de antigos. Para o autor, a ideia principal da aprendizagem baseada em jogos digitais não é somente utilizar os jogos digitais em sala, mas inspirar um ensino que procure contemplar os princípios de aprendizagem presentes nos jogos digitais como alternativa para transformar a educação em algo mais divertido, motivador, crítico e significativo para os estudantes.

Os jogos digitais podem atuar na produção e construção de conhecimentos, no desenvolvimento de habilidades cognitivas, como a lógica, a memorização, a atenção e a resolução de problemas, além de ressignificar valores e comportamentos (Moita, 2007; Ramos, 2013). Eles permitem o contato com mundos diferentes, com regras e culturas próprias, aproximando o conhecimento com a prática, incorporando diferentes formas de saber, de fazer, de ser e de dar significado (Shaffer, Squire, Halverson, & Gee, 2005). Nos jogos digitais é possível ser ativo e participar pensando, agindo, falando de formas diferentes e assumindo diversos papéis para alcançar os mais variados objetivos. Assim, essa experiência faz com que seja possível o desenvolvimento de uma compreensão situada e significativa, ou seja, a experiência nesses contextos diversos propicia o entendimento de conceitos complexos, fazendo a conexão entre ideias abstratas e problemas reais (Squire, 2003).

Apesar disso, o ensino de Ciências Naturais e Biologia geralmente está associado com a memorização (e o posterior esquecimento) de conceitos científicos, ao envolvimento de conteúdos teóricos densos e complexos e ao método expositivo tradicional, deixando de lado a importante e essencial integração entre a realidade e os conceitos teóricos ensinados em aula (Melo, Ávila, & Santos, 2017). Os autores complementam que, por esse motivo, há uma tendência de adicionar o lúdico, a contextualização e a prática nas aulas para tornar a aprendizagem mais significativa e o ensino mais motivador. Afinal, como está descrito no PCN, o ensino de Ciências e Biologia deveria proporcionar ao aluno as ferramentas para formular questões, buscar informações, analisá-las, propor soluções para problemas fictícios e reais, colocando em prática conceitos e atitudes adquiridas na aula, desenvolvendo a cidadania crítica, reflexiva e ativa (Brasil, 2006). Essas habilidades são importantes para o desenvolvimento do indivíduo em várias esferas, desde a cognitiva até a emocional (Longo, 2012).

Atualmente, as instituições escolares aceitam, em grande parte, a importância dos jogos, digitais ou analógicos, no processo de ensino e aprendizagem (Kirriemuir & McFarlane, 2004). Mesmo assim, ainda se tem um longo caminho até que as tecnologias sejam inteiramente aceitas, entendidas e utilizadas com todo seu potencial.

Nessa perspectiva, Knuppe (2006) afirma que um dos grandes desafios dos professores atuais é a falta de interesse e motivação dos alunos, além da dificuldade em competir com um mundo cada vez mais tecnológico, o que torna imprescindível aos profissionais da área entenderem o potencial das tecnologias no ensino, não como substitutos e sim como meios que possuem significado e intencionalidade. Por esse motivo, é de urgente importância que, no decorrer da formação dos professores, exista a oportunidade de uma alfabetização tecnológica e crítica que vise o uso das mesmas em sala de aula (Ramos, 2009).

Considerando o cenário atual, escolar e científico, das pesquisas com jogos digitais e de sua potencial utilização nas salas de aula, esse estudo tem como objetivo caracterizar as experiências de uso de jogos digitais em aulas de Ciências Naturais e Biologia do Ensino Fundamental e Médio, a partir de um levantamento sistemático de estudos nacionais e internacionais.

Metodologia

A revisão sistemática, assim como outros tipos de revisão, consiste em utilizar a literatura sobre um tema distinto como a principal fonte de dados (Sampaio e Mancini, 2007). Neste estudo o objetivo da revisão é reunir essas evidências para responder, de forma imparcial, uma pergunta específica que norteia a revisão, utilizando uma metodologia criteriosa para realizar uma análise crítica dos resultados (Sampaio e Mancini, 2007).

Assim, uma revisão sistemática da literatura nacional e internacional foi realizada no período de 2017 a 2018, procurando responder a pergunta de pesquisa: "Como são utilizados os jogos digitais no ensino de ciências naturais e biologia?" Todos os resultados foram sintetizados, organizados e tabulados. Na sequência procedeu a análise descritiva foi feita dos dados recolhidos.

A busca foi feita em seis bases de dados: *Education Resources Information Center* (ERIC), Periódicos da Capes, *Science Direct*, SCIELO, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e a Base de Teses e Dissertações da Capes. Os termos utilizados na busca foram: "videogames", "digital games", "electronic games", "computer games", "biology" e "science education". Além disso, foram utilizados descritores, *tags* e outras formas de especificar a busca que a base de dados oferecia. Na base de dados para teses e dissertações os termos foram utilizados em português, enquanto nas outras bases, em inglês. As informações relativas à estratégia de busca estão sintetizadas na abaixo (Tabela 1).

Os critérios de inclusão e exclusão foram usados nas duas fases de triagem que aconteceram no estudo. Na primeira foi realizada a leitura dos títulos e resumos de todos os artigos, teses e dissertações encontradas na busca. Na segunda fase foi feita a leitura dos trabalhos na íntegra. Esses

critérios foram formulados baseados na questão principal que o trabalho queria responder.

<p><u>ERIC (Education Resources Information Center)</u></p> <p>Full text available on ERIC + Descritor: Últimos dez anos + Descritor: Biology ((Videogames) OR (computer games) OR (digital game) OR (electronic game)) AND ((biology) OR (science))</p>
<p><u>Periódicos da CAPES</u></p> <p>Busca avançada + TODOS OS ITENS + 2007 até 2017 + Artigos ((Video games) OR (computer games) OR (digital games) OR (electronic games)) AND ((biology) OR (science education))</p>
<p><u>Science Direct</u></p> <p>Busca Avançada + TITLE-ABSTRACT-KEYWORDS ((Video game) OR (computer games) OR (digital game) OR (electronic game)) AND ((biology) OR (science education))</p>
<p><u>SCIELO</u></p> <p>Todos os índices ((Video game) OR (computer games) OR (digital game) OR (electronic game)) AND ((biology) OR (science education))</p>
<p><u>BDTD (Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações)</u></p> <p>Busca avançada + Todos os campos + De 2007 a 2017 + Todos os termos (Videogame) AND (jogos digitais) AND (jogos de computador) AND (jogos eletrônicos) AND (biologia) AND (educação) AND (ensino de ciências)</p>
<p><u>Base de teses e dissertações da CAPES</u></p> <p>Refinar por "Data": 2007 - 2017</p> <p>Refinar por "Grande Área de Conhecimento" = Ciências exatas e da Terra e Ciências Biológicas + Refinar por "Área de Conhecimento": Biofísica, Bioquímica, Química, Física, Biologia Geral, Botânica, Fisiologia, Ecologia, Genética, Microbiologia, Oceanografia biológica.</p> <p>((Video game) OR (jogos digitais) OR (jogos de computador) OR (jogos eletrônicos)) AND ((biologia) OR (ensino de ciências))</p>

Tabela 1.- Estratégias de busca utilizadas em cada base de dados.

Os critérios de inclusão utilizados foram: 1. Os trabalhos encontrados estavam dentro do tema "uso de jogos digitais no ensino de ciências e biologia"; 2. Feitos entre 2007 e a última busca em 2017; 3. Escritos em Português, Inglês ou Espanhol; 4. Demonstravam alguma intervenção em aulas de ciências naturais e biologia utilizando jogos digitais; 5. Trabalhos feitos com o ensino fundamental e/ou médio.

Além disso, a triagem considerou ainda os seguintes critérios de exclusão: 1. Estudos que estavam incompletos na base de dados; 2.

Trabalhos repetidos; 3. Revisões; 4. Coletâneas; 5. Pesquisas feitas em outros níveis escolares; 6. Utilizavam jogos não digitais ou outros recursos tecnológicos; 7. Feitos com outros sujeitos que não estudantes; 8. Feitos em outras disciplinas, como química e física.

Resultados

As buscas nas bases de dados resultaram em 4.027 estudos ao todo, mas somente 121 passaram pelos critérios de seleção e exclusão da primeira fase da triagem e foram selecionados para a segunda fase desta etapa, onde os artigos foram lidos na íntegra e submetidos aos critérios de seleção e exclusão novamente. Nesta segunda fase da triagem, após todos os procedimentos concluídos, 29 estudos foram selecionados e incluídos na revisão.

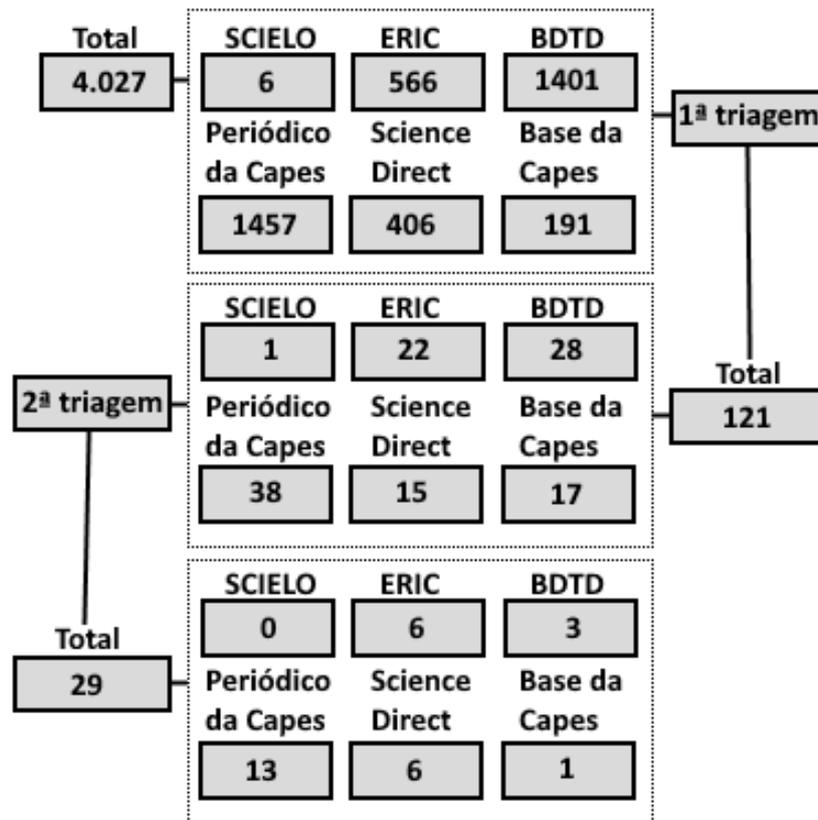


Figura 1.- Esquema simplificado da busca feita nas bases de dados.

A maioria dos estudos é de 2015 (Cheng, Liao, Cheng, Yeh, & Chan, 2015; Limeira, 2015; Machado, 2015; Majumdar, 2015; Nussbaum et al., 2015; Sadler, Romine, Menon, Ferdig, & Annetta, 2015). Contudo, nota-se que eles foram distribuídos durante os anos, começando em 2008 e com crescimento a partir de 2012, com, pelo menos, uma pesquisa encontrada por ano.

A análise dos trabalhos selecionados observou os dados referentes aos níveis e anos escolares mais abordados nas intervenções, a metodologias das pesquisas, os instrumentos utilizados e a frequência da utilização dos

jogos nas intervenções, os jogos utilizados, os conteúdos abordados neles e os resultados destes estudos.

Níveis e anos escolares

A maioria das pesquisas apresentavam intervenções no ensino fundamental, 17 ao total (Beier, Miller, & Wang, 2012; Corredor, Squire, & Gaydos, 2013; Chu & Chang, 2013; Epstein *et al.*, 2016; Franklin, 2008; Gaydos & Squire, 2012; Ketelhut, Nelson, Schifter, & Kim, 2013; Klisch, Miller, Wang, & Epstein, 2012; Lester *et al.*, 2014; Limeira, 2015; Majumdar *et al.*, 2015; Marino *et al.*, 2014; Meluso, Zheng, & Spires, H. A., & Lester, 2012; Miller, Chang, & Wang, S., Beier, M. E., & Klisch, 2011; Nussbaum *et al.*, 2015; Silva, 2016; Wrzesien e Raya, 2010). A quantidade de estudos que contemplavam o ensino médio foi de 13 estudos ao total (Anetta, Minogue, Holmes, & Cheng, 2009; Barko & Sadler, 2013; Bonde *et al.*, 2014; Cheng *et al.*, 2015; Cheng, Lin, She, & Kuo, 2016; Herrero *et al.*, 2014; Lima, 2017; Machado, 2015; Miller *et al.*, 2011; Muehrer, Jenson, Friedberg, & Husain, 2012; Sadler, Romine, Stuart, & Merle-Johnson, 2013; Sadler *et al.*, 2015; Stegman, 2014). É importante notar que Miller e colaboradores (2011) fizeram intervenções tanto no ensino médio quanto fundamental.

Quatro pesquisas feitas no ensino fundamental (Gaydos e Squire, 2012; Franklin, 2008; Miller *et al.*, 2011; Marino *et al.*, 2014) e sete do ensino médio (Anetta *et al.*, 2009; Barko e Sadler, 2013; Bonde *et al.*, 2014; Miller *et al.*, 2011; Muehrer *et al.*, 2012; Sadler *et al.*, 2013; Sadler *et al.*, 2015;) não especificavam o ano escolar. Além disso, é importante ressaltar que seis pesquisas foram feitas em vários anos escolares diferentes, tanto no ensino fundamental quanto médio, como pode ser observado na tabela abaixo (Tabela 2). É importante ressaltar que seis pesquisas foram feitas em vários anos escolares diferentes, tanto no ensino fundamental quanto médio e cada intervenção foi contada individualmente na construção do gráfico abaixo (Figura 2) (Beier *et al.*, 2012; Epstein *et al.*, 2016; Klisch *et al.*, 2012; Limeira, 2015; Majumdar *et al.*, 2015; Miller *et al.*, 2011).

É importante ressaltar que seis pesquisas foram feitas em vários anos escolares diferentes, tanto no ensino fundamental quanto médio e cada intervenção foi contada individualmente na construção do gráfico abaixo (Figura 2) (Beier *et al.*, 2012; Epstein *et al.*, 2016, Klisch *et al.*, 2012; Limeira, 2015; Majumdar *et al.*, 2015; Miller *et al.*, 2011).

A maioria dos trabalhos, 15 ao todo, utilizaram a abordagem mista, analisando de tanto dados qualitativos como quantitativos, principalmente nos estudos desenvolvidos com o ensino fundamental (Cheng *et al.*, 2016; Chu & Chang, 2013; Corredor *et al.*, 2013; Epstein *et al.*, 2016; 6; Franklin, 2008; Herrero *et al.*, 2014; Franklin, 2008; Gaydos e Squire, 2012; Ketelhut *et al.*, 2013; Klisch *et al.*, 2012; Limeira, 2015; Machado, 2015; Marino *et al.*, 2014; Muehrer *et al.*, 2012; Sadler *et al.*, 2013; Stegman, 2014; Wrzesien e Raya, 2010).

Entre as 29 pesquisas incluídas na revisão, 26 tinham como um dos objetivos principais verificar a aprendizagem resultante do uso dos jogos digitais (Anetta *et al.*, 2009; Barko e Sadler, 2013; Beier *et al.*, 2012; Cheng *et al.*, 2015; Cheng *et al.*, 2016; Chu e Chang, 2013; Corredor *et al.*,

2013; Epstein et al., 2016; Franklin, 2008; Gaydos e Squire, 2012; Herrero et al., 2014; Ketelhut et al., 2013; Klisch et al., 2012; Lester et al., 2014; Limeira, 2015; Machado, 2015; Marino et al., 2014; Meluso et al., 2012; Miller et al., 2011; Muehrer et al., 2012; Nussbaum et al., 2015; Sadler et al., 2015; Sadler et al., 2013; Silva, 2016; Stegman, 2014; Wrzesien e Raya, 2010). Outros objetivos citados foram a motivação (Anetta et al., 2009; Bonde et al., 2014; Chu e Chang, 2013; Franklin, 2008; Ketelhut et al., 2013; Marino et al., 2014; Wrzesien e Raya, 2010), o interesse em ciências ou no conteúdo trabalhado (Nussbaum et al., 2015; Sadler et al., 2015), o interesse em carreiras científicas (Bonde et al., 2014; Miller et al., 2011), a construção de uma identidade científica (Beier et al., 2012), a auto eficácia (Bonde et al., 2014; Meluso et al., 2012; Stegman, 2014), a opinião dos estudantes quanto a utilidade do jogo para o seu aprendizado (Chu e Chang, 2013) e a mudança de atitude quanto a um determinado conteúdo (Epstein et al., 2016; Klisch et al., 2012; Majumdar et al., 2015).

Autor, ano	Amostra e nível de ensino
Herrero et al., 2014	22 estudantes do primeiro ano do ensino médio.
Franklin, 2008	95 estudantes do ensino fundamental.
Epstein et al., 2016	244 estudantes do sétimo ao nono ano.
Gaydos; Squire, 2012	21 estudantes do ensino fundamental.
Nussbaum et al., 2015	119 estudantes do oitavo ano.
Ketelhut et al., 2013	20 estudantes do oitavo ano.
Anetta et al., 2009	129 estudantes do ensino médio.
Cheng et al., 2015	75 estudantes do primeiro ano do ensino médio.
Cheng et al., 2016	63 estudantes do primeiro ano do ensino médio.
Lester et al., 2014	1.408 estudantes do ensino fundamental.
Meluso et al., 2012	100 estudantes do ensino fundamental (6º ano).
Miller et al., 2011	385 estudantes do ensino fundamental e 350 do ensino médio.
Wrzesien e Raya, 2010	48 estudantes do ensino fundamental (5º ano).
Sadler et al., 2013	647 estudantes do ensino médio.
Sadler et al., 2015	1.888 estudantes do ensino médio.
Corredor et al., 2013	86 estudantes do ensino fundamental (7º ano).
Stegman (2014)	Primeiro ao terceiro ano do ensino médio.
Klisch et al., 2012	444 estudantes do ensino fundamental (do 7º ano ao 9º ano).
Marino et al., 2014	57 estudantes do ensino fundamental.
Bonde et al., 2014	246 estudantes do ensino médio.
Muehrer et al., 2012	161 estudantes do ensino médio.
Barko; Sadler, 2013	90 estudantes do ensino médio.
Beier et al., 2012	374 estudantes do ensino fundamental (do 7º ano ao 9º ano).
Chu; Chang, 2013	53 estudantes do ensino fundamental (6º ano).
Majumdar et al., 2015	582 estudantes do ensino fundamental.
Silva, 2016	50 estudantes do ensino fundamental (8º ano).
Limeira, 2015	43 estudantes do ensino fundamental
Lima, 2017	15 estudantes do ensino médio (3º ano).
Machado, 2015	79 estudantes do ensino médio.

Tabela 2.- Dados da amostra e níveis de ensino por estudo.

Treze estudos separaram os participantes da intervenção em condições diferentes para comparar os resultados do grupo controle e com do grupo experimental (Anetta et al., 2009; Cheng et al., 2015; Chu e Chang, 2014; Corredor et al., 2013; Epstein et al., 2016; Franklin, 2008; Lester et al., 2014; Limeira, 2015; Machado, 2015; Majumdar et al., 2015; Marino et al., 2014; Meluso et al., 2012; Muehrer et al., 2012; Nussbaum et al., 2015; Sadler et al., 2013; Sadler et al., 2015; Stegman, 2014; Wrzesien e Raya, 2010).

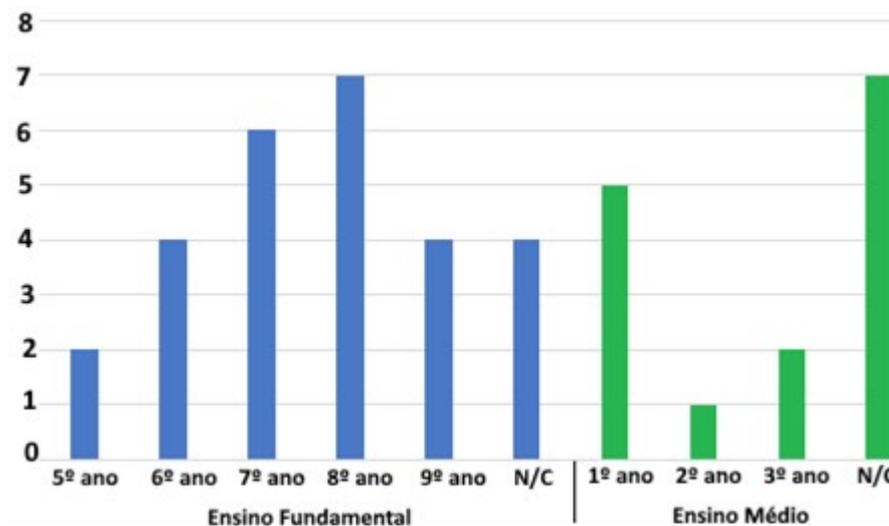


Figura 2.- Número de estudos por ano escolar.

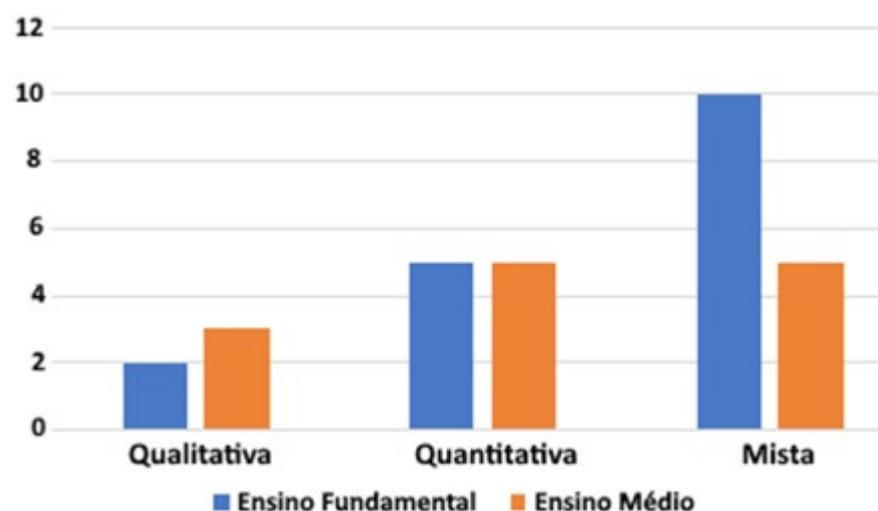


Figura 3.- Número de pesquisas por tipo de pesquisa.

Metodologia de pesquisa das intervenções

Os procedimentos e as condições descritas nos estudo experimentais ou quase experimentais tiveram diferenças. Em alguns estudos os grupos foram divididos entre os alunos que participariam da intervenção e aqueles que teriam aulas tradicionais (Anetta et al., 2009; Chu e Chang, 2013; Franklin, 2008; Limeira, 2015; Muehrer et al., 2012; Nussbaum et al., 2015; Wrzesien e Raya, 2010;), os que utilizaram o jogo digital específico e

os que jogariam outros jogos educativos ou mídias alternativas (Epstein et al., 2016; Majumdar et al., 2015; Stegman, 2014), os alunos que jogariam um contra o outro e os que colaborariam (Epstein et al., 2016), os estudantes que jogariam individualmente e os que jogariam em grupos (Lester et al., 2014; Machado, 2015; Meluso et al., 2012;) e até mesmo questões mais específicas, como alunos com dificuldades de aprendizagem (Marino et al., 2014) e os que foram separados por sua proficiência em Ciências ou Biologia (Cheng et al., 2015; Sadler et al., 2013). Quatro pesquisas se focaram em verificar se determinada mecânica, design ou atitude dentro do jogo influenciava no aprendizado dos participantes (Cheng et al., 2015; Chu e Chang, 2013; Gaydos e Squire, 2012; Marino et al., 2014).

Frequência de uso do jogo digital

A análise da frequência inclui informações como o tempo jogando, o período da intervenção e a quantidade de sessões com o jogo. Salienta-se que nem todos os estudos apresentavam todas as informações sobre a frequência. Três estudos não continham nenhuma das informações (Bonde et al., 2014; Marino et al., 2014; Muehrer et al., 2012), um trabalho tinha somente o tempo de jogo (Anetta et al., 2009), cinco tinham só o período em que a intervenção foi feita (Barko e Sadler, 2013; Franklin, 2008; Gaydos e Squire, 2012; Limeira, 2015; Sadler et al., 2015;), quatro não apresentavam o número de sessões feitas (Beier et al., 2012; Lester et al., 2014; Meluso et al., 2012; Wrzesien e Raya, 2010), um não tinha por quanto tempo o jogo foi utilizado (Corredor et al., 2013) e quatro não tinham o período de intervenção (Cheng et al., 2015; Cheng et al., 2016; Machado, 2015; Miller et al., 2011). Sete pesquisas fizeram os estudantes jogar de 26 até 45 minutos (Cheng et al., 2015; Cheng et al., 2016; Epstein et al., 2016; Herrero et al., 2014; Klisch et al., 2012; Majumdar et al., 2015; Stegman, 2014). Dez pesquisas fizeram até cinco sessões utilizando o jogo (Beier et al., 2012; Cheng et al., 2015; Cheng et al., 2016; Corredor et al., 2013; Herrero et al., 2014; Klisch et al., 2012; Lester et al., 2014; Machado, 2015; Miller et al., 2011; Stegman, 2014) e nove das intervenções duraram mais de uma semana (Barko e Sadler, 2013; Corredor et al., 2013; Epstein et al., 2016; Franklin, 2008; Lester et al., 2014; Limeira, 2015; Sadler et al., 2013; Sadler et al., 2015; Stegman, 2014), por dois motivos: a quantidade de participantes (Epstein et al., 2016) e a integração com outras atividades (Sadler et al., 2013). Alguns trabalhos traziam o número de aulas em que a intervenção foi feita, sendo cinco deles em até cinco aulas (Chu e Chang, 2013; Ketelhut et al., 2016; Klisch et al., 2012; Nussbaum et al., 2015; Silva, 2016).

Instrumentos utilizados nas intervenções

Dezoito estudos utilizavam a aplicação de testes de conteúdo antes e após a intervenção para comparar os resultados do pré-teste com o pós-teste para verificar a aquisição de conhecimento conceitual (Barko e Sadler, 2013; Cheng et al., 2015; Cheng et al., 2016; Chu e Chang, 2013; Epstein et al., 2016; Franklin, 2008; Klisch et al., 2012; Lester et al., 2014; Machado, 2015; Marino et al., 2014; Meluso et al., 2012; Miller et al., 2011; Muehrer et al., 2012; Nussbaum et al., 2015; Sadler et al., 2013;

Sadler et al., 2015; Stegman, 2014; Wrzesien e Raya, 2010). Porém, as avaliações pré e pós intervenção também foram utilizadas para outras finalidades, como verificar se a intervenção influenciou a mudança de comportamentos ou opiniões, o aumento de interesse na aula, em ciências ou carreiras científicas, entre os outros objetivos verificados anteriormente. Quatro estudos ainda fizeram testes de retenção que foram aplicados após determinado tempo para analisar se o conhecimento adquirido durante a intervenção ainda era lembrado (Cheng et al., 2015; Epstein et al., 2016; Limeira, 2015; Nussbaum et al., 2015).

As observações em sala de aula foram utilizadas em 13 pesquisas (Franklin, 2008; Gaydos e Squire, 2012; Herrero et al., 2014; Ketelhut et al., 2013; Lester et al., 2014; Lima, 2017; Majumdar et al., 2015; Muehrer et al., 2012; Sadler et al., 2013; Sadler et al., 2015; Wrzesien e Raya, 2010) e as entrevistas em nove estudos (Corredor et al., 2013; Franklin, 2008; Gaydos e Squire, 2012; Herrero et al., 2014; Limeira, 2015; Marino et al., 2014; Majumdar et al., 2015; Muehrer et al., 2012; Sadler et al., 2013), com um deles (Gaydos e Squire, 2012) optando por fazê-las antes e depois da intervenção para comparar as respostas e dois utilizando o método de "thinking aloud, onde os participantes fazem uma ação enquanto respondem às perguntas e descrevem seu pensamento por trás do que estão fazendo (Corredor et al., 2013; Gaydos e Squire, 2012;).

O estudo de Muehrer e colaboradores (2012) utilizou as estatísticas do próprio jogo, como quantas vezes os alunos tinham que tentar passar a mesma fase, quanto tempo demoravam para passar de um nível, o número de derrotas, entre outros, para averiguar como e se os estudantes estavam aprendendo, além de como jogavam ou se estavam motivados.

Jogos digitais de Ciências Naturais e Biologia

Entre os 29 estudos incluídos, 27 fazem uso de jogos digitais que foram desenvolvidos com fins educativos (Anetta et al., 2009; Barko e Sadler, 2013; Beier et al., 2012; Bonde et al., 2014; Cheng et al., 2015; Cheng et al., 2016; Chu e Chang, 2013; Corredor et al., 2013; Epstein et al., 2016; Franklin, 2008; Gaydos e Squire, 2012; Ketelhut et al., 2013; Klisch et al., 2012; Lester et al., 2014; Lima, 2017; Limeira, 2015; Majumdar et al., 2015; Marino et al., 2014; Meluso et al., 2012; Miller et al., 2011; Muehrer et al., 2012; Nussbaum et al., 2015; Sadler et al., 2013; Sadler et al., 2015; Silva, 2016; Stegman, 2014; Wrzesien e Raya, 2010). Excluindo os estudos que utilizaram o mesmo jogo e contando os estudos que propuseram o uso de mais de um, temos um total de 30 jogos digitais educativos analisados. Dois jogos comerciais foram utilizados em quatro trabalhos (Herrero et al., 2014; Franklin, 2008; Miller et al., 2011; Silva, 2016).

Importante notar que 19 pesquisas eram de autores que desenvolveram ou participaram do desenvolvimento do jogo (Anetta et al., 2009; Barko e Sadler, 2013; Beier et al., 2012; Bonde et al., 2014; Cheng et al., 2016; Chu e Chang, 2013; Epstein et al., 2016; Franklin, 2008; Gaydos e Squire, 2012; Lester et al., 2014; Lima, 2017; Limeira, 2015; Majumdar et al., 2015; Miller et al., 2011; Nussbaum et al., 2015; Sadler et al., 2013; Sadler et al., 2015; Wrzesien e Raya, 2010).

Um desses estudos não descreveu o nome do jogo criado (Chu e Chang, 2013) e outro utilizou um jogo que já existia e criou uma modificação com fins educativos (Franklin, 2008).

Os conteúdos trabalhados foram variados e ao todo foram separados 16 temas. Dentre os temas abordados, descritos na tabela 3, 11 estudos utilizaram jogos digitais para abordar conteúdos relacionados à área da genética (Anetta et al., 2009; Barko e Sadler, 2013; Beier et al., 2012; Bonde et al., 2014; Franklin, 2008; Lima, 2017; Marino et al., 2014; Miller et al., 2011; Muehrer et al., 2012; Sadler et al., 2013; Sadler et al., 2015), seis abordando conteúdos relacionados à ecologia (Gaydos e Squire, 2012;; Lester et al., 2014; Machado, 2015; Meluso et al., 2012; Nussbaum et al., 2015; Wrzesien e Raya, 2010), cinco de biologia molecular (Barko e Sadler, 2013; Bonde et al., 2014; Miller et al., 2011; Sadler et al., 2013; Sadler et al., 2015;), estes geralmente junto com genética, e três de evolução e temas relacionados (Herrero et al., 2014; Ketelhut et al., 2013; Silva, 2016). Temas transversais como educação ambiental (Gaydos e Squire, 2012; Klisch et al., 2012), drogas (Epstein et al., 2016; Klisch et al., 2012), hábitos alimentares (Majumdar et al., 2015) e até mesmo a prevenção de doenças (Limeira, 2015) também foram tratados.

Resultados das intervenções

Dezessete estudos reportaram resultados positivos quanto ao aumento de notas (Barko e Sadler, 2013; Cheng et al., 2015; Cheng et al., 2016; Chu e Chang, 2013; Epstein et al., 2016; Franklin, 2008; Klisch et al., 2012; Lester et al., 2014; Limeira, 2015; Meluso et al., 2012; Miller et al., 2011; Muehrer et al., 2013; Nussbaum et al., 2015; Sadler et al., 2013; Sadler et al., 2015; Stegman, 2015; Wrzesien e Raya, 2010), sendo que cinco artigos encontraram aumento de notas nas duas condições testadas, sem diferença significativa entre elas (Barko e Sadler, 2013; Meluso et al., 2012; Muehrer et al., 2013; Sadler et al., 2013; Sadler et al., 2015; Wrzesien e Raya, 2010). Anetta e colaboradores (2009) não observaram aumento significativo nas notas, assim como Marino e colaboradores (2014) não notaram nem aumento de notas nem diferença entre as condições da intervenção. Já Machado (2015) reportou resultados limitados quanto a intervenção. Contudo, quatro estudos demonstraram aumento de notas e diferenças significativas entre as duas condições (Corredor et al., 2013; Epstein et al., 2016; Franklin, 2008; Nussbaum et al., 2015). Por fim, quatro pesquisas apresentam resultados positivos nas provas de retenção de conteúdo (Cheng et al., 2015; Epstein et al., 2016; Limeira, 2015; Nussbaum et al., 2015).

Como dito anteriormente, muitos trabalhos exploravam se certas condições influenciavam no aumento de notas. O estudo feito por Epstein e colaboradores (2016), por exemplo, concluiu que o grupo de estudantes que utilizou o jogo proposto teve um aumento maior nas notas do que os que usaram outro jogo educativo. Esse resultado também foi observado por Stegman (2014). Já no trabalho de Nussbaum e colaboradores (2015), os estudantes que fizeram a intervenção com o jogo digital tiveram um aumento de notas maior do que os que utilizaram outro tipo de recurso tecnológico educativo. Limeira (2015) cita que os estudantes tiveram uma

preferência maior pelo jogo digital do que pela animação que tratava do mesmo assunto.

Autor	Jogo digital	Conteúdo abordado
Anetta et al., 2009	MEGA	Genética
Barko e Sadler, 2013	Mission Biotech	Genética e biologia molecular
Beier et al., 2012	CSI: The experience	Genética
Bonde et al., 2014	Labster	Genética e biologia molecular
Herrero et al., 2014	Spore	Evolução Darwiana e seleção natural
Franklin, 2008	Modificação de Second Life	Genética
Epstein et al., 2016	Bacon Brains	Biologia do vício
Gaydos e Squire, 2012	Citizen Science	Educação ambiental e ecologia
Nussbaum et al., 2015	Losing the Lake	Ecologia e mudanças climáticas
Ketelhut et al., 2013	SAVE Science Project: Sheep Trouble	Adaptações dos seres vivos
Cheng et al, 2015	Virtual Age	Paleontologia
Cheng et al., 2016	Virtual Age	Paleontologia
Lester et al., 2014	The Crystal Island: Uncharted Discovery	Ecologia de ecossistemas e alfabetização científica
Meluso et al., 2012	The Crystal Island: Uncharted Discovery	Ecologia de ecossistemas e alfabetização científica
Miller et al., 2011	CSI: The experience	Genética e biologia molecular
Wrzisien e Raya, 2010	E-Junior	Ecologia
Sadler et al., 2012	Mission Biotech	Genética e biologia molecular
Sadler et al. 2014	Mission Biotech	Genética e biologia molecular
Corredor et al., 2013	Virulent	Replicação viral e genética
Stegman, 2014	Immune Attack	Imunologia
Klisch et al., 2012	Uncommon Scents	Educação ambiental
Marino et al., 2014	Cell Command, Crazy Plant Shop, You make me sick! E Reach for the Sun	Biologia celular, genética, microbiologia e fotossíntese
Muehrer et al., 2012	What plant need, The light reaction game, The Calvin cycle game e The transcription game	Fotossíntese e biologia vegetal
Chu e Chang, 2013	N/C	Identificação de aves e pensamento científico
Majumdar et al., 2015	Creature-101	Educação alimentar
Alves, 2016	Jogo do sistema digestório	Sistema digestório
Silva, 2016	Spore	Evolução
Limeira, 2015	Esquadrão 192	Acidente vascular cerebral
Machado, 2015	Calangos	Ecologia

Tabela 3.- Jogos utilizados e conteúdos abordados nos estudos incluídos.

O jeito que os participantes jogavam também pareceu influenciar na melhor performance nos testes. Cinco autores observando que estudantes

que exploravam mais o jogo, jogavam mais níveis e em geral se comprometiam mais na hora de jogar tiraram melhores notas (Cheng et al., 2015; Ketelhut et al., 2013; Miller et al., 2011; Muehrer et al., 2012; Stegman, 2014;). Vale ressaltar que o estudo feito por Ketelhut e colaboradores (2013) visava utilizar um jogo baseado em narrativa como uma forma de avaliação de conteúdo e os resultados foram positivos, pois os estudantes acertaram a maior parte das perguntas.

Ainda, a proficiência em jogos digitais foi um fator importante no aumento de notas no estudo de Miller e colaboradores (2011), porém Cheng e colaboradores (2015), Muehrer e colaboradores (2012) e Stegman (2014) não encontraram a mesma relação. E de modo mais amplo, Marino e colaboradores (2014) relataram que os estudantes preferiram aprender por meio de tecnologias em geral.

Entre os estudos que compararam as aulas tradicionais e a intervenção com o jogo, somente Chu e Chang (2013) reportaram para o aumento significativo nas notas do grupo usando o jogo. O estudo de Muehrer e colaboradores (2012) não demonstrou diferenças significativas no aumento de notas dos estudantes que tiveram aulas antes da intervenção e os que não tiveram, e seis artigos, incluindo o do próprio autor, concluem que as respostas dos alunos ainda apresentavam equívocos ou eram muito superficiais (Anetta et al., 2009; Gaydos e Squire, 2012; Machado, 2015; Muehrer et al., 2012; Nussbaum et al., 2015; Stegman, 2014; Wrzesien e Raya, 2010).

Destaca-se ainda que o jogo integrado na aula (Franklin, 2008; Sadler et al., 2013) e a orientação dos professores (Miller et al., 2012) parecem influenciar no aumento das notas. Gaydos e Squire (2012) afirmam que a saída de campo que acompanhou a intervenção ajudou os alunos, reforçando o conhecimento adquirido e trazendo para a realidade o que viram na aula e no jogo digital.

Cinco estudos reportaram que não houve diferenças significativas no aumento das notas entre meninas e meninos (Beier et al., 2012; Cheng et al., 2015; Meluso et al., 2012; Miller et al., 2011; Stegman, 2014), contudo, no trabalho de Klisch e colaboradores (2012) as meninas tiveram um aumento significativamente maior, enquanto Epstein e colaboradores (2016) reportam o mesmo para os meninos, principalmente os que estavam jogando um contra o outro, invés de colaborando.

Em outra perspectiva, o estudo feito por Meluso e colaboradores (2012) mostrou que tanto os estudantes jogando sozinhos quanto os que estavam jogando juntos tiveram aumento das notas. Por outro lado, Epstein e colaboradores (2016) observaram que os meninos jogando competitivamente tiveram um aumento maior de notas quando comparados com todas as outras condições e, inclusive, as meninas que jogaram competindo também foram melhores do que as que estavam jogando colaborativamente.

Nos dois trabalhos que comparavam diferentes níveis de proficiência em ciências, notou-se que não houve diferenças significativas no aumento de notas entre eles e sim que houve aumento para todos (Cheng et al., 2015; Sadler et al., 2013). Sadler e colaboradores (2013, 2015) observaram que a

intervenção com o jogo gerou melhores resultados para alunos com dificuldade na disciplina.

Muitos estudos concluíram que os estudantes que participaram da intervenção com o jogo digital se mostravam muito mais motivados nas aulas (Anetta et al., 2009; Bonde et al., 2014; Cheng et al., 2016; Chu e Chang, 2013; Epstein et al., 2016; Franklin, 2008; Ketelhut et al., 2013; Miller et al., 2011; Silva, 2016; Wrzesien e Raya, 2010).

Tanto Gaydos e Squire (2012) como Klisch e colaboradores (2012) não tinham evidências suficientes de que o uso do jogo digital fez com que os alunos mudassem de opinião sobre os assuntos abordados, porém Gaydos e Squire (2012) observaram um maior interesse no assunto. Já Majumdar e colaboradores (2015) obtiveram resultados positivos quanto à mudança de hábitos alimentares reportada pelos alunos após a intervenção.

O interesse em carreiras científicas também foi abordado em alguns estudos, tendo resultados variados. Miller e colaboradores (2011) tendem a relatar resultados positivos na relação da imersão experimentada pelos jogadores, identificando aumento do interesse em carreiras científicas. Contudo, Nussbaum e colaboradores (2015), Sadler e colaboradores (2015) e Barko e Sadler (2013) não observaram um aumento significativo no interesse dos alunos em relação a isso. Sadler e colaboradores (2015) reportaram uma correlação positiva entre as notas e o interesse.

A aprendizagem significativa dos estudantes também foi citada pelos pesquisadores (Beier et al., 2012; Corredor et al., 2013; Gaydos e Squire, 2012; Herrero et al., 2014; Ketelhut et al., 2013; Marino et al., 2014), com os estudantes conseguindo explicar de forma mais sofisticada fenômenos científicos e usando exemplos de sua realidade (Gaydos e Squire, 2012; Ketelhut et al., 2013; Marino et al., 2014), criando hipóteses e botando em prática (Beier et al., 2012; Herrero et al., 2014; Machado, 2017) ou resolvendo os problemas propostos no jogo (Ketelhut et al., 2013), além de usar o vocabulário científico adquirido no jogo (Gaydos e Squire, 2012). Os pesquisadores também observaram o desenvolvimento de outras habilidades, como a colaboração entre os participantes (Franklin, 2008), a habilidade de organizar e esquematizar processos biológicos (Corredor et al., 2013), a organização de pensamentos para argumentar (Lester et al., 2014), a auto eficácia (Meluso et al., 2012) e a confiança (Stegman, 2014).

Quatro trabalhos reportaram problemas com os recursos (Franklin, 2008; Ketelhut et al., 2013; Muehrer et al., 2012; Silva, 2016), indo desde o sistema operacional antigo dos computadores disponíveis (Silva, 2016) até o circuito elétrico da escola não aguentar tantos computadores ligados (Ketelhut et al., 2013).

Discussão

A partir dos resultados da revisão, percebe-se que o interesse nos jogos digitais como recursos pedagógicos vêm crescendo, com a maioria dos pesquisadores tendo como principal objetivo de pesquisa averiguar a aprendizagem proporcionada pelos jogos digitais, comparando e analisando diversas condições e estratégias que podem favorecer o seu uso em sala de aula, com uma concentração de estudos no ensino fundamental. Entretanto,

nota-se que a avaliação da aprendizagem, na maioria dos casos, se focou na aprendizagem de conceitos, utilizando testes antes e depois das intervenções e comparando a quantidade de acertos. Alguns estudos utilizaram formas diferentes de avaliar junto com esses testes, como entrevistas, questionários, observações em sala, filmagens, entre outros, como por exemplo, o trabalho de Corredor e colaboradores (2013) que averiguava se os jogos digitais auxiliariam na organização sistematizada de processos biológicos, avaliando a elaboração de esquemas feitos pelos alunos.

Sadler e colaboradores (2012) afirmam que os efeitos de pré e pós testes são geralmente positivos, pois são instrumentos especificamente criados para avaliar a intervenção e estão diretamente ligados a ela. Assim, para os autores, o uso de avaliações de vários níveis (do Inglês "Multi-level assessments") pode ser considerado uma análise mais profunda (Ruiz-Primo, Shavelson, Hamilton & Klein, 2002). Esse método que foi utilizado em quatro pesquisas incluídas nesta revisão. Nesse método as avaliações são organizadas em níveis e envolvem a aprendizagem associada ao currículo, podendo prever, por exemplo, um quiz contendo questões fechadas feito logo após uma aula, o que seria um nível diferente de um aplicado ao final do conteúdo ou da proposição que o aluno aplique o conhecimento adquirido em novos contextos (Sadler et al., 2012). Ruiz-Primo e colaboradores (2002) afirmam que utilizar esse método resulta em uma visão mais ampla sobre a eficácia da intervenção e dos efeitos que a mesma está tendo em diferentes níveis de aprendizado.

A maioria das pesquisas indicou o aumento de notas, porém alguns resultados não apresentaram diferença significativa entre a condição em que os participantes foram separados. Isso indica que mais pesquisas precisam ser feitas para avaliar o motivo para tal situação, especialmente quando as comparações tinham a ver com o aprendizado diretamente ligado com o jogo digital e sem ele. Entretanto, em geral, percebem-se notas melhores dos alunos que utilizaram o jogo, além de uma maior preferência por utilizá-lo, afinal, as intervenções foram, em grande parte, motivadoras e bem aceitas por eles.

Outro resultado evidenciado é que o jogo digital pareceu ajudar alunos que tinham dificuldades maiores na disciplina de ciências, além de trabalhar outras habilidades necessárias, como a resolução de problemas, a aprendizagem significativa, a aquisição de outras habilidades, além da motivação, uma das características principais dos jogos digitais que pesquisadores querem tanto trazer para sala de aula (Prensky, 2012). Contudo, vale observar que os estudos também levantaram problemas como a falta ou as más condições dos recursos tecnológicos nas escolas e a existência de professores resistentes em relação ao uso dos jogos na prática educativa. Além disso, alguns estudos não encontram diferenças estatisticamente significativas entre a aula tradicional e a aula com o jogo. O interesse por carreiras científicas, em geral, não aumentou, assim como não se observou a mudança de opiniões sobre determinados assuntos.

Essas limitações descritas nos estudos envolvem algumas condições indiretas que caracterizam o próprio contexto da escola. Entretanto, os achados também demonstram o potencial dos jogos digitais, como por

exemplo, no estudo feito por Gaydos e Squire (2012) onde, por meio da entrevista com um dos estudantes, foi possível notar o potencial do jogo para mudar conhecimentos prévios e construir novos, observando que argumentos dos alunos incluíam terminologias científicas após a intervenção com os jogos. Já Herrero e colaboradores (2014) concluíram que a principal contribuição do jogo *Spore* para o ensino de evolução foi auxiliar o aluno a identificar, relacionar e aplicar suas próprias concepções, os conceitos teóricos e abstratos aprendidos em aula em um ambiente onde podiam criar e testar suas hipóteses, o que tornava o aprendizado significativo. Beier e colaboradores (2012) sugerem que o jogo foi efetivo em ensinar tanto conhecimento conceitual como prático e Marino e colaboradores (2012) afirmam que houve conexão entre as atividades no mundo virtual e a vida pessoal dos estudantes, destacando-se a motivação, o maior interesse e atenção dedicada as aulas. Esses resultados podem indicar o quão importante é a prática nas disciplinas de ciências, que trata de muitos conceitos abstratos e de difícil visualização, assim quando os estudantes não têm onde aplicar esses conceitos, fazendo com que eles tomem uma forma mais concreta, a disciplina pode cair na memorização de vários termos científicos sem favorecer a atribuição de significado (Bahar, 2003). E os jogos digitais têm esse potencial.

Apesar do número total de estudos incluídos, sente-se falta de mais pesquisas voltadas ao tema, principalmente feitas no Brasil. Certamente, devido aos critérios de seleção e exclusão alguns estudos que não se encaixavam nos critérios específicos, ficaram de fora, como por exemplo estudos voltados ao *design* de jogos educativos ou para outras disciplinas como a matemática, o ensino de línguas ou até mesmo que focavam em outros públicos como estudantes universitários ou o ensino informal. Mas, ainda assim, há uma gama de possibilidades quanto à pesquisa abordando o assunto, em particular no Brasil. O relatório da BNDES (2014) demonstra que o interesse dos brasileiros nos jogos digitais existe, principalmente pelo aspecto do entretenimento, porém não há uma indústria forte no país, sendo a maior parte de seus esforços voltados para o mercado internacional. Ou seja, se não há interesse em criar jogos comerciais no Brasil, pois o custo-benefício é muito grande, imagine criar jogos educativos. Além disso, Guerreiro (2015) comenta que uma equipe multidisciplinar é necessária, bem como tempo e recursos para tal, o que remete a necessidade de mais investimentos e pesquisas na área.

Outra observação pertinente é a falta de informações de forma padronizada, entretanto nota-se que as intervenções dificilmente são feitas em somente um dia ou uma aula, costumam ser divididas em até cinco sessões com o jogo e a duração de tempo jogando geralmente se encaixa dentro do tempo de uma aula, ou seja, até 45 minutos.

Prensky (2012) afirma que com a quantidade de informações e procedimentos que se consegue aprender em um jogo digital ou na internet, os estudantes de hoje estão com cada vez mais dificuldade em entender a relevância da escola, que muitas vezes parece não conseguir acompanhá-los. Vários fatores afetam a implementação e integração das tecnologias, não somente dos jogos digitais, desde às normas da própria escola até os recursos tecnológicos disponíveis. Contudo, o desafio não é somente a aparelhagem e sim uma integração com a cultura digital

emergente (Pretto, 2013; Sadler et al., 2013;). E os professores têm um papel definitivamente importante para a mudança desse cenário, afinal são eles que podem incorporar esses novos recursos e metodologias para a sala de aula de forma eficaz, crítica e responsável (Fogleman et al., 2011; Vos et al., 2011).

Mesmo com tantos resultados positivos e tanto potencial, os jogos digitais não são uma panacéia e não vão resolver todos os problemas que temos na educação. Buckingham (2010) afirma que o extremismo que divide o assunto não ajuda, pois a tecnologia não deveria ser vista como algo a ser evitado a todos os custos, nem como alternativa a substituição das escolas e sim como recursos para potencializar a aprendizagem, motivar os alunos e, inclusive, ajudar os professores.

Dessa forma, por meio dos dados recolhidos e analisados nesta revisão de literatura sobre o assunto, podemos concluir que, apesar dos resultados positivos, não somente na aprendizagem, mas também em outras competências importantes, ainda há muitas perguntas a serem respondidas sobre como usar os jogos digitais e como eles ensinam. Nesse contexto, é necessário o desenvolvimento de mais estudos sobre o assunto, levando em consideração os diferentes contextos de alunos, professores e escolas, para assim seja possível ter uma visão completa sobre a relação entre os jogos digitais e aprendizagem, ou seja, não só se aprendemos ou não com os jogos digitais, mas como, o quê e por quê.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil (CNPQ).

Referências bibliográficas

Andrade, S. L. S., Melo, V. R. G., Ricardo, D. S., & Santos, B. S. (2015). A utilização de jogos didáticos no ensino de ciências e biologia como uma metodologia facilitadora para o aprendizado. *VI Enforsup I interfor*, 384(1), 1-13.

Anetta, L. A., Minogue, J., Holmes, S. Y., & Cheng, M. T. (2009). Investigating the impact of video games on high school students' engagement and learning about genetics. *Computers and Education*, 53, 74-85.

Atwood-Blaine, D., & Huffman, D. (2017). Mobile gaming and student interactions in a Science center: The future of gaming in Science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 45-65.

Bahar, M. (2003). Misconceptions in biology education and conceptual change strategies. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 3(1). p. 55 - 64.

Baierschmidt, J. (2013). A principled approach to utilizing of digital games in the language learning classroom. *JALT CALL Journal*, 9(3), 307-315.

Barko T., & Sadler, T. D. (2013). Learning outcomes associated with classroom implementation of a Biotechnology-themed video game. *The American Biology Teacher*, 75(1), 29–33.

Beier, M., Miller, L., & Wang, S. (2012). Science games and the development of scientific possible selves. *Cultural Studies and Science Education*, 7(4), 963–978.

BNDES. *Relatório Final – Mapeamento da indústria Brasileira e global de jogos digitais*. (2014). Núcleo de Política e Gestão Tecnológica, São Paulo: USP - Universidade de São Paulo.

Bollinger, D. U., Mills, D., White, J., & Koyama, M. (2015). Japanese students' perceptions of digital game use for English-language learning in higher education. *Journal of Educational Computing Research*, 53(3), 384-408.

Bonde, M. T., Makransky, G., Wandall, J., Larsen, M. V., Morsing, M., Jarmer, H., & Sommer, M. O. A. (2014). Improving biotech education through gamified laboratory simulations. *Nature America, Nature Biotechnology*, 32 (7), 694-697.

Brasil. (2006). Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica.

Buckingham, D. (2010). Cultura digital, Educação midiática e o lugar da escolarização. *Educação & Realidade*, 35(3), p. 37 – 58.

Campos, R. L. Silva, G. M. F. da, Machado, R. N., Porciuncula, E. P., & Kissner, S. (2011). Jogo eletrônico EJA: Provocando a organização social. X *Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital*, Salvador: Bahia.

Cheng, M. T., Lin, Y. W., & She, H. C. (2015). Learning through playing *Virtual Age*: Exploring the interections among student concept learning, gaming performance, in-game behaviours and the use of in-game characters. *Computers & Education*, 86, 18–29.

Cheng, M. T., Lin, Y. W., She, H. C., & Kuo, P. C. (2016). Is immersion of any value? Whether, and to what extend, game immersion experience during serious gaming affects science learning. *British Journal of Educational Technology*, 48, 2–18.

Chu, H. C., & Chang, S. C. (2013). Developing an educational computer game for migratory bird identification based on a two-tier test approach. *Educational Technology Research and Development*, 62(2), 147–161.

Corredor, J., Squire, K., & Gaydos, M. (2013). Seeing change in time: Video games to teach about temporal change in scientific phenomena. *Journal of Science Education & Technology*, 23(3), 324-343.

Epstein, J., Noel, J., Finnegan, M., & Watkins K. (2016). Bacon Brains: Video games for teaching the Science of addiction. *Journal of Child and Adolescent Substance Abuse*, 1(1), 1–12.

Fogleman, J., McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2011). Examining the effect of teachers' adaptations of a middle school science inquiry-oriented curriculum

unit on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), p. 149 – 169.

Franklin, T. (2008). Teaching digital natives: 3D virtual Science Lab in the Middle School Science classroom. *Journal of Educational Technology*, 4(4), 39–47.

Gaydos, M. J., & Squire, K. D. (2012). Role playing games for scientific citizenship. *Cultural Studies of Science Education*, 7(4), 821-884.

Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Second edition: Palgrave Macmillan.

Guerreiro, M. A. da S. (2015). Os efeitos do Game Design no processo de criação de Jogos Digitais utilizados no Ensino de Química e Ciências – O que devemos considerar? Dissertação de Mestrado, São Paulo: UNESP - Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/126484>

Herrero, D., Castillo del H., Monjelat N., García-Varela A. B., Checa M., Gómez P. (2014). Evolution and natural selection: learning by playing and reflecting. *New approaches in Educational Research*, 3(1), 26–33.

Ketelhut, D. J., Nelson, B., Schifter, C., & Kim, Y. (2013). Improving Science assessments by situating them in a virtual environment. *Education Sciences*, 3, 172–192.

Kirriemuir, J., & McFarlane, A. (2004). *Literature Review in Games and Learning*. Bristol: Futurelab.

Klisch, Y., Miller, L. M., Wang, S., & Epstein, J. (2012). The impact of a science education game on students' learning and perception of inhalants as body pollutants. *Journal of Science Education and Technology*, 21(2), 295-303.

Knüppe, L. (2006). Motivação e desmotivação: desafio para as professoras do Ensino Fundamental. *Educar em revista*, 27, 277-290.

Lester, J. C., Spires, H. A., Nietfeld, J. L., Minogue, J., Mott, B. W., & Lobene, E. V. (2014). Designing game-based learning environments for elementary science education: A narrative-centered learning perspective. *Information Sciences*, 264, 4-18.

Lima, A. F. (2017). *Jogos digitais: Uma vivência na sala de aula de Biologia* (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

Limeira, C. F. D. (2015). *Avaliação, análise e desenvolvimento de jogo sério digital para desktop sobre sintomas e procedimentos de emergência do acidente vascular cerebral* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Longo, V. C. C. (2012). *Vamos jogar? Jogos como recursos didáticos no ensino de Ciências e Biologia*. Prêmio Professor Rubens Murilo Marques, São Paulo.

Machado, R. F. (2015). *Usando o jogo eletrônico educacional Calangos em sala de aula para ensinar sobre nicho ecológico* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Feira de Santana, Salvador.

Majumdar, D., Koch, P. A., Lee Gray, H., Contento, I. R., & de Lourdes Islas-Ramos, A., Fu, D. (2015). Nutrition science and behavioral theories integrated in a serious game for adolescents. *Simulation & Gaming, 46*(1), 68-97.

Marino, M. T., Gotch, C. M., Israel, M., Vasquez III, E., Basham, J. D., & Becht, K. (2014). UDL in the middle school science classroom: Can video games and alternative text heighten engagement and learning for students with learning disabilities? *Learning Disability Quarterly, 37*(2), 87-99.

Melo, A. C. A., Ávila, T. M., & Santos, D. M. C. (2017). Utilização de jogos didáticos no ensino de Ciências: um relato de caso. *Ciência Atual-Revista Científica Multidisciplinar das Faculdades São José, 9*(1).

Meluso, A., Zheng, M., Spires, H. A., & Lester, J. (2012). Enhancing 5th graders' science content knowledge and self-efficacy through game-based learning. *Computers & Education, 59*(2), 497-504.

Miller, L. M., Chang, C. I., Wang, S., Beier, M. E., & Klisch, Y. (2011). Learning and motivational impacts of a multimedia science game. *Computers & Education, 57*(1), 1425-1433.

Moita, F. M. G. S. C. (2007). *Game on: Jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @*. São Paulo: Editora Alínea.

Muehrer, R., Jenson, J., Friedberg, J., & Husain, N. (2012). Challenges and opportunities: using a science-based video game in secondary school settings. *Cultural Studies of Science Education, 7*(4), 783-805.

Nussbaum, E. M., Owens, M. C., Sinatra, G. M., Rehmat, A. P., Cordova, J. R., Ahmad, S., Harris, F. C. Jr. e Descalu, S. M. (2015). Losing the Lake: Simulations to promote gains in student knowledge and interest about climate change. *International Journal of Environmental & Science Education, 10*(6), p. 789 – 811.

Oliveira, E. D. (2013). *Tecnologia e Educação. XI Encontro de Pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo: tempos, espaços e contextos*. PUC – São Paulo.

Prensky, M. (2012). *Aprendizagem baseada em jogos digitais*. São Paulo: Editora Senac São Paulo.

Preto, N. de L., & Assis, A. (2013). *Uma escola sem/com futuro: educação e multimídia*. 8ª edição, Salvador: Editora EDUFBA.

Ramos, D. K. (2009). A formação de professores para o uso das tecnologias: um mosaico de concepções e emoções. *RENOTE, 7*(1).

Ramos, D. K. (2011). As tecnologias da informação e comunicação na educação: reprodução ou transformação? *ETD-Educação Temática Digital, 13*(1), 44-62.

Ramos, D. K. (2013). Jogos cognitivos eletrônicos: contribuições à aprendizagem no contexto escolar. *Ciências & Cognição, 18*(1), 19-32.

Ruiz-Primo, M. A., Shavelson, R. J., Hamilton, L. e Klein, S. (2002). On the evaluation of systemic Science education reform: Searching for instructional sensitivity. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(5), p. 369 - 393.

Sadler, T. D., Romine, W. L., Menon, D., Ferdig, R. E., & Annetta, L. (2015). Learning biology through innovative curricula: A comparison of game-and nongame-based approaches. *Science Education*, 99(4), 696-720.

Sadler, T. D., Romine, W. L., Stuart, P. E., & Merle-Johnson, D. (2013). Game-based curricula in biology classes: Differential effects among varying academic levels. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(4), 479-499.

Sampaio, R. F., & Mancini, M. C. (2007). Estudo de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 11(1).

Santos, A. S. S. (2012). *As contribuições dos jogos virtuais interativos para o ensino de matemática* (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Shaffer, D. W., Squire, K. R., Halverson, R., & Gee, J. P. (2005). Video games and the future of learning. *Phi delta kappan*, 87(2), 105-111.

Shih, J. L., Jheng, S. C., & Tseng, J. J. (2015). A simulated learning environment of history games for enhancing players' cultural awareness. *Interactive Learning Environments*, 23(2), 191-211.

Shute, V. J., Ventura, M., & Kim, Y. J. (2013). Assessment and learning of qualitative physics in newton's playground. *The Journal of Educational Research*, 106(6), 423-430.

Silva, L. G. M., & Ferreira, T. J. (2014). O papel da escola e suas demandas sociais. *Projeção e Docência*, 5(2), 6-23.

Silva, R. G. T. de. (2016). *Game-based learning: Brincando e aprendendo conceitos de evolução com o game Spore* (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

Squire, K. (2003). Video games in education. *Games & Simulation*, 2(1), 49-62.

Stegman, M. (2014). Immune Attack players perform better on a test of cellular immunology and self-confidence than their classmates who play a control video game. *Faraday discussions*, 169, 403-423.

Valente, J. A. (1999). Mudanças na Sociedade, mudanças na Educação: o fazer e o compreender. Em J. A. Valente et al. (Orgs.), *O computador na sociedade do conhecimento* (pp. 31-43). Campinas: Unicamp/NIED.

Van Eaton, G., Clark, D., & Smith, B. (2015). Patterns of physics reasoning in face-to-face and online forum collaboration around a digital game. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology*, 3(1), 1-13.

Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE review*, 41(2), 1-16.

Vos, M. A. J., Taconis, R., Jochems, W. M. e Pilot, A. (2011) Classroom implementation of context-based Chemistry education by teachers: The relation between experiences of teachers and the design of materials. *International Journal of Science Education*, 33(10), p. 1407 - 1432.

Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. P. (2011). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in Science Education. *Science Education International*, 22(1), 43-54.

Wichadee, S., & Pattanapichet, F. (2018). Enhancement of performance and motivation through application of digital games in an English language class. *Teaching English with Technology*, 18(1), 77-92.

Winter, J., Wentzel, M., & Ahluwalia, S. (2016). Chairs!: A mobile game for organic chemistry students to learn the ring flip of Cyclohexane. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 657-1659.

Wrzesien, M., & Raya, M. A. (2010). Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students in the E-Junior project. *Computers & Education*, 55, 178-187.

Zhi-Hong, C., Liao, C. C. Y., Cheng, H. N. H., Yeh, C. Y. C. & Chan, T. W. (2012). Influence of game quests on pupil's enjoyment and goal-pursuing in Math Learning. *Educational Technology & Society*, 15(2), 317 - 327.