

Avaliação Pedagógica com Base na União dos Componentes dos Jogos Educacionais e das Teorias de Aprendizagem

Maurilio Martins Campano Junior
Departamento de Computação
Universidade Estadual de Londrina (UEL)
 Londrina - Paraná - Brasil
 maurilio.campanojr@gmail.com

Henrique Cristovão de Souza
Departamento de Computação
Universidade Estadual de Londrina (UEL)
 Londrina - Paraná - Brasil
 henrique.souza@uel.br

Alan Salvany Felinto
Departamento de Computação
Universidade Estadual de Londrina (UEL)
 Londrina - Paraná - Brasil
 alan@uel.br

Resumo—O uso de ferramentas para o auxílio no ensino/aprendizagem vem aumentando cada vez mais. Uma destas ferramentas são os jogos educativos digitais. O uso de jogos no ensino estimula a concentração, percepção, raciocínio e abstração. Para uma aprendizagem efetiva, diversos teóricos na área pedagógica trabalham com fatores que influenciam e melhoram a aprendizagem. Com o objetivo de unir a área de jogos educativos digitais e as teorias de aprendizagem e avaliação, este artigo propõe uma análise das teorias de aprendizagem ao mesmo tempo que os incorporam na estrutura de desenvolvimento dos jogos digitais. Resultando em um guia de questões para auxiliar o desenvolvimento e a avaliação pedagógica em Jogos Educacionais, fundamentadas nas teorias pedagógicas de Piaget, Ausubel, Papert e Skinner.

Palavras-chave—Jogos educativos, avaliação, aprendizagem.

I. INTRODUÇÃO

Em tempos de pandemia do Covid-19, o uso da tecnologia como meio de entretenimento aumentou significativamente no Brasil [38] e no mundo [39], desde o uso em redes sociais, aplicativos de trocas de mensagens, plataformas de vídeos online e também o uso de jogos online.

Do mesmo modo que o comportamento das pessoas nesta época de pandemia mudou em relação a diversão, em relação aos estudos este comportamento também mudou e vem mudando. Escolas, universidades e faculdades têm adotado meios de aulas remotas visando não deixar os alunos sem aula nesta época.

Porém mesmo antes da pandemia, percebe-se que as tecnologias que estão sendo utilizadas hoje em dia para auxiliar no ensino, ainda não estão totalmente inseridas no âmbito educacional [40]. O autor ainda ressalta que isto pode ser considerada uma falha, pois a escola e a universidade visam preparar o indivíduo para a sociedade, e conseqüentemente fazer uso da tecnologia no meio educacional.

O uso de jogos no ensino está estritamente ligado a diversão e cognição de jovens e adultos, apresentando melhora em resolução de problemas, concentração, percepção, raciocínio, abstração e planejamento [41].

A *Quest to Learn* [42] é um exemplo de escola situada em Nova York, de ensino fundamental e médio na qual todo o currículo é baseado em jogos. O currículo na *Quest to Learn* não segue padrões tradicionais como matemática, ciências e geografia e sim utiliza cinco domínios interdisciplinares [43], são eles:

- Como as coisas funcionam;
- Ser, Espaços e Lugares;
- Mundo codificados;
- Bem-estar; e
- Esportes para a mente.

O domínio de como as coisas funcionam aborda conteúdos relacionados a ciências e matemática. Em Ser, Espaços e Lugares são estudados os conteúdos relacionados à linguagens e ciências sociais. Mundos codificados trabalha também com matemática e linguagens. O domínio de Bem-estar trabalha conceitos relacionados à saúde e por fim em Esportes para a mente tem-se o estudo sobre o *game design*, mídias e artes [43].

Completando os cinco domínios interdisciplinares ainda há um domínio relacionado com a troca de experiências por meio de uma rede social própria, o chamado domínio do Sendo eu mesmo. Estes seis domínios interdisciplinares são construídos visando montar uma base de *game design* e raciocínio lógico [43].

Aliados ao uso de jogos como ferramentas de ensino, diversos teóricos [1], [2], [4], [9], [27]–[29], [32], [33] apontam fatores que favorecem o aprendizado, explicando como o

aprendizado ocorre e as características pedagógicas que fazem com que o aprendizado seja de fato efetivo.

Piaget [1], [2], [4], explica em suas teorias que a base de todo o aprendizado humano vem de situações compatíveis com o nível de desenvolvimento do aprendiz, além de ações e práticas pedagógicas, funcionando o jogo tal como uma assimilação para o real aprendizado.

Já Ausubel [27], descreve que a aprendizagem ocorre de dois modos, o modo mecânico, no qual algo pode ser decorado, porém depois é esquecido, e do modo significativo, no qual o aluno realmente aprende o conteúdo quando está disposto e quando o conteúdo tem significado lógico e psicológico para ele.

Em Skinner [9], [28], [29], a abordagem *behaviorista* indica que a aprendizagem pode ser alcançada por meio de condicionamentos, com estímulos positivos e negativos às respostas de um aluno.

Papert [32], [33], um adepto do construcionismo, relata que a aprendizagem pode ser construída por intermédio de um facilitador, que em tempos modernos pode ser o computador em si, utilizando ferramentas de ensino e inclusive jogos.

Assim, este trabalho visa aliar as características pedagógicas destes teóricos, com os componentes de desenvolvimento dos jogos educativos digitais. O trabalho propõe uma análise das teorias de aprendizagem ao mesmo tempo que as incorporam na estrutura de desenvolvimento dos jogos digitais. Resultando em um guia de questões para auxiliar o desenvolvimento e a avaliação pedagógica em Jogos Educacionais.

Este artigo está dividido em: a seção II apresenta a fundamentação teórica, a seção III apresenta os recursos necessários para esta análise, a discussão é apresentada na seção IV e os resultados são apresentados na seção V. Por fim, a conclusão é representada na seção VI.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção está dividida em: a subseção II-A apresenta os conceitos de jogos digitais eletrônicos e de aprendizagem em jogos. A subseção II-B apresenta os conceitos pedagógicos relacionados à aprendizagem, e por fim a subseção II-C apresenta os trabalhos relacionados.

A. Jogos digitais educativos

Um jogo educativo, também chamado de jogo sério é descrito como uma atividade pedagógica, informativa e comunicativa com tendência a diversão [6]. Estes jogos sérios podem ser utilizados nas mais diversas áreas, como por exemplo:

- Computação [10]–[14];
- Administrativa e econômica [15];
- Educação infantil [16];
- Educação alimentar [17]; e
- Treinamentos militares [10], [18].

Os jogos sérios estimulam o desenvolvimento de competências e habilidades, tais como, resolução de problemas, pensamento estratégico, memória, fantasia, interação e adaptação ao conteúdo de aprendizado [7]

O aprendizado com jogos digitais segue quatro bases teóricas segundo Cox [8], o construtivismo (Piaget), no qual a aprendizagem ocorre a partir de construções individuais, obtidas junto com o ambiente e cultura do jogo. A segunda base é o construcionismo (Papert), que indica que o interesse pessoal do aluno faz com que este tenha autonomia e iniciativa e conseqüentemente a aprendizagem. O Behaviorismo (Skinner) por sua vez destaca que a aprendizagem acontece por tentativa e erro, e por fim a base da aprendizagem significativa (Ausubel) destaca que o jogador faz associação dos conhecimentos existentes com os apresentados no jogo, ampliando assim o seu conhecimento.

B. Teorias de aprendizagem

Durante o século XX, algumas abordagens de aprendizado foram desenvolvidas por diversos teóricos, dentre eles podemos citar Jean Piaget, Frederic Skinner, David Ausubel, Seymour Papert.

Piaget destaca-se pela teoria Construtivista, na qual o desenvolvimento cognitivo se dá por influência de quatro fatores: biológico, experiências e exercícios, interações sociais, e equilíbrio das ações [1], [2].

O aprendizado para Piaget ocorre quando realizamos algo, sendo que o ambiente pode ser um facilitador ou obstrutor. A aprendizagem pode ser dividida de acordo com os estágios da pessoa, sendo que o desenvolvimento deste aprendizado inicia-se no estágio sensório-motor, que ocorre até os 2 anos de idade, passa pelo estágio pré-operatório, que ocorre a partir dos 2 até os 7 anos. Por fim, os estágios operatório concreto e operatório formal, ocorrem respectivamente dos 7 aos 11 anos, e dos 12 anos em diante [4].

Nessa abordagem do ambiente como facilitador ou obstrutor, o professor tem a função de entender as concepções diferentes dos aprendizes, e guiá-los por meio de desafios e propostas que façam sentido para o ambiente o qual estão inseridos, promovendo assim o debate, a pesquisa e o raciocínio crítico [3].

David Ausubel foi um teórico americano que difundiu a teoria cognitivista, na qual a aprendizagem ocorre na estrutura cognitiva do aluno, que manipula e organiza as informações, incorporando os novos conceitos aos conceitos já existentes [27].

A aprendizagem significativa segundo Ausubel acontece ampliando os conceitos já existentes na estrutura mental e relacionando-os com os novos conceitos, desde que o aluno esteja disposto a aprender, o conteúdo deve ter um significado lógico e psicológico, sendo o aluno responsável por fazer a filtragem do conteúdo [27]. Neste contexto, o professor é considerado um facilitador do processo e aprendizado, mediando a interação do aluno com os novos conceitos.

O adepto do construcionismo Seymour Papert defende a teoria na qual o conhecimento é construído pelo indivíduo, sendo que o aluno representa este agente que constrói o conhecimento. Esta construção pode ser feita utilizando-se do computador [9]. Papert foi um dos pioneiros no estudo do

computador como ferramenta de ensino, desenvolvendo inclusive uma linguagem de programação LOGO. Neste contexto o professor é o responsável por promover uma interação entre o aluno e a máquina, acompanhando o trabalho e o raciocínio dos alunos [28].

O aprendizado segundo Papert é realizado em três etapas que envolvem o indivíduo e o conhecimento: a primeira etapa é o aprendizado autodirigido, na qual a criança toca, pega e manipula objetos. O segundo estágio é o aprendizado por exploração, na qual a criança aprende o que os adultos passam para ela, incluindo as funções de ler e escrever. E por fim o terceiro estágio é o da aprendizagem autodirigida, explorando, sendo criativo de forma autônoma [29].

Skinner desenvolveu uma teoria de aprendizagem baseada no behaviorismo, defendendo que o aprendizado se desenvolve a partir de respostas comportamentais através de estímulos de meio, ou seja, o aprendizado acontece por meio do reforço (positivo e negativo), punição (positiva e negativa), extinção e modelagem. Além disso, o aprendizado mais complexo deveria ser condicionado através de estímulos frequentes, visando garantir a manutenção ou extinção de um comportamento [32], [33].

De acordo com os trabalhos de Almeida e Moreira [32], [33], a manutenção de um comportamento se dá pela presença de um reforço, que consiste em uma resposta a qualquer estímulo ou evento, aumentando a probabilidade de ocorrência de um comportamento. Skinner distingue dois reforçadores: o positivo e o negativo; o positivo como sendo aquele em que se apresenta um estímulo como consequência do comportamento e o negativo como sendo aquele em que se retira um estímulo como consequência de um comportamento. Porém, o comportamento pode ter sua probabilidade de ocorrência diminuída, através do uso da punição. A punição pode ocorrer no momento da apresentação de um estímulo aversivo frente a um comportamento indesejável: punição positiva; quanto no momento da retirada de um reforço positivo frente a um comportamento indesejável: punição negativa.

Nesse contexto, o professor é o responsável por recompensar comportamentos que devem ser reproduzidos, ou punir comportamentos que devam ser extintos.

C. Trabalhos relacionados

O jogo como *software* pode ser avaliado de acordo com a norma ISO/IEC 25010 [19], que avalia a qualidade de um software. Esta norma se preocupa com características como adequação à funcionalidade, eficiência, compatibilidade, usabilidade, confiabilidade, segurança, manutenção e portabilidade. No entanto a avaliação de um jogo educativo deve levar em conta as características do *software* de forma lúdica e divertida, o aspecto pedagógico visando o aprendizado.

Além dos aspectos lúdicos e pedagógicos, a motivação do porque algumas pessoas passam horas e horas jogando um jogo também deve ser avaliada. Huizinga [20] define estas características como liberdade, negação da vida real, limitação de tempo e lugar e definição de regras do jogo. A liberdade indica que a utilização do jogo é de forma voluntária, sem

nenhum tipo de imposição física ou mental, fazendo com que o jogo se torne algo prazeroso e único. A negação da vida real representa a fuga do mundo real e a alusão à um mundo paralelo, onde as frustrações do mundo real podem não existir. A limitação de tempo representa a possibilidade de partir de um ponto inicial e chegar em um ponto final, o final do jogo por exemplo, e também a possibilidade de refazer esses passos. Já a limitação de espaço indica que dentro de um espaço do jogo, dentro do mundo fictício do jogo, o jogador pode se tornar outra pessoa. E por fim, a criação e definição de ordem que dita as regras do jogo, representando o que pode ser feito e o que não pode ser feito para atingir os objetivos dentro do jogo.

Porém ao introduzir um jogo como forma de avaliação em uma escola, estaríamos infringindo a liberdade de acordo com Huizinga, impondo que os alunos joguem para aprenderem.

Deste modo, um jogo educacional deve compreender aspectos pedagógicos e aspectos lúdicos, divertindo e entretendo o jogador, ao mesmo tempo que este assimila e compreende o conteúdo.

Essa avaliação pedagógica, segundo Gladcheff [21] precisa abordar os objetivos que se pretende alcançar, a adequação da interface a faixa etária dos jogadores e os conceitos explícitos e implícitos no jogo. Já a avaliação específica do jogo deve levar em conta o objetivo do mesmo, o conteúdo didático, a usabilidade do jogo e a interatividade do aluno com o jogo, apresentar problemas e desafios no jogo, indicando um *feedback* de forma clara e destacando o desempenho do aluno.

Coutinho [22] define o IAQJEd (Instrumento de Avaliação da Qualidade de Jogos Digitais Educativos) como um método de avaliar jogos baseado em três propriedades: genérico, no âmbito que qualquer tipo de jogo pode ser avaliado, multidimensional abordando características em três dimensões (usabilidade, a experiência do usuário e os princípios de aprendizagem), e a flexibilidade possibilitando as mudanças no modelo de acordo com o propósito da avaliação. A autora ainda define requisitos os quais o jogo deve ter para ser avaliado, dentre eles, destaca-se:

- Foco em jogos digitais educativos;
- Analisar e avaliar usabilidade, experiência do usuário e os princípios de aprendizagem;
- Ser de curta extensão e de fácil aplicação;
- Ser de acesso livre e gratuito.

Assim para cada uma das três dimensão (usabilidade, experiência do usuário e princípios de aprendizagem), a autora apresenta 6 indicadores. Cada indicador recebe uma pontuação de 1 a 5, sendo que o valor 1 representa que o item não se aplica ao jogo, e 5 se o item sempre se aplica ao jogo, resultando em uma classificação de acordo com os resultados obtidos que pode ser visto na Tabela I.

O trabalho de Coutinho [22] ainda apresenta a validação desta metodologia, com avaliações de 10 jogos educativos para diversas faixas etárias, obtendo resultados significativos.

Em Sweetser [24] a motivação e diversão do jogador é o foco principal da avaliação, analisando características como

TABLE I
CLASSIFICAÇÃO DOS JOGOS [22].

Pontos	Classificação
De 1 a 18 pontos	Inadequado para finalidade educativa
De 19 a 36 pontos	Pouco adequado para finalidade educativa
De 37 até 54 pontos	Parcialmente adequado para finalidade educativa
De 55 a 72 pontos	Boa qualidade para finalidade educativa
De 73 a 90 pontos	Excelente qualidade para finalidade educativa

concentração, desafios, habilidade do jogador, controle, objetivos e *feedback*, imersão e interação social.

Derivado a partir do trabalho de Sweetser [24], o modelo de avaliação de Medeiros [23], propõe a avaliação de nove itens, dentre eles a qualidade do conteúdo do jogo, a relação do jogo com o objetivo de aprendizagem, a capacidade de motivação do jogo, a capacidade de envolver e motivar o jogador, os objetivos e metas do jogo alinhados com o *feedback* do jogo, a apresentação visual do jogo, a interação social com outros jogadores e a reusabilidade do jogo em outros cenários de aprendizagem.

Já em Oliveira [25], o autor define um protocolo de teste para os jogos, composto por um roteiro a ser seguido pelo avaliador, um questionário para coletar o perfil do aluno e suas experiências com jogo, jogos educacionais e desenvolvimento de jogos, um questionário de pré-teste e pós-teste sobre os conhecimentos teóricos relacionado ao conteúdo de aprendizado, e um questionário relacionado a reação do uso do jogo para coletar dados sobre a jogabilidade do jogo, a interface, imersão do jogador e sobre diversão.

Em Petri [26], o autor apresenta uma evolução dos modelos existentes para avaliação de jogos educativos para o ensino da Computação, sendo utilizado o modelo MEEGA (*Model for the Evaluation of Educational Games*), sendo este um dos modelos mais utilizados segundo o trabalho. Assim, a evolução descrita no trabalho apresenta o MEEGA+, que associa um jogo educativo digital de qualidade precisa ter os objetivos educacionais bem definidos, visando promover a aprendizagem dos conteúdos além de uma agradável experiência aos jogadores.

De forma simplificada, o modelo MEEGA+ é dividido em experiência do jogador e percepção da aprendizagem, como pode ser visto na Fig. 1, sendo que cada item ainda é dividido em vários subitens para avaliar condições específicas do jogo [26].

As bases teóricas dos autores citados acima, também são utilizados como métodos de avaliação em sala de aula, sejam de práticas pedagógicas, adaptações da metodologia ou do uso de jogos educativos.

No trabalho de Stoltz [30], são descritas e avaliadas as teorias de Piaget para avaliar as práticas educativas, definindo práticas de como se avaliar segundo Piaget. O trabalho ressalta a importância de se considerar o nível de conhecimento inicial do indivíduo, para que a avaliação considere de forma individ-

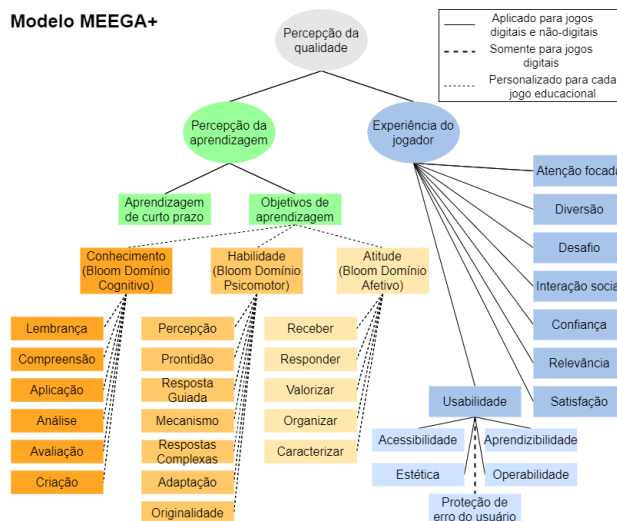


Fig. 1. Fatores de qualidade do modelo MEEGA+ [26]

ual os alunos, ressaltando se estes tiveram ou não integração do novo conhecimento. O trabalho ressalta também que as compreensões do aluno podem estar erradas quanto a avaliação, o que sugere que ele possa não ter compreendido a avaliação porém feito um raciocínio diferente, e consequentemente ainda adquirir conhecimento.

Nunes [31] apresenta um trabalho realizado com 20 alunos do curso Técnico em Informática em uma disciplina de matemática, na qual o professor utilizou-se de uma ferramenta de exibição de imagens *Photo Story* para descrever uma narrativa relacionada ao conteúdo da matéria. A didática apresentada na sala de aula acompanha as dimensões definidas por Papert, e foram avaliados de acordo com a taxionomia de Bloom, indicando bons resultados na maioria dos avaliados.

Em de Castro [35], os autores utilizam a metodologia de avaliação proposta por Ausubel para avaliar um jogo educativo de Química, voltado para o Ensino Fundamental. O jogo foi aplicado com 54 alunos da oitava série, que responderam um questionário antes do uso do jogo e um pós uso. Além do questionário, os autores utilizam também de observações diretas dos alunos, combinando metodologias qualitativas e quantitativas. O trabalho apresentou bons resultados, indicando um alto interesse dos alunos pela atividade lúdica. As respostas também indicaram um aprendizado significativo, sendo que no questionário pré jogo, a média ficou em 38.2%, enquanto que no questionário pós jogo, a média ficou em 92.8%.

Em Reategui [36], o autor apresenta questões baseadas em Skinner, para realizar a avaliação de objetos de aprendizagem. Dentre as questões selecionadas, podemos destacar:

- Apresenta informações em seções breves;
- Fornece recompensa para respostas corretas;
- Só permite seguir para próximo nível se obtiver resposta esperada do aluno; e
- Propõe questões que incentivam a memorização.

O trabalho [36] ainda faz uma validação das características

do objeto de aprendizado, avaliando a robustez, portabilidade, interface e documentação, apresentando questões relativas à estas características também.

O trabalho de Zarpelon [34] aborda ainda uma análise sobre as diversas teorias de aprendizagem na área da engenharia, em específico para a matéria de Cálculo I. O trabalho apresentou seus resultados indicando que Vigotsky é a teoria mais difundida, seguido por Piaget e Ausubel.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

A partir das teorias de Piaget, Ausubel, Papert e Skinner descritas na seção II-B podemos destacar que o aprendizado pode ocorrer de maneiras diferentes. Os trabalhos descritos na seção II-A, destacam o papel dos jogos educativos no aprendizado.

Estas teorias de aprendizagem já são utilizadas em práticas em sala de aula, conforme descritos em II-C, enquanto que os jogos educativos também já vem sendo utilizados como objetos de aprendizagem nestas práticas. Este trabalho visa alinhar os conceitos teóricos com os conceitos de diversão, tal como descrito em Cox [8], visando buscar um equilíbrio entre educar e divertir.

Assim, este trabalho visa analisar os elementos dos jogos, por meio de uma visão pedagógica. Além disso, propõe uma análise das teorias de aprendizagem ao mesmo tempo que as incorporam na estrutura de desenvolvimento dos jogos digitais. Resultando em um guia de questões para auxiliar o desenvolvimento e a avaliação pedagógica em Jogos Educacionais.

A partir da análise da bibliografia os princípios e resultados podem ser conferidos na próxima seção.

IV. DISCUSSÕES

Piaget destaca o aprendizado por meio de assimilações, na qual o aprendizado ocorre através de experiências e exercícios, e que o aprendizado é influenciado pelas interações sociais do indivíduo. Isto pode ser observado em um jogo por meio de sua narrativa, das interações sociais dentro e fora do jogo, e os desafios que o jogo oferece, garantindo ao jogador um status no ambiente do jogo.

Assim, para avaliar a narrativa de um jogo, pode-se questionar o aluno sobre alguma situação, durante o jogo, que me fez relacionar a um conteúdo visto anteriormente com algo novo. Em relação a interação social, pode-se questionar se o aluno obteve ou compreendeu algum conceito com a ajuda de um outro aluno e/ou professor. De modo a avaliar os desafios do jogo, é questionado se as dificuldades e desafios do jogo proporcionam uma análise crítica e construtiva sobre os conceitos apresentados. E por fim, para avaliar questões de pontuações e status do jogador, questiona-se o jogador sobre sua percepção de um aprendizado maior quando passa de nível e recebe um novo status no jogo?

Um jogo com desafios, na qual o jogador consegue se sentir parte da narrativa, a diversão pode ocorrer mais facilmente, fator que influencia a aprendizagem significativa de Ausubel. Esta aprendizagem também é favorecida quando o jogador

analisa e relaciona os conhecimentos prévios já existentes com os novos conceitos e conhecimentos obtidos durante o jogo.

Validar o conceito que a habilidade do jogador influencia o aprendizado pode ser realizado questionando o aluno se ele conseguiu evoluir suas habilidades no jogo conforme adquire os conhecimentos no qual o jogo está relacionado. A presença de desafios no jogo pode ser questionada sobre os obstáculos e dificuldades presentes no jogo permitem um maior engajamento para a resolução do problema e conseqüentemente um maior aprendizado dos conceitos, e por fim, para questionar sobre a narrativa, podemos perguntar se a história do jogo fez com que o aprendizado se tornasse mais fácil e prazeroso.

Papert destaca o uso do computador como mediador no aprendizado. Deste modo os *softwares* são os responsáveis por prover a mediação do aprendizado com os alunos, além do professor em si. Isto está relacionado com o segundo estágio de aprendizagem de Papert, o qual ocorre com supervisão de um mediador, o *software* ou o professor. Porém de certo modo, o jogador ainda tem a liberdade dentro do jogo, para explorar o jogo de forma independente, de acordo com as mecânicas possíveis, atingindo níveis e status de acordo com suas ações no jogo. Assim, estas características da mecânica do jogo e das pontuações e status favorecem o aprendizado no terceiro estágio de Papert de forma simultânea, fazendo com que o aluno aprenda sozinho.

Avaliar a interação social conforme Papert, visa encontrar um mediador que favorece o aprendizado do aluno, seja este o jogo em si, o professor, ou os próprios alunos. Assim, podemos questionar o aluno se durante o jogo, ocorreu alguma situação na qual você não sabia resolver e/ou entender os conceitos, e obteve ajuda do jogo em si, do professor ou de colegas de turma. A mecânica do jogo pode ser validada quando questionada se as movimentações no jogo permitiram uma liberdade a ponto de buscar aprender um conceito do jogo que mais interessa ao aluno. E a mudança de status no jogo, representa a aquisição de um novo conhecimento relacionado aos conceitos do jogo. Com relação aos *feedback* do jogo, estes podem se comportar como um mediador e/ou tutor no aprendizado, e isto pode ser avaliado questionando o aluno sobre o auxílio dos *feedbacks* no processo de aprendizagem.

Skinner relaciona o aprendizado com reforço, punição e estímulos. Tais características aplicadas à um jogo educativo podem ser vistas como os desafios propostos pelo jogo, os conseqüentes *feedbacks* positivos e negativos e a passagem de nível, pontuações e mudança de status do jogador.

Podemos avaliar estas características, questionando o jogador sobre se o jogo oferece *feedback* para as ações, estimulando o aprendizado, se os desafios do jogo estimulam a busca por resolução de problemas e favorecem o aprendizado dentro do jogo, e se as mudanças de status do jogador, e o sistema de pontuação incitam a busca por um aprendizado cada vez maior.

V. RESULTADOS

De acordo com os autores Piaget, Ausubel, Skinner e Papert, e com os conceitos analisados, podemos descrever

os seguintes princípios para avaliação pedagógica de jogos educativos digitais:

- Narrativa/imersão;
- Interação social;
- *Feedback*; e
- Jogabilidade,

A narrativa de um jogo visa prover um suporte significativo para o aprendizado, trabalhando como uma história envolvente que faça com que o aluno tenha uma imersão no jogo. A característica da narrativa implica em conceitos relacionados com Piaget, quando este fala que aprendemos o que faz sentido para nós, e também quando Piaget descreve sobre a aprendizagem ser baseada em experiências e exercícios. Além disso a narrativa implica em um mundo de faz de conta, no qual a diversão é contagiante, favorecendo o aprendizado conforme a teoria de Ausubel.

Avaliar a interação social estar relacionada com a interação dos jogadores no ambiente do jogo, a interação do jogador com o professor, ou ainda a interação do jogador com o próprio jogo. As interações entre jogadores oferece a oportunidade da cooperação para a resolução de problemas ou competitividade em certas atividades. Piaget descreve que estas interações sociais influenciam e incentivam o aprendizado, enquanto que a mediação do professor é um trabalho específico para cada aluno, desde que o professor conheça as características e níveis de cada aluno. Ainda relacionado a interação social com o professor e com o jogo em si, podemos observar características do trabalho de Papert, uma vez que este indica que o aprendizado no nível de exploração ocorre por meio de um mediador que passa as funções para o aprendiz.

O *feedback* são as respostas fornecidas pelo sistema para os jogadores e orientam o progresso do jogador, fornecendo opções de escolha que resultam em ações diferentes no jogo. Além disso o *feedback* também orienta os jogadores sobre seus acertos e erros, ajudando os jogadores a tomarem decisões durante o jogo. Este conceito aplicado à um jogo educativo, visa entender o progresso do aprendizado e guiar o aprendiz de acordo com o seu nível de aprendizado e conhecimento.

O aprendizado para Skinner também pode ser visto como um tipo de *feedback*, uma vez que os reforços, positivos ou negativos e as punições, delimitam os caminhos do aprendizado. Para Papert, o *feedback* do jogo pode se comportar como um mediador e/ou tutor no aprendizado, tal como descreve o terceiro estágio de aprendizagem de Papert.

A jogabilidade de um jogo está ligada as características como presença de desafios no jogo, pontuações e status, mecânica do jogo e habilidade do jogador.

Os desafios em um jogo fazem com que o jogador saia de sua zona de conforto, exigindo cada vez mais do jogador. Isto está relacionado com o fator de experiências e exercícios de Piaget e com Skinner quando comenta sobre estímulos para garantir a manutenção ou extinção de um comportamento. Além disso, um desafio maior no jogo pode proporcionar uma diversão maior, e um engajamento maior do jogador, promovendo assim a diversão, que favorece a aprendizagem conforme Ausubel.

Pontuações e status fazem com que o jogador tenha uma influência social, faz com que ele se sinta parte de uma comunidade do jogo. Estas pontuações e status podem ser vistos como estímulos positivos ou negativos de acordo com a teoria de Skinner. O fato de um jogador se sentir parte de uma comunidade influencia suas interações sociais no ambiente do jogo, e busca se relacionar com indivíduos semelhantes, fator este que também influenciará no desenvolvimento cognitivo de acordo com Piaget. Essas características ainda podem ser vistas na teoria de Papert, quando este afirma que, o terceiro estágio de aprendizado, o aluno aprende sozinho, manipulando e explorando de forma autônoma e adquirindo conhecimento ao mudar de um nível mais baixo para um nível superior.

A mecânica de um jogo representa o que o jogador pode fazer no ambiente do jogo, e como são as relações com os objetos do jogo. Esta característica faz com que o jogador tenha liberdade de manipular os objetos e explorar o ambiente do jogo de acordo com a sua vontade, adquirindo o conhecimento no seu modo e tempo, tal como Papert descreve o terceiro estágio de aprendizado.

A habilidade do jogador é a capacidade de interagir no jogo e conseguir extrair ao máximo os recursos e conceitos do ambiente. Esta característica é diferente para jogadores experientes ou não experientes. A habilidade do jogador é condizente com a teoria de Ausubel quando este relaciona que a partir de um conhecimento prévio, o aprendiz faz a assimilação do conteúdo novo com o conteúdo já existente, gerando assim um novo conhecimento.

Os princípios e as relações com os teóricos citados na seção II-B podem ser vistos na Tabela II abaixo.

TABLE II
COMPONENTES DO JOGO E AS RELAÇÕES COM AUTORES DE TEORIAS DE APRENDIZAGENS.

	Piaget	Ausubel	Papert	Skinner
Narrativa/imersão	X	X		
Interação social	X		X	
Feedback			X	X
Desafios	X	X		X
Pontuações e status	X		X	X
Mecânica do jogo			X	
Habilidade do jogador		X		

O conhecimento dos alunos em relação aos conteúdos de aprendizagem podem ser avaliados com um questionário pré jogo e um pós jogo, validando assim de forma individual, se o aluno conseguiu aprender.

A avaliação do jogo como objeto de aprendizagem, e dos princípios descritos acima podem ser validados em um questionário tal como descrito em Reategui [36]. A Tabela III abaixo apresenta exemplos de questões para avaliar os princípios descritos na Tabela II.

TABLE III
QUESTÕES DE AVALIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS.

Narrativa/ Imersão	Aconteceu alguma situação durante o jogo que me fez relacionar um conteúdo visto anteriormente com algo novo? (Piaget) A história do jogo fez com que o aprendizado se tornasse mais fácil e prazeroso? (Ausubel) Aconteceu alguma situação durante o jogo que te fez sorrir? [26] Ao interagir com o jogo, o jogador se depara com uma narrativa desafiadora? [22]
Interação social	Durante o jogo, alguma ajuda de outros alunos e/ou professor possibilitou compreender melhor os conceitos do jogo? (Piaget e Papert) Dispõe de ferramentas de comunicação que permitam a interação entre os estudantes, fomentando a formação de grupo? [36] O jogo promove momentos de cooperação e/ou competição entre os jogadores [26]
Feedback	O jogo oferece feedback para as ações corretas e incorretas estimulando o aprendizado? (Skinner) Os feedbacks do jogo auxiliam no processo de aprendizagem dos conceitos? (Papert) Fornece recompensa para respostas corretas? [36] Os desafios propostos durante o jogo apresentam-se de forma estimulante, oferecendo feedbacks que apontam os caminhos para sua finalização? [22]
Desafios	As dificuldades e desafios do jogo proporcionam uma análise crítica e construtiva sobre os conceitos apresentados? (Piaget) Os obstáculos e dificuldades presentes no jogo permitem um maior engajamento para a resolução do problema e consequentemente um maior aprendizado dos conceitos? (Ausubel) Os desafios do jogo incentivam a resolução dos problemas no jogo e favorecem o aprendizado? (Skinner) O jogo oferece novos desafios com um ritmo adequado? [26]
Pontuações e status	O jogador percebe um aprendizado maior sobre os conceitos quando passa de nível e recebe um novo status no jogo? (Piaget) A mudança de status no jogo representa um aumento no conhecimento adquirido? (Papert) As mudanças de status e o sistema de pontuação do jogo incitam a busca por aprendizado cada vez maior? (Skinner) O jogo permite me tornar expert na resolução de tarefas do mesmo? [37]
Mecânica do jogo	As movimentações no jogo permitiram uma liberdade na busca do aprendizado no jogo e na resolução das tarefas? (Papert) Apresenta diferentes caminhos para solucionar um determinado problema? [36] Possibilita o registro e a consulta de ações desenvolvidas, permitindo que o aluno reveja e retome seu processo de construção do conhecimento? [36]
Habilidade do jogador	O aluno conseguiu evoluir suas habilidades no jogo conforme adquire os conhecimentos no qual o jogo está relacionado? (Ausubel) A sequência de desafios do jogo leva em conta o que o jogador já aprendeu sobre como jogar? [22] O jogo é intuitivo a ponto de permitir ao jogador explorar novas hipóteses durante a jogabilidade quando sua tentativa anterior não o permitiu passar de fase? [22]

VI. CONCLUSÃO

De acordo com os princípios descritos na seção anterior, um jogo educativo pode ser avaliado para descrever se o aprendizado está de fato sendo eficaz.

Esse aprendizado se torna eficaz a medida que os princípios são baseados em teorias já conhecidas de aprendizagem e avaliação de autores consagrados.

Além da avaliação pedagógica de aprendizagem, um jogo educativo pode ser validado pela suas características como usabilidade, experiência do usuário, motivação do usuário, entre outras questões.

Assim, este trabalho propõe quatro princípios para serem avaliados, baseados em quatro teóricos, visando avaliar a eficácia no aprendizado em um jogo educativo.

Como trabalhos futuros será utilizado o questionário de avaliação dos princípios educacionais, proposto neste artigo como guia de projeto para a avaliação da aprendizagem de um jogo pedagógico.

REFERENCES

- [1] T. Nunes, Construtivismo e alfabetização: um balanço crítico. Educ. Revista, Belo Horizonte, 1990.
- [2] J. Piaget, La construction du reel chez l'enfant. Neuchâtel: Delachaux & Niestlé, 1937.
- [3] F. de A. Niemann, F. Brandoli. Jean Piaget: um aporte teórico para o construtivismo e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem da Língua Portuguesa e da Matemática. IX anpedsul. Seminário de pesquisa em educação da região sul. 2012.
- [4] J. Piaget. Para Onde Vai a Educação? São Paulo: Editora Bisordi LTDA, 1978.
- [5] D. Ausubel, J. Novak, H. Hanesian, Educational Psychology: A Cognitive View (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart Winston, 1978.
- [6] C. Meftah, A. Retbi, S. Bennani, M. K. Idrissi, Evaluation of user experience in the context of mobile serious game. In: 2019 International Conference on Intelligent Systems and Advanced Computing Sciences (ISACS). [S.l.: s.n.], 2019, p. 1–5
- [7] F. Biagi, M. Loi, Measuring ICT use and learning outcomes: evidence from recent econometric studies. European Journal of Education, v. 48, n. 1, p. 28–42, 2013.
- [8] K. Cox, R. Bittencourt, Estudo bibliográfico sobre o processo de construção de jogos digitais: A necessidade de sinergia entre o educar e o divertir. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 25, p. 16, 04 2017
- [9] S Papert, Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education. A proposal to the National Science Foundation. Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, Cambridge, Massachusetts. 1986.
- [10] P. E. Battistella, C. G. von Wangenheim, Games for teaching computing in higher education – a systematic review. In: IEEE Technology and Engineering Education. [S.l.: s.n.], 2016.
- [11] N. Carneiro, A. Machado, C. Laureno, R. Cavalcante, W. Viana, Net.aura: Design e aplicação de um jogo de realidade aumentada no ensino de redes de computadores. In: XVII SBGames - Proceedings of SBGames. [S.l.: s.n.], 2018.
- [12] R. L. Binsfeld, R. Watanabe, R. C. Silva, I. Z. Carelli, Alunos como designers: relato de experiência para aprendizagem de linguagens formais e autômatos. In: VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment. [S.l.: s.n.].
- [13] R. C. Silva, R. L. Binsfeld, I. M. Carelli R. Watanabe, Automata defense 2.0: reedição de um jogo educacional para apoio em linguagens formais e autômatos. In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE). [S.l.: s.n.], 2010, v. 1, n. 1.
- [14] M Vieira, V. Sarinho, Máquina de senhas: um jogo digital para o aprendizado da teoria dos autômatos. In: Anais da XIX Escola Regional de Computação Bahia, Alagoas e Sergipe. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2019, p. 54–59.

- [15] G. Hoffman, L. Matysiak, Exploring game design for the financial education of millennials. In: 2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games). [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–2
- [16] B. T. Zahed, G. White, J. Quarles, Play it safe: An educational cyber safety game for children in elementary school. In: 2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games). [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–4. ISSN 2474-0489.
- [17] A. V. Clemes, Y. F. Santos, F. F. Moro, E. Pozzebon, L. B. Frigo, Avaliação de um jogo educativo sobre hábitos alimentares saudáveis e higiene bucal. In: XVII SBGames - Proceedings of SBGames 2018. [S.l.: s.n.], 2018.
- [18] I. Gace, L. Jaksic, I. Murati, I. Topolovac, M. Zilak, Z. Car, Virtual reality serious game prototype for presenting military units. In: 2019 15th International Conference on Telecommunications (ConTEL). [S.l.: s.n.], 2019. p. 1–6
- [19] ISO/IEC 25010:2011 - Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. 2020. Acessado em maio de 2020. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/35733.html>;
- [20] J. Huizinga, Homo ludens: o jogo como elemento da cultura. Editora da Universidade de S. Paulo, Editora Perspectiva, 1971. (Coleção estudos). Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=BHQLAAAAYAAJ>;
- [21] A. Gladcheff, Um instrumento de avaliação da qualidade para software educacional de matemática. Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 10, n. 1, p. 69–70, 2012. ISSN 2317-6121.
- [22] I. de J. Coutinho, Avaliação da qualidade de jogos digitais educativos: trajetórias no desenvolvimento de um instrumento avaliativo. Tese (Doutorado) — Universidade do Estado da Bahia, Salvador - BA, 2017.
- [23] M. de O. Medeiros, J. Schimiguel, Uma abordagem para avaliação de jogos educativos: Ênfase no ensino fundamental. Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE), v. 23, n. 1, 2012. ISSN 2316-6533.
- [24] P. Sweetser, P. Wyeth, Gameflow: A model for evaluating player enjoyment in games. Comput. Entertain., Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, v. 3, n. 3, p. 3, jul. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1077246.1077253>;
- [25] R. Oliveira, G. Belarmino, C. Rodriguez, D Goya F. Venero, A. O. Júnior, R. V. Rocha, Avaliações em jogos educacionais: instrumentos de avaliação da reação, aprendizagem e comparação de jogos. In Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (Proceedings of the SBIE 2019): . [S.l.: s.n.], 2019
- [26] G. Petri, C. G. von Wangenheim, A. Borgatto, Evolução de um modelo de avaliação de jogos para o ensino de computação. In: Workshop sobre educação em Computação - ANAIS DO XXV WORKSHOP SOBRE EDUCAÇÃO EM COMPUTAÇÃO. [S.l.: s.n.], 2017.
- [27] M. A. Moreira, E. F. S. Masin, Aprendizagem significativa: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- [28] S. Papert, A família em rede: ultrapassando a barreira digital entre gerações. Título original: The Connected Family: bridging the digital generation gap. Lisboa: Relógio D'Água Editores, 1997.
- [29] S. Papert, Mindstorms: Children, computers and powerful ideas. Brighton: Harvester Press, 1980.
- [30] T Stoltz, Como avaliar a partir de Piaget : caderno temático / Tânia Stoltz. Curitiba : Ed. UFPR, 2006. 60 p. : il. - (Avaliação da Aprendizagem no Ensino Fundamental de 5ª a 8ª série)
- [31] S. da C. Nunes, R. P. dos Santos, O Construcionismo de Papert na criação de um objeto de aprendizagem e sua avaliação segundo a taxionomia de Bloom. IX ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências, Águas de Lindóia, SP, 2013. Anais. Belo Horizonte: ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.
- [32] A. P. de Almeida, F M. V. Lima, S. M. Lsboa, A. P. Loes, A. J. de A. F. Júnior, Comparação entre as teorias da aprendizagem de Skinner e Bandura. Caderno de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT-ALAGOAS, v. 1, n. 3, p. 81-90, 2013.
- [33] M. A. Moreira, Teorias de aprendizagem. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.
- [34] E Zarpeon, L. M. Resende, Teorias de aprendizagem em publicações na área de educação em engenharia: um mapeamento com foco na disciplina de Cálculo I. Educ. rev., Belo Horizonte, v.36, e210405, 2020
- [35] B. J. Castro, P. Carozza, Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. Revista Electrónica de Investigación em Educación em Ciencias. 2011. vol. 6. No 2.
- [36] E. Reategui, M. Finco, Proposta de Diretrizes para Avaliação de Objetos de Aprendizagem Considerando Aspectos Pedagógicos e Técnicos. RENOPE. 2010, 8. 10.22456/1679-1916.18066.
- [37] A. Ghani, M. T. Hamzah, M. Ramli, S. Wan Daub, T. Rijal, A questionnaire-based approach on technology acceptance model for mobile digital game-based learning. Journal of Global Business and Social Entrepreneurship (GBSE). v. 5, No. 14. p. 11–21, 2019.
- [38] Notícia G1: Mapeamento mostra aumento do consumo de mídia online no Brasil durante a quarentena. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/midia-e-marketing/noticia/2020/04/16/42mapeamento-mostra-aumento-consumo-de-midia-online-no-brasil-durante-a-quarentena.ghtml>. Acesso em: 21.7.2020
- [39] Notícia NY: The Virus Changed the Way We Internet. Disponível em: <https://www.nytimes.com/interactive/2020/04/07/technology/coronavirus-internet-use.html>. Acesso em: 21.7.2020
- [40] A Burn, D. Buckingham, D. Carr, G. Schott, J. Thompson, Computer Games: Text, Narrative and Play. Wiley, 2006. ISBN 9780745634012
- [41] D. K. Ramos, N. L. Rocha, Avaliação do uso de jogos eletrônicos para o aprimoramento das funções executivas no contexto escolar. Revista Psicopedagogia, scielopepsic, v. 33, p. 133 – 143, 00 2016. ISSN 0103-8486.
- [42] Quest to Learn (Q2L) - Middle School and High School. Disponível em: <https://www.q2l.org/>. Acesso em: 21.7.2020.
- [43] K. Salen, R. Torres, L. Wolozin, R. Rufo-Tepper, A. Shapiro, Quest to Learn: Developing the School for Digital Kids. 2011. 10.7551/mitpress/8909.001.0001.