

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E
ENGENHARIAS**

MAYARA CECHINATTO

**JOGO PARA AVALIAÇÃO DA CRIATIVIDADE E DO PENSAMENTO
CRÍTICO DE ALUNOS DO ENSINO BÁSICO**

CAXIAS DO SUL

2021

MAYARA CECHINATTO

**JOGO PARA AVALIAÇÃO DA CRIATIVIDADE E DO PENSAMENTO
CRÍTICO DE ALUNOS DO ENSINO BÁSICO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel
em Tecnologias Digitais na Área do
Conhecimento de Ciências Exatas e
Engenharias da Universidade de Caxias
do Sul.

Orientador: Prof^ª. Dra. Elisa Boff

CAXIAS DO SUL

2021

MAYARA CECHINATTO

**JOGO PARA AVALIAÇÃO DA CRIATIVIDADE E DO PENSAMENTO
CRÍTICO DE ALUNOS DO ENSINO BÁSICO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
à obtenção do título de Bacharel
em Tecnologias Digitais na Área do
Conhecimento de Ciências Exatas e
Engenharias da Universidade de Caxias
do Sul.

Aprovada em 24/06/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Elisa Boff
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Ms. Marcelo Luís Fardo
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof^ª. Dra. Vania Elisabete Schneider
Universidade de Caxias do Sul - UCS

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus familiares, que sempre me incentivaram e apoiaram durante a minha formação e em especial à minha mãe que não mediu esforços para que essa realização fosse possível.

Agradeço também aos colegas do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul, que por meio de atividades de iniciação científica me auxiliaram na construção de um conhecimento acadêmico e profissional que levarei durante toda a vida.

Por fim, agradeço aos colegas, funcionários e professores do curso de Tecnologias Digitais, que durante toda a minha formação estiveram lá para me dar suporte e compartilhar conhecimentos e experiências.

RESUMO

Para que se construam pessoas capazes de se adequar às mudanças da sociedade, ao mesmo passo em que participam delas como sujeitos ativos, é necessário que a educação também seja transformada e adequada a esse novo mundo. Atualmente a inovação se apresenta como um fator determinante para que um profissional ou empresa seja bem sucedido. Neste cenário, é necessário que a educação não seja apenas responsável por passar conhecimentos relacionados a matérias curriculares, mas que ela também seja capaz de desenvolver competências em prol da inovação. Com esse objetivo, áreas de pesquisa como a pedagogia da inovação, desenvolvem metodologias e ferramentas que visam o desenvolvimento e a avaliação de competências da inovação em alunos. Além disso, está presente na Base Nacional Comum Curricular do Brasil habilidades, competências e atitudes que devem ser trabalhadas em todos os alunos da educação básica do país. Porém, essas competências não podem ser avaliadas por meio de testes tradicionais, como as provas em papel e caneta. Desta forma, apresenta-se a necessidade de se desenvolver uma forma de avaliação de competências em alunos da educação básica. Neste trabalho foi desenvolvido um jogo com o objetivo de avaliar duas entre as diferentes competências da inovação em alunos de séries finais do ensino fundamental, sendo elas: a criatividade e o pensamento crítico. O jogo desenvolvido é de gênero defesa de torres, no qual o jogador não pode permitir que inimigos ultrapassem uma determinada parte do mapa. O produto foi validado por meio de testes com usuários reais. Durante a execução do jogo as ações do jogador eram capturadas e transformadas em escores, que representavam a sua capacidade frente a diferentes habilidades. Além disso, o jogador respondeu a um formulário, que apresenta uma autoavaliação do seu desempenho no jogo. Para a obtenção dos resultados foram comparados os dados encontrados nos testes para três diferentes níveis de escolaridade: ensino fundamental, médio e superior. Além da relação entre esses dados e os encontrados para as mesmas escolaridades na autoavaliação. O jogo desenvolvido se mostrou adequado para o público-alvo, tanto em relação a dificuldade quanto em relação ao entendimento das mecânicas do jogo. Os escores obtidos também se mostraram similares aos dados encontrados na autoavaliação, o que demonstra que a ferramenta possui capacidade como instrumento de avaliação de competências. Também foram apresentadas possibilidades de melhoria para a ferramenta e adição de novas funcionalidades, servindo como base para trabalhos futuros.

Palavras-chaves: Competências da Inovação. Avaliação Furtiva. Design Centrado em Evidências. Jogos Sérios. Jogos para avaliação.

ABSTRACT

In order to build people capable of adapting to changes in society, while participating in it as active subjects, it is necessary that education is also transformed and adapted to this new world. Currently, innovation presents itself as a determining factor for a professional or company to be successful. In this scenario, education needs to not only be responsible for imparting knowledge related to curricular subjects, but also be capable of developing competences in favor of innovation. With this objective, research areas such as the innovation pedagogy, develop methodologies and tools aimed to develop and assess innovation skills in students. In addition, the National Common Curricular Base of Brazil presents skills, competences and attitudes that should be worked on by all students in the country's basic education. However, these skills cannot be assessed using traditional assessments, such as paper and pen tests. Thus, there is a need to develop a way of assessing competences in students of basic education. In this work, a game was developed with the objective of evaluating two among the different competences of innovation in students of the final grades of elementary school: creativity and critical thinking. The developed game is a tower defense, in which the player cannot allow enemies to go beyond a part of the map. The product has been validated through testing with real users. During the execution of the game, the player's actions were captured and transformed into scores, which represented his ability against different abilities. In addition, the player responded to a form, which presents a self-assessment of their performance in the game. To obtain the results, they were compared to data found in tests for three different levels of education: elementary, secondary and higher education. In addition to the relationship between these data and those found for the same education levels in the self-assessment. The developed game showed to be adequate for the target audience, both in relation to its difficulty and in relation to the understanding of the game mechanics. The scores obtained are also similar to the data found in the self-assessment, which demonstrates that the tool has a capacity as an instrument to assess competences. Possibilities for improving the tool and adding new features were also presented, serving as a basis for future work.

Keywords: Innovation Competences. Stealth Assessment. Evidence-centered Design. Serious Games. Assessment Games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo para o pensamento crítico desenvolvido por Saiz e Rivas	16
Figura 2 – Telas do jogo <i>The Banna Baluran Adventure</i>	28
Figura 3 – Jogo <i>Use Your Brainz</i>	32
Figura 4 – O problema do golf no jogo <i>Newton's Playground</i>	33
Figura 5 – Modelo de competência da criatividade do <i>Newton's Playground</i>	34
Figura 6 – Sala de troféus do jogo <i>Arctic Quest 2</i>	35
Figura 7 – Estrutura de Avaliação Conceitual (CAF)	38
Figura 8 – Modelo de Competências da Criatividade	42
Figura 9 – Modelo de Competências do Pensamento Crítico	43
Figura 10 – Tela do Jogo <i>Kingdom Rush Origins</i>	44
Figura 11 – Tela do Jogo <i>Kingdom Rush Frontiers</i>	44
Figura 12 – Imagem do Jogo Desenvolvido	45
Figura 13 – Tela de conclusão de uma fase	46
Figura 14 – Terrenos utilizados para a composição do cenário	48
Figura 15 – Apresentação das características das torres e poderes no almanaque	48
Figura 16 – Apresentação das características dos inimigos no almanaque	49
Figura 17 – Fase tutorial	50
Figura 18 – Fase 1	50
Figura 19 – Fase 2	51
Figura 20 – Fase 3	52
Figura 21 – Planilha de registro dos dados coletados com as ações do jogador	53
Figura 22 – Modelo de Competência e Evidências da Criatividade	55
Figura 23 – Modelo de Competência e Evidências do Pensamento Crítico	56
Figura 24 – Média de torres diferentes para cada escolaridade	59
Figura 25 – Média de poderes diferentes para cada escolaridade	60
Figura 26 – Média de torres totais para cada escolaridade	61
Figura 27 – Média de espaço de torres diferentes para cada escolaridade	61
Figura 28 – Média de poderes totais para cada escolaridade	62
Figura 29 – Média de torres vendidas para cada escolaridade	62
Figura 30 – Média do escore de posicionamento de torres por escolaridade	63
Figura 31 – Média do escore de posicionamento de Torres de Soldados por escolaridade	64
Figura 32 – Média de dano das torres para cada moeda gasta por escolaridade	64
Figura 33 – Média de inimigos atingidos por poder utilizado por escolaridade	65
Figura 34 – Porcentagem de inimigos derrotados por escolaridade	66
Figura 35 – Média de tentativas para completar uma fase por escolaridade	66
Figura 36 – Primeira questão do formulário	67

Figura 37 – Segunda questão do formulário	68
Figura 38 – Terceira questão do formulário	68
Figura 39 – Quarta questão do formulário	69
Figura 40 – Quinta questão do formulário	70
Figura 41 – Sexta questão do formulário	70
Figura 42 – Sétima questão do formulário	71
Figura 43 – Oitava questão do formulário	72
Figura 44 – Nona questão do formulário	73
Figura 45 – Décima questão do formulário	74
Figura 46 – Décima primeira questão do formulário	74
Figura 47 – Décima segunda questão do formulário	75
Figura 48 – Décima terceira questão do formulário	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definições das habilidades do pensamento crítico	16
Quadro 2 – Dimensões avaliadas pelo ICB	21
Quadro 3 – Barômetro FINCODA	22
Quadro 4 – Competências da BNCC	23
Quadro 5 – Habilidades relacionadas às competências de “Pensamento científico, crítico e criativo” necessárias aos alunos que cursaram o ensino fundamental .	25
Quadro 6 – Relação entre as afirmações presentes no barômetro FINCODA e as desenvolvidas para o formulário	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	<i>Base Nacional Comum Curricular</i>
CAF	<i>Estrutura de Avaliação Conceitual</i>
CAT	<i>Teste para Avaliação do Pensamento Crítico</i>
ECD	<i>Design Centrado em Evidências</i>
FINCODA	<i>Estrutura para Desenvolvimento e Avaliação de Competências em Inovação</i>
GDD	<i>Documento de Design de Jogos</i>
ICB	<i>Barômetro de Competências em Inovação</i>
INCODE	<i>Projeto de Desenvolvimento de Competências de Inovação</i>
Innopeda®	<i>Pedagogia da Inovação</i>
LDB	<i>Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional</i>
NSF	<i>Fundação Nacional de Ciências dos Estados Unidos</i>
P&D	<i>Pesquisa e Desenvolvimento</i>
PNE	<i>Plano Nacional de Educação</i>
TUAS	<i>Universidade de Ciências Aplicadas de Turku</i>
UE	<i>União Europeia</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVO	13
1.2	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	13
2	EDUCAÇÃO E COMPETÊNCIAS	14
2.1	CRIATIVIDADE	14
2.2	PENSAMENTO CRÍTICO	15
2.3	PEDAGOGIA DA INOVAÇÃO	18
2.3.1	Competências da Inovação	19
2.3.1.1	Barômetro de Competências em Inovação	20
2.4	BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR	23
2.4.1	Competências Gerais da BNCC	23
2.4.1.1	Pensamento científico, crítico e criativo	25
3	JOGOS E EDUCAÇÃO	26
3.1	JOGOS SÉRIOS	27
3.1.1	Jogos sérios para o desenvolvimento de competências	27
3.1.1.1	The Banna Baluran Adventure	28
3.1.1.2	Operation ARA	29
3.1.1.3	Aprendizagem baseada em jogo para promover o pensamento crítico no discurso do aluno	29
3.1.2	Jogos sérios como ferramenta de avaliação	30
3.1.3	Serious games para a avaliação de competências	31
3.1.3.1	Use Your Brainz	31
3.1.3.2	Newton's Playground	32
3.1.3.3	Arctic Quest 2	35
4	METODOLOGIA	36
4.1	AVALIAÇÃO FURTIVA	36
4.2	DESIGN CENTRADO EM EVIDÊNCIAS	37
4.2.1	Estrutura de Avaliação Conceitual	38
4.2.1.1	Modelo de Competências: O quê estamos medindo?	38
4.2.1.2	Modelo de Evidências: Como medimos isso?	39
4.2.1.3	Modelo de Tarefas/Ações: Onde medimos isso?	39
4.3	DOCUMENTO DE DESIGN DE JOGO	40
5	DESENVOLVIMENTO	41
5.1	O JOGO	43

5.1.1	Mecânicas	47
5.1.2	Ambiente	47
5.1.3	Torres e Poderes	47
5.1.4	Inimigos	47
5.1.5	Fases	49
5.2	MODELO DE TAREFAS/AÇÕES	52
6	TESTES, RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
6.1	AVALIAÇÃO POR ESCORES	59
6.1.1	Flexibilidade	59
6.1.2	Fluência	60
6.1.3	Elaboração	62
6.1.4	Raciocínio	63
6.1.5	Avaliação	64
6.1.6	Solução de Problemas	65
6.2	AUTOAVALIAÇÃO	66
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
	REFERÊNCIAS	79

1 INTRODUÇÃO

A educação se apresenta como uma das mais enriquecedoras necessidades do ser humano. A educação está presente em processos físicos, mentais e intelectuais do desenvolvimento de um indivíduo. Conforme a nossa sociedade se transforma, seja por meio de mudanças sociais, políticas ou econômicas, a educação precisa ser também modificada, para que sejam construídas pessoas e profissionais capazes de adequar-se a, e construir, essa nova era (BATISTA; NOVAES; FARBIARZ, 2009). Para o atual cenário, no que diz respeito ao desenvolvimento de profissionais, um dos desafios da educação é desenvolver competências relacionadas à inovação.

O conceito de inovação vem sendo altamente utilizado no âmbito empresarial, sendo esta entendida pela Comissão Europeia como o carro chefe do crescimento econômico da União Europeia (UE) (BUTTER; BEEST, 2017). A inovação é vista como a chave para a sobrevivência de um negócio em um mercado como o atual, dinâmico e concorrido. Para empresas cujo foco é o desenvolvimento de novos produtos, serviços ou tendências, a inovação se apresenta ainda mais necessária (MARIN-GARCIA *et al.*, 2016). Butter e van Beest (2017) definem a inovação como o surgimento de algo novo ou a melhoria substancial de algo já existente, que seja útil para organizações.

Visando o desenvolvimento de competências relacionadas à inovação em alunos do ensino superior, foi originada na Universidade de Ciências Aplicadas de Turku (TUAS), na Finlândia, a pedagogia da inovação (Innopeda®), uma área de pesquisa aberta e compartilhada a todos os pesquisadores da educação (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019b). Porém, para que competências como as da inovação sejam devidamente desenvolvidas, é necessário que essas não sejam trabalhadas apenas quando o aluno atinge o nível de graduação. Sendo assim, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Brasil, define que valores, habilidades e atitudes, sejam elas voltadas a vida ou ao mercado de trabalho, devem ser exercitadas durante toda a educação básica (NOVA ESCOLA, 2020b).

Para que as diferentes metodologias de aprendizagem e ensino de competências sejam validadas é necessário que se possuam métodos para sua avaliação. No final de 2017, um projeto atrelado a Innopeda® lançou uma ferramenta para auxiliar no desenvolvimento e na avaliação das competências da inovação de alunos do ensino superior (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019b). Para a utilização desta ferramenta é requerida uma familiaridade com o assunto, portanto os professores e alunos precisam ser treinados para que se obtenha um resultado confiável (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019b). Desta forma, uma ferramenta de avaliação que possa ser utilizada de forma simples, sem a necessidade de treinamento prévio e que obtenha resultados confiáveis pode ser de grande valia no processo de aplicação de metodologias relacionadas a pedagogia da inovação. Além disso, uma vez que essas habilidades precisam ser desenvolvidas desde o ensino básico, apresenta-se também a necessidade de uma ferramenta para esse público.

Os jogos, se atrelados a técnicas de avaliação furtiva, avaliações que são adicionadas de forma imperceptível dentro de um jogo (SHUTE; VENTURA, 2013), podem ser capazes de atingir esse tipo de objetivo. Essa tecnologia permite criar cenários e colocar os alunos frente a situações problemas que requeiram diferentes habilidades e competências, abrindo espaço para que as capacidades do aluno sejam mensuradas (SHUTE; VENTURA, 2013). Além disso, possuem grande apelo e aceitação por parte de públicos mais jovens.

Neste contexto, este trabalho será norteado pela seguinte questão de pesquisa: “*Como um jogo sério pode explorar a avaliação de competências de estudantes da educação básica?*”.

1.1 OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver um jogo sério como ferramenta para avaliar a performance de alunos da educação básica, séries finais, em duas competências: a criatividade e o pensamento crítico. Além disso, definiu-se os seguintes objetivos específicos:

- Pesquisar conceitos da pedagogia da inovação;
- Pesquisar conceitos das competências gerais da BNCC;
- Pesquisar conceitos de jogos sérios;
- Desenvolver um protótipo de jogo;
- Avaliar a utilização do jogo por meio de testes com usuários reais.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A organização do trabalho segue a seguinte estrutura:

- Capítulo 2: conceitos, legislações e métodos de ensino e avaliação de competências, enfatizando as competências pertinentes a esse estudo;
- Capítulo 3: conceitos relacionados a jogos educativos, trazendo exemplos de trabalhos que utilizaram dessa tecnologia para o desenvolvimento ou avaliação de competências associadas à educação;
- Capítulo 4: metodologias a serem utilizadas para o design e concepção, desenvolvimento e validação do jogo;
- Capítulo 5: processo de desenvolvimento do produto;
- Capítulo 6: aplicação dos testes, resultados obtidos e discussão dos resultados;
- Capítulo 7: conclusões a respeito do trabalho desenvolvido.

2 EDUCAÇÃO E COMPETÊNCIAS

Conforme a sociedade se transforma, surge a necessidade de adequar os sujeitos que nela estão presentes, para que se adaptem e sejam capazes de acompanhar e participar dessas mudanças (BATISTA; NOVAES; FARBIARZ, 2009). Nesse cenário, habilidades e competências se demonstram de suma importância para que um sujeito se mantenha relevante na sociedade, acompanhando as mudanças promovidas nela (BATISTA; NOVAES; FARBIARZ, 2009). De acordo com Simone André, gerente-executiva de Educação do instituto Ayrton Senna, habilidades como criatividade, cooperação, autoconhecimento e resiliência, quando desenvolvidas em contexto escolar, tornam o aluno mais preparado para construir relacionamentos, seguir nos seus estudos, possuir renda estável e cuidar da sua saúde, segundo estudos internacionais (NOVA ESCOLA, 2020a).

Sendo assim, é necessário que o processo de educação também se adapte e ofereça aos alunos a capacidade de desenvolver competências e habilidades necessárias ao mundo contemporâneo (BATISTA; NOVAES; FARBIARZ, 2009). Desta forma, a educação precisa ir além da obtenção de conhecimento tradicional, na qual apenas o conteúdo descrito nos currículos de matérias e cursos é passado para os alunos. Nesse sentido, a educação precisa se fazer valer de metodologias ativas, que permitam que sejam adquiridas e promovidas diferentes habilidades, que o aluno poderá usar tanto em contexto acadêmico quanto em sua vida pessoal e profissional.

Nas seções a seguir deste capítulo serão aprofundados conceitos relacionados às competências de estudo neste trabalho: a criatividade e o pensamento crítico. Estas competências foram escolhidas por pertencerem as chamadas competências da inovação descritas pela pedagogia da inovação e também por constituírem os requisitos de competências determinados pela Base Nacional Comum Curricular do Brasil.

2.1 CRIATIVIDADE

A criatividade foi e continua sendo parte importante no desenvolvimento da civilização humana (HUANG *et al.*, 2013), sendo considerada como a capacidade de se desenvolver algo novo, que além de inovador possui eficácia frente ao papel que foi desenvolvido para cumprir (Lubart, 1994 apud SHUTE; VENTURA, 2013; KAUFMAN; STERNBERG, 2007, JACKSON *et al.*, 2012). Sendo assim, a criatividade de uma pessoa está diretamente ligada a forma que ela se porta diante de um problema e o soluciona (KAUFMAN; STERNBERG, 2007).

Para Guilford (1956) a criatividade compreende quatro habilidades, definidas no trabalho de Shute e Ventura (2013) como:

- Flexibilidade: capacidade de produzir diferentes ideias a partir de diferentes pontos de

vista;

- Fluência: capacidade de produzir rapidamente um grande número de ideias;
- Originalidade: capacidade de produzir ideias novas, incomuns e únicas;
- Elaboração: capacidade de desenvolver uma ideia e seguir no plano traçado para ela.

Outra característica que pode ser determinante no exercício da criatividade é a disposição para correr riscos. Glover (1977) percebeu em seu trabalho que a disposição para correr riscos demonstrou aumentar a flexibilidade e a originalidade dos sujeitos estudados, ao mesmo tempo em que diminuiu sua capacidade de elaboração.

Segundo Kaufman e Sternberg (2007), não se pode ensinar a criatividade, mas se pode ensinar encorajando e recompensando atitudes criativas. Além disso, KAUFMAN; STERNBERG (2007), afirmam que não foram encontrados em testes de criatividade resultados que demonstrem que a criatividade de uma pessoa pode estar relacionada com a sua etnia ou gênero.

2.2 PENSAMENTO CRÍTICO

O pensamento crítico pode ser definido como a análise, por meio do pensamento, que fundamenta o discurso e a investigação racional (BLACK, 2012). Essa habilidade envolve a capacidade de se alcançar um objetivo por meio do pensamento racional (BUTLER, 2012). Estão presentes na literatura diferentes habilidades consideradas como componentes do pensamento crítico.

Dong e Yue (2015) após realizar em seu trabalho uma revisão da bibliografia acerca do termo pensamento crítico, o resumiram como as habilidades de análise, síntese, julgamento, inferência e avaliação. De acordo com Black (2012) a taxonomia de avaliação de Cambridge de pensamento crítico adiciona a esta lista apenas mais um elemento, a autorreflexão e autocorreção e não considera a capacidade de julgamento. As habilidades definidas como conceito de pensamento crítico no projeto Delphi, patrocinado pela American Philosophical Association, também se assemelham as citadas acima, sendo elas: interpretação, análise, avaliação, inferência, explicação (FACIONE, 1990).

Algumas dessas habilidades também são encontradas como parâmetros do Teste para Avaliação do Pensamento Crítico - CAT, desenvolvido nos Estados Unidos pela Fundação Nacional de Ciências - NSF para avaliar as habilidades de pensamento crítico de alunos de diferentes campos da ciência (BASHA; DRANE; LIGHT, 2016). As habilidades presentes no CAT são: avaliação da informação, avaliação de ideias e de outros pontos de vista, aprendizado e solução de problemas e comunicação de ideias (BASHA; DRANE; LIGHT, 2016).

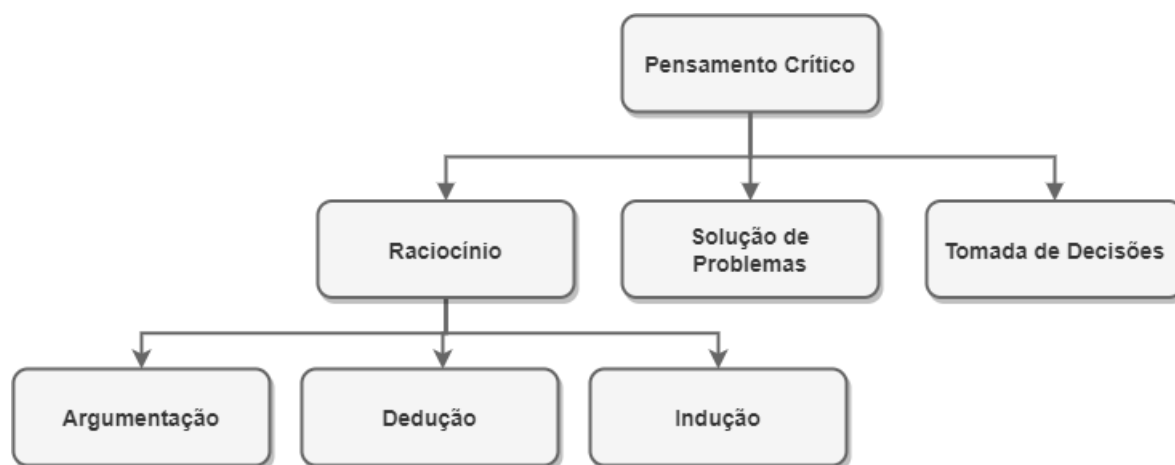
Nesta mesma linha, Kong (2015), com base nos trabalhos de Kong (2014), Hughes, Lavery e Doran (2010) e Yeh (2009), categorizou o pensamento crítico em cinco habilidades:

identificação de hipóteses, indução, dedução, explicação e avaliação. Além disso, as habilidades propostas por Halpern (1998) também se assemelham as citadas acima, sendo elas: habilidades de raciocínio verbal, habilidades de análise argumentativa, habilidades em pensar como probabilidade de teste de hipótese e incerteza, habilidades de tomada de decisão e resolução de problemas.

Seguindo essa linha, Saiz e Rivas (2008) entendem que é por meio das habilidades de raciocínio, solução de problemas e tomada de decisão que o pensamento crítico permite alcançar os objetivos pretendidos. Segundo os autores, essas habilidades são fundamentais pois ao resolver um problema, precisamos optar por recursos ou ações que busquem a maior eficácia no alcance de nossas metas. Além disso, os autores dividem o raciocínio em três capacidades (argumentação, dedução e indução) e a definem como qualquer atividade que se relacione com julgamento ou reflexão, extraindo algo, por meio da inferência, dedução ou derivação.

A Figura 1 apresenta um modelo adaptado daquele utilizado no trabalho de Saiz e Rivas (2008). E o Quadro 1 apresenta definições para algumas das habilidades apontadas como componentes do pensamento crítico em diferentes trabalhos.

Figura 1 – Modelo para o pensamento crítico desenvolvido por Saiz e Rivas



Fonte: SAIZ; RIVAS (2008), traduzido e adaptado pelo autor

Quadro 1 – Definições das habilidades do pensamento crítico

(continua)

Habilidade	Definição	Fonte
Análise	Capacidade de dividir o material em suas partes constituintes e entender a relação das partes da maneira como estão organizadas.	Bloom et al. (1956)
	Capacidade de identificar os objetivos e as relações entre questões, experimentos, conceitos e outras formas de representação de ideias.	Facione (1990)

(conclusão)

Síntese	Capacidade de reunir elementos e partes para formar um todo.	Bloom et al. (1956)
Interpretação	Capacidade de compreender e expressar o significado de situações, experiências, dados, eventos, entre outros.	Facione (1990)
Inferência	Capacidade de considerar informações relevantes e suas consequências, identificando elementos chave para a construção de conclusões racionais.	Facione (1990)
Avaliação	Capacidade de usar um conjunto de critérios relevantes para determinar a qualidade dos argumentos e os resultados apresentados para o problema.	Kong (2015)
	Capacidade de julgar o valor de alguma ideia, trabalho, solução, métodos ou outros em frente a obtenção de um objetivo.	Bloom et al. (1956)
	Capacidade de avaliar a credibilidade de afirmações feitas por outros, de avaliar relações entre afirmações ou outras formas de representações.	Facione (1990)
Explicação	Capacidade de argumentar por meio do esclarecimento das causas, contextos e consequências dos fatos entre os diferentes aspectos do problema.	Kong (2015)
	Capacidade de explicar racionalmente um resultado o justificando racionalmente, por meio de evidências, metodologias ou outras fontes.	Facione (1990)
Dedução	Capacidade de raciocinar a conexão entre um conjunto de afirmações gerais de modo a chegar a uma conclusão logicamente certa para o problema.	Kong (2015)
Indução	Capacidade de raciocinar a conexão entre um conjunto de exemplos específicos de modo a derivar uma generalização confiável para o problema.	Kong (2015)
Identificação de hipóteses	Capacidade de reconhecer as ideias subjacentes ou suposições não declaradas do problema a ser abordado.	Kong (2015)
Raciocínio	Capacidade de solucionar um problema utilizando da melhor estratégia, argumentar com segurança e utilizar precisamente de probabilidades e de experiências passadas.	Saiz e Rivas (2008)

Fonte: O Autor (2021)

2.3 PEDAGOGIA DA INOVAÇÃO

No início dos anos 90 se estabeleceram na Finlândia uma série de universidades de ciências aplicadas (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019a; KETTUNEN, 2011). Essas universidades têm por objetivo dar suporte ao crescimento local, por meio de pesquisas aplicadas e da geração de metodologias de ensino que dão suporte a inovação (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019a; KETTUNEN, 2011). A diferença das universidades de ciências aplicadas e das tradicionais universidades finlandesas se encontra no fato de que as últimas visam gerar pesquisas de base de conhecimento universal (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019a). Sendo assim, surgiu a necessidade de se desenvolver uma nova metodologia que atendesse a necessidade das universidades de ciências aplicadas (KETTUNEN, 2011).

Nesse cenário, a pedagogia da inovação (Innopeda®) surge como um modelo educacional para a geração de competências ligadas à inovação. Originada na Universidade de Ciências Aplicadas de Turku (TUAS) na Finlândia, a pedagogia da inovação é uma área de pesquisa que aborda a aprendizagem de modo que o conhecimento é aplicado de forma prática na mesma instância em que é apresentado ao aluno e seu desenvolvimento é compartilhado e aberto a todos os pesquisadores da educação (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019b). O objetivo desta abordagem educacional é desenvolver competências da inovação, seguindo políticas educacionais da União Europeia e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019b). Kettunem (2009, apud KAIRISTO-MERTANEN, 2011) define a pedagogia da inovação da seguinte forma:

um modelo operacional didático baseado na percepção sociocultural de aprendizagem, que dá suporte ao trabalho das universidades de ciências aplicadas como parte de redes de inovação e competência regional. A pesquisa aplicada e o desenvolvimento de atividades que dão suporte tanto ao desenvolvimento regional quanto à produção de inovações voltadas à vida profissional estão integradas ao ensino multidisciplinar, de acordo com os princípios da pedagogia da inovação. A educação oferecida pela Universidade promove o empreendedorismo e inclui atividades de serviço, ao mesmo tempo em que considera as necessidades da região como um todo e as mudanças constantes nas tendências da vida profissional.

A pedagogia da educação está incluída no plano estratégico de TUAS da seguinte maneira:

Empreendedorismo, pesquisa e desenvolvimento aplicado, internacionalização são integrados com a educação: A pedagogia da inovação baseada na operação baseada no cliente e multidisciplinar da TUAS dá suporte a inovação utilizada nos locais de trabalho. A estrutura de currículo flexível e as formas alternativas de estudo permitem a integração do empreendedorismo, da pesquisa e desenvolvimento aplicado e de serviços à comunidade por meio da educação (KETTUNEN, 2011, traduzido pelo autor).

A Innopeda® também se apresenta como uma contestação ao modo tradicional de ensino, que infere que os alunos só irão aplicar o conhecimento recebido após serem colocados no mercado de trabalho (KAIRISTO-MERTANEN; PENTTILÄ; PUTKONEN, 2011). Por meio de atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e destacando a vida profissional dos alunos, a pedagogia da inovação oferece um ensino prático, no qual o aluno participa ativamente e tem responsabilidade sobre sua aprendizagem (KAIRISTO-MERTANEN; PENTTILÄ; PUTKONEN, 2011). A Innopeda® também apresenta uma estreita relação com empresas. Essa relação não apenas possibilita que os estudantes se envolvam mais diretamente em atividades que irão exercer em suas profissões, dentro de um ambiente controlado, como também permite que esses construam relações com futuros empregados (LEIMU; MELTOVAARA, 2011). Kettunen (2011) define os elementos fundamentais da pedagogia da inovação, sendo eles: atividades multidisciplinares, P&D, currículo flexível, empreendedorismo e internacionalização.

2.3.1 Competências da Inovação

Para que a pedagogia da inovação alcance seus objetivos, é necessário que o aluno adquira não apenas conhecimentos relacionados à sua área de atuação, mas também competências para inovação. Devido a necessidade de cooperação e networking presente no mercado de trabalho atual, essas competências não são apenas individuais. Desta forma, são apresentadas três dimensões de competências da inovação. A primeira dimensão é a individual e apresenta capacidades como criatividade, pensamento crítico e iniciativa, a segunda dimensão é a interpessoal e se relaciona diretamente com a capacidade do aluno de trabalhar em equipe, já a terceira dimensão é a do trabalho em rede, uma vez que, para se obter sucesso também é necessário saber criar conexões que agreguem valor ao seu trabalho por meio de suas habilidades individuais (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019b). Marin-Garcia et al. (2016) assim como Butter e van Beest (2017) e Kairisto-Mertanen e Konst (2019b) definem cada uma das competências da inovação da seguinte forma:

- Criatividade: capacidade de gerar ou aperfeiçoar produtos, métodos, serviços ou ideias, fugindo de padrões ou regras;
- Pensamento crítico: capacidade de mensurar as vantagens e desvantagens atreladas ao alcance de um objetivo;
- Iniciativa: capacidade de tomar decisões ou influenciar outros a agir de forma que se obtenha mudanças positivas;
- Trabalho em equipe: capacidade de trabalhar de forma efetiva em um grupo;
- Trabalho em rede: capacidade de envolver partes externas que tenham interesse no trabalho.

2.3.1.1 Barômetro de Competências em Inovação

O Barômetro de Competências em Inovação (*Innovation Competencies Barometer - ICB*) nasceu no Projeto INCODE (Desenvolvimento de Competências de Inovação), por meio de um consórcio entre diferentes universidades européias (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019b). Essa ferramenta objetiva avaliar as competências da inovação em alunos do ensino superior (WATTS; CARBONELL; ANDREAU-ANDRÉS, 2013), uma vez que estas não podem ser avaliadas por meios tradicionais (MARIN-GARCIA *et al.*, 2016). Desta forma, antes do ICB as universidades não possuíam ferramentas adequadas para esse tipo de avaliação e nem dados relevantes sobre a eficácia dos seus métodos de ensino e aprendizagem em relação ao desenvolvimento de competências (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019b). O ICB avalia as competências da inovação por meio de três âmbitos: auto avaliação, avaliação por pares e avaliação pelo professor (WATTS; CARBONELL; ANDREAU-ANDRÉS, 2013). O Quadro 2 apresenta as dimensões avaliadas pelo ICB.

Em 2015, o projeto FINCODA (*Framework for Innovation Competencies Development and Assessment* ou Estrutura para Desenvolvimento e Avaliação de Competências em Inovação, em português) surge como uma evolução do INCODE. O FINCODA é um projeto que engloba diferentes países, buscando aumentar a cooperação entre universidades e empreendimentos para a geração de profissionais capazes de inovar (BUTTER; BEEST, 2017).

Um dos resultados do FINCODA foi o desenvolvimento do *Innovation Barometer Assessment Tool* (Ferramenta de Avaliação Barômetro de Inovação, em português). Esse barômetro considera igualmente cinco dimensões: a criatividade, o pensamento crítico, a iniciativa, o trabalho em equipe e o trabalho em rede (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019b). Essa ferramenta avalia 34 indicadores para mensurar as competências da inovação e se encontra disponível para utilização via software. Esses indicadores e dimensões são apresentados no Quadro 3. A utilização do barômetro ocorre como ferramenta de auto avaliação ou como avaliação por parte de um supervisor. Para cada indicador é dada uma nota entre seis, a partir da seguinte escala (BUTTER; BEEST, 2017):

1. Pobre;
2. Precisa melhorar;
3. Médio;
4. Bom;
5. Excelente;
6. Não se aplica.

Quadro 2 – Dimensões avaliadas pelo ICB

Dimensão	Indicador
Individual	Apresenta ideias que são adequadas à tarefa
	Apresenta ideias criativas
	Apresenta novos modos de implementar ideias
	Avalia as vantagens e desvantagens de ações
	Identifica relações entre os diferentes componentes de uma tarefa
	Analisa a tarefa por diferentes pontos de vista
	Utiliza dos recursos disponíveis de forma original
	Prevê como eventos irão ocorrer
	Demonstra entusiasmo
	Persegue os objetivos persistentemente
	Assume riscos ousados, mas razoáveis
	Orienta as tarefas no sentido do objetivo
Interpessoal	Transmite ideias de forma efetiva
	Escuta os colegas de equipe
	Estabelece relações de grupo construtivas por meio do diálogo
	Colabora ativamente
	Contribui para o funcionamento do grupo
	Toma iniciativa
	Leva os outros a agir
	Encara conflitos com flexibilidade para chegar em acordos
Networking	Aplica valores éticos
	Leva em consideração as implicações das ações para a sociedade
	É capaz de trabalhar em ambientes multidisciplinares
	É capaz de trabalhar em ambientes multiculturais
	Utiliza de contatos de rede para alcançar os objetivos

Fonte: WATTS; CARBONELL; ANDREAU-ANDRÉS (2013), adaptado e traduzido pelo autor

O produto final da ferramenta foi o principal resultado do FINCODA, uma vez que este instrumento pode servir como auxílio a empresas no reconhecimento de competências de profissionais, facilitando a inclusão em seu corpo de colaboradores de pessoas mais indicadas (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019b). Vale ressaltar, que para uma melhor utilização da ferramenta de avaliação do FINCODA é necessário um conhecimento prévio dos conceitos nela apresentados por parte da pessoa responsável pela sua aplicação. Desta forma a qualidade dos resultados está diretamente relacionada a um correto treinamento dos alunos ou professores (KONST; KAIRISTO-MERTANEN, 2019b).

Quadro 3 – Barômetro FINCODA

Dimensão	Indicador
Criatividade	Pensa diferente e adota diferentes perspectivas
	Usa da intuição e do próprio conhecimento para iniciar ações
	Encontra novas formas de implementar ideias
	Gera soluções originais para problemas e oportunidade
	Faz sugestões para aprimorar o processo atual de produção ou de serviços
	Apresenta novas ideias
	Apresenta inventividade na utilização de recursos
	Pesquisa novos métodos, técnicas ou instrumentos de trabalho
Refina ideias em uma forma útil	
Pensamento Crítico	Utiliza de tentativa e erro para solucionar problemas
	Desenvolve e experimenta com novas formas de solucionar problemas
	Desafia o status quo
	Enfrenta desafios de diferentes pontos de vista
	Prevê o impacto nos usuários
	Pergunta “Por quê?”, “Por que não?” e “E se?” com um propósito
Iniciativa	Promove melhorias na organização do trabalho
	Assume um risco aceitável para apoiar novas ideias
	Vai além das expectativas na tarefa, exercício, ou descrição do trabalho sem ser solicitado
	Convence pessoas a apoiar uma ideia inovadora
	Introduz sistematicamente novas ideias nas práticas de trabalho
	Age rápido e energeticamente
Trabalho em Equipe	É atencioso quando outros estão falando e responde efetivamente aos comentários de outros durante a conversação
	Provoca comentários e feedbacks
	Obtém comentários construtivos dos colegas
	Identifica a fonte de conflitos entre si mesmo e outros, ou entre outras pessoas, e toma medidas para superar a desarmonia
	Oferece feedback construtivo, cooperação, treinamento ou ajuda a colegas de equipe
	Trabalha bem com outros, entendendo suas necessidades e sendo compreensivo com eles
	Consulta a respeito de mudanças significativas
Trabalho em Rede	Conhece pessoas com diferentes tipos de ideias e perspectivas para entender seu próprio conhecimento
	Adquire, assimila, transforma e explora conhecimento externo para estabelecer, gerenciar e aprender por meio de laços organizacionais informais
	Compartilha informações oportunas com as partes interessadas apropriadas
	Constrói relações fora do time/organização
	Engaja pessoas de fora do grupo de trabalho principal desde o início
	Trabalha em ambientes multidisciplinares

Fonte: BUTTER; BEEST (2017), adaptado e traduzido pelo autor

2.4 BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) preconiza que é compromisso da União estabelecer uma comunicação entre as esferas federais, estaduais e municipais para o estabelecimento de competências e diretrizes para a educação básica, fundamentando que essas serão as guias para a formulação de conteúdos e currículos que assegurem uma formação básica comum (BRASIL, 1996). Essa percepção de competências, orienta não apenas para os conteúdos mínimos a serem estudados, mas também para habilidades essenciais que devem ser trabalhadas no âmbito escolar e é o que fundamenta a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 1996).

A BNCC, que está prevista na constituição brasileira de 1988 (BRASIL, 1988), é um documento no qual estão definidas as aprendizagens de carácter fundamental para todo e qualquer aluno do ensino básico brasileiro, assegurando seu direito à aprendizagem e estando de acordo com o preconizado no Plano Nacional de Educação (PNE) (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018). A BNCC também objetiva alinhar a educação básica federal, estadual e municipal, superando a fragmentação das políticas educacionais causada pela falta de colaboração entre esses três âmbitos do governo (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018).

Sendo assim, a BNCC indica quais competências o aluno deve possuir, não só de forma que saiba o conteúdo que lhe foi apresentado, mas de forma que possua a capacidade de realizar ações utilizando deste conhecimento (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018). Além disso, a BNCC visa promover uma aprendizagem na qual o aluno seja visto em sua totalidade e individualidade, de forma que sejam acolhidos e reconhecidos nas suas singularidades e pluralidades enquanto sujeito humano (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018).

2.4.1 Competências Gerais da BNCC

A BNCC indica dez competências gerais, que devem ser trabalhadas durante toda a educação básica, sendo elas conhecimentos, habilidades, valores e atitudes, provenientes de níveis intelectuais, físicos, sociais, emocionais e culturais do aluno (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018). O Quadro 4 traz as dez competências e suas descrições tal e qual constam na BNCC.

Quadro 4 – Competências da BNCC

(continua)

Competência	Definição BNCC
Conhecimento	Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

(conclusão)

Pensamento científico, crítico e criativo	Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
Repertório cultural	Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
Comunicação	Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
Cultura digital	Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
Trabalho e projeto de vida	Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
Argumentação	Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
Autoconhecimento e autocuidado	Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
Empatia e cooperação	Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
Responsabilidade e cidadania	Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Fonte: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2018), adaptado

2.4.1.1 Pensamento científico, crítico e criativo

Para este trabalho a competência de “Pensamento científico, crítico e criativo” é a mais relevante. Sendo assim, esta categoria será aprofundada nesta seção.

Além da definição já apresentada na seção anterior podemos dizer que esta competência está diretamente relacionada à capacidade do aluno resolver problemas, seja por meio de soluções criativas, reflexão ou práticas científicas. A BNCC define que até o final do ensino fundamental, no qual está inserido o público alvo deste estudo, os alunos devem ter desenvolvido diferentes habilidades relacionadas ao pensamento científico, crítico e criativo, essas habilidades estão dispostas no Quadro 5.

Quadro 5 – Habilidades relacionadas às competências de “Pensamento científico, crítico e criativo” necessárias aos alunos que cursaram o ensino fundamental

Habilidade	Definição
Exploração de ideias	Devem ser capazes de testar, combinar, modificar e gerar ideias para criar formas novas de atingir objetivos e resolver problemas.
Conexões	Correlacionar ideias específicas e amplas, prévias e novas, a partir de diferentes caminhos.
Criação de processos de investigação	Elaborar planos de investigação para pesquisar uma questão ou solucionar um problema.
Soluções	Questionar e modificar ideias existentes e criar soluções inovadoras.
Execução	Avaliar e testar opções para colocar ideias em prática, aprendendo com erros e acertos.
Formulação de perguntas	Elaborar perguntas para garantir uma base sólida para a investigação de um problema ou desafio.
Interpretação de dados	Interpretar dados e informações de maneira precisa, considerando o contexto em que foram produzidos para se posicionar criticamente com base em critérios científicos, estéticos e éticos.
Lógica e raciocínio	Utilizar raciocínio lógico, exemplos concretos e conhecimentos para fundamentar os passos ou procedimentos de sua investigação.
Desenvolvimento de hipóteses	Formular hipóteses, considerar a mudança de variáveis e sustentar o raciocínio com observação, pesquisa, modelo ou teorias.
Avaliação do raciocínio e explicação de evidências	Analisar e explicar como as evidências sustentam argumentos e afirmações, identificando informações falsas, falhas de raciocínio e diferenças de pontos de vistas.
Síntese	Comparar, agrupar e sintetizar informações de diversas fontes, inclusive as próprias ideias, para elaborar uma explicação ou um argumento coeso e embasado.

Fonte: NOVA ESCOLA (2020a), adaptado

3 JOGOS E EDUCAÇÃO

O avanço da tecnologia traz consigo novas possibilidades para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de diferentes áreas do conhecimento. Na educação a tecnologia permite cenários como aulas à distância, acesso facilitado a materiais didáticos e uma comunicação remota entre professores e alunos. Além disso, nos permite desenvolver ferramentas que agreguem ao ensino, facilitando o trabalho de professores, tornando as aulas mais dinâmicas e permitindo um maior envolvimento dos alunos com o conteúdo estudado. Jogos digitais são uma dessas tecnologias, podendo ser definidos como uma atividade que requer no mínimo um jogador, possui regras e uma condição de vitória, sendo disponibilizados em uma tela de vídeo (ROGERS, 2013).

Os jogos, como uma forma de aprendizagem ativa, se contrapõem a forma de ensino tradicional, centradas no professor, que acaba sendo tediosa e ineficaz (SU; CHENG; LIN, 2014). Uma vez que jogar é uma atividade interativa, promove a aprendizagem ativa, o trabalho em equipe e aumenta a motivação do aluno (PATEL, 2008). Sendo assim, oferecem uma alternativa ao ensino tradicional, por meio de um ambiente criativo, interativo, imersivo e controlado, no qual os alunos aprendem fazendo e com seus próprios erros (PERSKY; STEGALL-ZANATION; DUPUIS, 2007; CARVALHO; ANDRÉS; ARBELOA, 2013). Desta forma, o caráter motivador dos jogos possibilita que os estudantes aprendam de forma mais significativa, uma vez que a motivação e a participação no seu processo de estudo está diretamente ligada a capacidade do estudante de aprender (SELVI; ÇOŞAN, 2018).

Essa tecnologia também possibilita um envolvimento completo do aluno, por meio dos seus sentidos, sentimentos e intelecto, utilizando de suas experiências e reflexões (PERSKY; STEGALL-ZANATION; DUPUIS, 2007). Por consequência, os jogos vão além da memorização, reforçando sua atuação como ferramenta de aprendizagem significativa, uma vez que esta ocorre apenas quando os modelos mentais do aluno são testados por meio da solução de problemas, investigação, trabalho em equipe e sendo parte ativa da aprendizagem (SELVI; ÇOŞAN, 2018). Sendo assim, os jogos permitem que os estudantes participem diretamente do processo de aprendizagem, impulsionando-o por meio do pensamento crítico e da interação com outros estudantes (SELVI; ÇOŞAN, 2018).

A percepção de jogos como um recurso que possibilita o desenvolvimento de diferentes habilidades por meio de um ambiente motivador, agradável e enriquecido (ALVES; BIANCHIN, 2010), faz com que essas ferramentas sejam altamente exploradas no âmbito educacional, seja como instrumento de ensino ou de avaliação. Além disso, jogos podem ser utilizados em qualquer parte da aula, servindo como ferramenta para instigar o estudo de um conteúdo, como revisão de uma matéria ou como avaliação do conhecimento dos alunos acerca de determinado tópico (SELVI; ÇOŞAN, 2018).

3.1 JOGOS SÉRIOS

Os *serious games* ou jogos sérios objetivam ser educativos e divertidos, visando atrair um público alvo, assim como os jogos comerciais, e também atingir objetivos educacionais (BELLOTTI *et al.*, 2013). Essas ferramentas podem ser descritas como uma tecnologia baseada em jogos que utiliza de princípios do desenvolvimento de jogos para utilizá-los de uma maneira voltada ao aprendizado e ao treinamento, além de simplesmente divertir o jogador (BEGGS *et al.*, 2009).

O designer de um jogo sério ao envolver assuntos reais no jogo, pode oferecer experiências que preparam o aluno para situações e desafios do mundo real (CARVALHO; ANDRÉS; ARBELOA, 2013). Por esse motivo e por serem aplicações que podem utilizar de diferentes gêneros, tecnologias, plataformas de desenvolvimento e abordar diferentes conteúdos acadêmicos (CARVALHO; ANDRÉS; ARBELOA, 2013) os *serious games* estão presentes como ferramentas de educação e treinamento em diferentes áreas, podendo ser citadas as áreas médica, militar e empresarial, além de utilizados como forma de publicidade e propaganda (BEGGS *et al.*, 2009; CARVALHO; ANDRÉS; ARBELOA, 2013). Dentro da área da educação, os *serious games* podem ser utilizados para a apresentação, revisão ou avaliação de um conteúdo.

A efetividade de um *serious game*, porém, vai além da sua capacidade de motivar e divertir os alunos enquanto aprendem, uma vez que, o desempenho do jogador está diretamente ligado à capacidade educacional desse tipo de ferramenta (BELLOTTI *et al.*, 2013). Desta forma, é necessário que além de apresentar o conteúdo, um *serious game* também avalie o progresso do jogador, seja por meio de recompensas ou diferentes mecânicas, enfatizando a importância de se apresentar um feedback ao aluno (BELLOTTI *et al.*, 2013). Essa avaliação de progresso intrínseca aos jogos sérios também permite que essas ferramentas sejam aplicadas com a intenção primária de se avaliar a aprendizagem, o conhecimento e as habilidades do aluno.

3.1.1 Jogos sérios para o desenvolvimento de competências

Como citado nos capítulos anteriores, os jogos tem capacidade de desenvolver diferentes habilidades e competências, incluindo aquelas apontadas como importantes para a obtenção de sucesso no “mundo real” (KATO; KLERK, 2017). Uma vez que o ato de jogar exige que o jogador utilize de competências e habilidades, para relacionar diferentes conteúdos, regras e estratégias presentes no jogo (BATISTA; NOVAES; FARBIARZ, 2009). Jackson *et al.* (2012) descobriu em seu trabalho que o ato de jogar jogos digitais, independente do estilo do jogo, está relacionado com várias dimensões da criatividade.

Porém, diferentes estilos de jogos, podem englobar diferentes competências, até mesmo as relacionadas às ações necessárias para se obter acesso ao jogo. Por exemplo, um jogador de jogo digital, precisa antes de jogar, possuir habilidades e competências que o permitam utilizar de um computador, de seus inputs e demais dispositivos, assim como ao jogar um jogo

cooperativo, é necessário que se possuam habilidades sociais (BATISTA; NOVAES; FARBIARZ, 2009).

Nas seções a seguir deste capítulo serão apresentados jogos desenvolvidos para instigar diferentes habilidades e competências em alunos. Essas competências estão diretamente ligadas aquelas estudadas neste trabalho.

3.1.1.1 The Banna Baluran Adventure

O jogo sério “*The Banna Baluran Adventure*” foi avaliado no trabalho de Putra e Iqbal (2016) quanto a sua capacidade de promover o pensamento crítico por meio do pensamento criativo de alunos e aumentar a sua motivação em relação aos estudos. O jogo, baseado no Parque Nacional Baluran, é um jogo de plataforma, no qual o jogador, agindo como um guarda florestal, precisa coletar determinados itens e evitar outros, protegendo o parque e seus animais de caçadores. Telas do jogo são apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – Telas do jogo *The Banna Baluran Adventure*



Fonte: PUTRA; IQBAL (2016), traduzido pelo autor

No estudo participaram 60 alunos do ensino fundamental de idade média de 12,53 anos,

divididos em três grupos. O primeiro grupo aplicou o jogo juntamente com módulos manuais do Parque Nacional Baluran, o segundo grupo utilizou apenas o jogo e o terceiro grupo aprendeu sem nenhum dos dois métodos. Um teste de criatividade, baseado no trabalho de Ku (2015), que utiliza de indicadores como validade, flexibilidade, novidade e originalidade e um questionário a respeito motivação dos alunos foram utilizados antes e após a aplicação dos métodos.

Os resultados demonstraram que o primeiro grupo teve melhores resultados finais na dimensão do pensamento crítico, porém a variação do indicador em relação ao teste aplicado antes da aplicação dos métodos não diferiu muito daquela apresentada pelo segundo grupo. O terceiro grupo, porém, desempenhou abaixo dos demais, o que demonstra que o jogo é efetivo no aprendizado do pensamento crítico atrelado ao pensamento criativo. A motivação dos alunos também foi mais intensificada no primeiro e segundo grupo em relação ao terceiro, sendo o segundo grupo o que apresentou melhores resultados.

3.1.1.2 Operation ARA

Halpern et al. (2012) apresentaram e avaliaram em seu estudo o jogo digital *Operation ARA* (*Acquiring Research Acumen* ou Adquirindo Acúmen de Pesquisa, em português). Esse jogo visa ensinar o pensamento crítico e o raciocínio científico, por meio da interação dos alunos com avatares tutores presentes no jogo. Esses avatares ensinam o jogador em sessões de ensino que variam dependendo do quão bem os alunos respondem a perguntas relacionadas ao tema de estudo. Os jogadores também podem jogar contra um avatar e apontar falhas na pesquisa, gerando suas próprias questões para determinar a qualidade de diferentes tipos de pesquisa. O *Operation ARA* também utiliza de características de jogos com grande vendas para motivar e engajar os alunos, como uma história intrigante, pontos e outros incentivos.

O jogo foi avaliado com alunos de ensino superior, de diferentes escolas e universidades, objetivando analisar o ganho de conhecimento proporcionado pelo jogo e comparar o ganho de conhecimento de diferentes métodos de tutoria presentes no jogo. A avaliação do jogo demonstrou que alunos que jogaram o jogo tiveram uma melhora proporcional na aprendizagem maior do que os alunos que não jogaram e que a aprendizagem foi mais significativa nas tutorias de aprendizagem ativa presentes no jogo. Os autores destacam que apesar dos resultados positivos, é necessário a realização de testes em ambientes mais controlados.

3.1.1.3 Aprendizagem baseada em jogo para promover o pensamento crítico no discurso do aluno

No seu estudo Cicchino (2015) utilizou da aprendizagem baseada em jogo em um ambiente de ensino tradicional para promover o pensamento crítico no discurso de aluno. O jogo foi aplicado com turmas da 6ª a 8ª série em uma escola de ensino fundamental de Nova Jersey nos Estados Unidos. O jogo consiste em um role-play em grupo de conquista de território, no qual

cada grupo recebe um território, que é constituído por diferentes pedaços de terra, sendo o fim do jogo determinado quando um grupo consegue conquistar todos os pedaços de terra do seu território. Desta forma, para conquistar o seu território o jogador precisa criar estratégias e dialogar com o grupo e com os outros grupos. O jogo possui a temática da Guerra Franco-Indígena, que envolveu França, Grã Bretanha e suas colônias na América do Norte.

As aulas relativas ao tema e as aplicações do jogo foram gravadas em vídeos, os quais serviram como material de análise. Foram avaliadas cinco itens, sendo eles: comportamento fora da tarefa, iniciação, negociação, construção conjunta e integração. Os resultados mostraram que um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são instigados a refletir sobre seu progresso e sobre como eles enfrentam um problema, podem ser eficazes na promoção do pensamento crítico. Desta forma, a aprendizagem baseada em jogo se provou eficaz na promoção do pensamento crítico e na aprendizagem. Porém, não houveram diferenças significativas entre o grupo que aplicou o jogo e o grupo controle que aprendeu por meios tradicionais.

3.1.2 Jogos sérios como ferramenta de avaliação

As avaliações possuem extrema importância para mensurar o entendimento do aluno em relação ao conteúdo aprendido e identificar se esse aluno terá capacidade de recordá-lo e utilizá-lo da maneira correta (CHEN; MICHAEL, 2005). Desta forma, as avaliações possuem o papel de componente crítico dentro do processo educativo (HOMER; OBER; PLASS, 2017). Para que uma avaliação seja considerada significativa ela precisa apresentar um parecer aos alunos e professores e, idealmente, aos pais e administradores, de forma que o processo de aprendizagem possa ser aprimorado (HOMER; OBER; PLASS, 2017).

São diversas as formas de avaliar o conhecimento do aluno utilizadas ao longo da história, podendo ser citados questionários, recitais, competições, exames verbais, entre outros (CHEN; MICHAEL, 2005). Entretanto, a maneira mais tradicional de avaliação, em forma de questionário em papel, ocorre fora do processo de aprendizagem, sendo apenas adicionada a ele (HOMER; OBER; PLASS, 2017). Neste cenário, os jogos sérios, assim como outras tecnologias, se apresentam como uma forma de melhorar os processos avaliativos, uma vez que permitem que a avaliação esteja embutida no processo de aprendizagem (HOMER; OBER; PLASS, 2017).

A exploração dos *serious games* como ferramenta de avaliação também provém do fato de que essa tecnologia permite uma avaliação mais válida e abrangente das habilidades e competências dos alunos quando comparada com a avaliação tradicional (KATO; KLERK, 2017; CHEN; MICHAEL, 2005). Eles permitem ir além de testes simples e restritos, podendo até mesmo ser combinados com formas tradicionais de ensino, criando avaliações mais completas e complexas (CHEN; MICHAEL, 2005). Essa ferramenta também pode servir para avaliar competências como criatividade, tomada de decisão, trabalho em equipe e liderança, uma vez que permitem criar ambientes similares ao real ou fantasiosos, nos quais o jogador pode ser instigado a realizar ações que exercitem essas capacidades (KATO; KLERK, 2017).

As formas de avaliação nos jogos podem ser distintas. Até mesmo jogos comerciais possuem formas de testar o progresso do jogador. Muitos jogos apresentam inicialmente tutoriais, que exibem ao jogador os comandos básicos de controle e interação com o jogo e testam o seu conhecimento acerca dessas informações por meio de fases testes (CHEN; MICHAEL, 2005). Conforme o jogador progride em relação às habilidades obtidas nas fases iniciais, o jogo apresenta novos desafios a serem superados (CHEN; MICHAEL, 2005). Outras formas de avaliação em jogos comerciais são a pontuação, o número de mortes ou o número de moedas coletadas, desta forma é indicado ao jogador o que é, dentro do jogo, uma boa escolha (ganho de ponto, moedas ou vida) ou uma escolha ruim (perda de pontos, moedas ou morte) (CHEN; MICHAEL, 2005; MEDEIROS; ARANHA; NUNES, 2017). Os jogos sérios também podem aproveitar e se beneficiar desses métodos. Porém, existem cenários nos quais é necessário utilizar outros métodos, como coletar logs de bate papos, calcular o número de vezes que um jogador pediu ajuda, avaliar as escolhas ou os caminhos tomados por ele e verificar como ele geriu os recursos que possuía dentro do jogo (MEDEIROS; ARANHA; NUNES, 2017; KATO; KLERK, 2017).

3.1.3 Serious games para a avaliação de competências

Como anteriormente apresentado, os jogos sérios podem ser utilizados para a avaliação de diferentes competências em alunos, além de simplesmente avaliar o conteúdo aprendido. Neste capítulo serão apresentados trabalhos relacionados, nos quais são apresentados *serious games* que avaliaram diferentes competências em alunos, sendo esse seu objetivo primário ou não.

3.1.3.1 Use Your Brainz

O jogo "*Use Your Brainz*" foi apresentado no trabalho de Shute et al. (2016) e visa avaliar, utilizando o método de avaliação furtiva, a habilidade de solução de problemas de alunos. O jogo consiste em uma versão adaptada do popular "*Plants vs. Zombies*" 2, no qual os jogadores adicionam plantas ao seu terreno, as quais atacam zumbis que tentam invadir sua casa. Cada planta possui uma habilidade distinta das demais. A Figura 3 apresenta uma captura de tela do jogo.

Por meio do desenvolvimento de um modelo de competência de solução de problemas, os autores foram capazes de identificar características dessa habilidade e apontar indicadores no jogo para cada uma delas. Por meio de um sistema de Redes Bayesianas, no qual os indicadores possuem relações, foram calculadas estimativas para a capacidade de solucionar problemas do aluno e para cada uma das características presentes no modelo.

O jogo foi testado com 55 alunos de 7ª série em Illinois nos Estados Unidos, além disso esses estudantes realizaram dois outros testes de solução de problema, o teste de Matrizes Progressivas de Raven, que avalia a habilidade do aluno de realizar inferências baseadas

nas informações passadas a eles, e o teste MicroDYN, um sistema de simulação que testa a capacidade do usuário de adquirir e aplicar informações em ambientes de solução de problemas complexos. Os resultados apresentaram uma semelhança entre o jogo “*Use Your Brainz*” e os demais testes, o que valida a avaliação por meio do jogo.

Figura 3 – Jogo *Use Your Brainz*



Fonte: SHUTE *et al.* (2016)

3.1.3.2 Newton's Playground

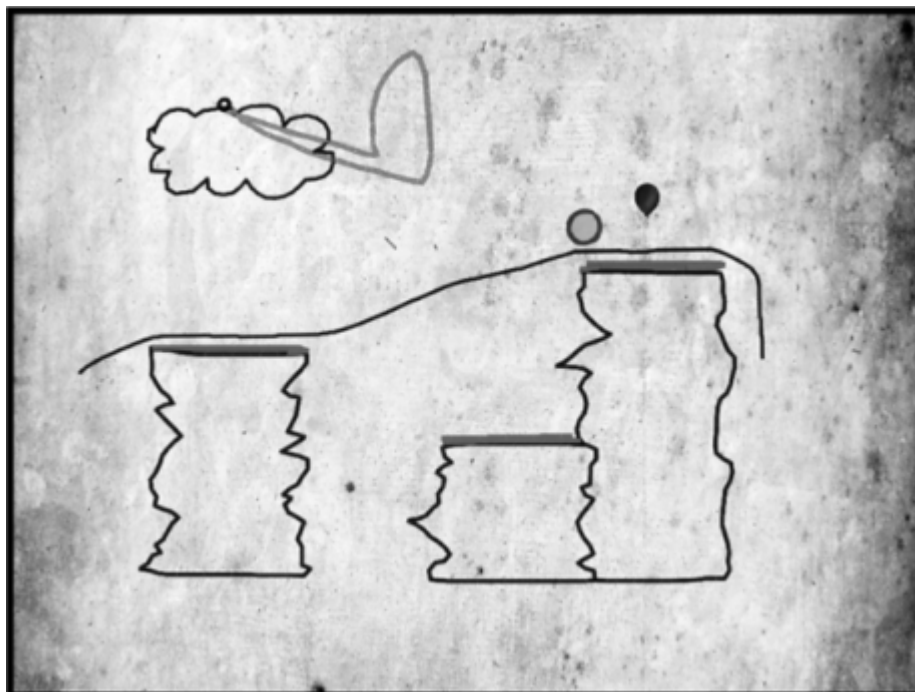
O jogo Newton's Playground foi apresentado no trabalho de Shute e Ventura (2013). Este jogo visa avaliar o conhecimento do aluno em relação à gravidade e às leis de Newton, a sua criatividade e a sua perseverança na solução dos problemas.

O jogo consiste em vários puzzles nos quais o jogador precisa levar uma bola até um balão. Para isso o jogador pode desenhar na tela objetos, se o jogador desenhar os objetos corretamente e a bola tocar o balão ele vence a fase e recebe um troféu. Esse troféu é dourado se o jogador resolver o puzzle com menos de três objetos e prata se o jogador apenas resolver o problema. A Figura 4 apresenta uma fase do jogo.

Para a avaliação do conhecimento do aluno o jogo utiliza do método de avaliação furtiva e de redes Bayesianas. Para a avaliação da criatividade, além de jogar, o aluno foi convidado a

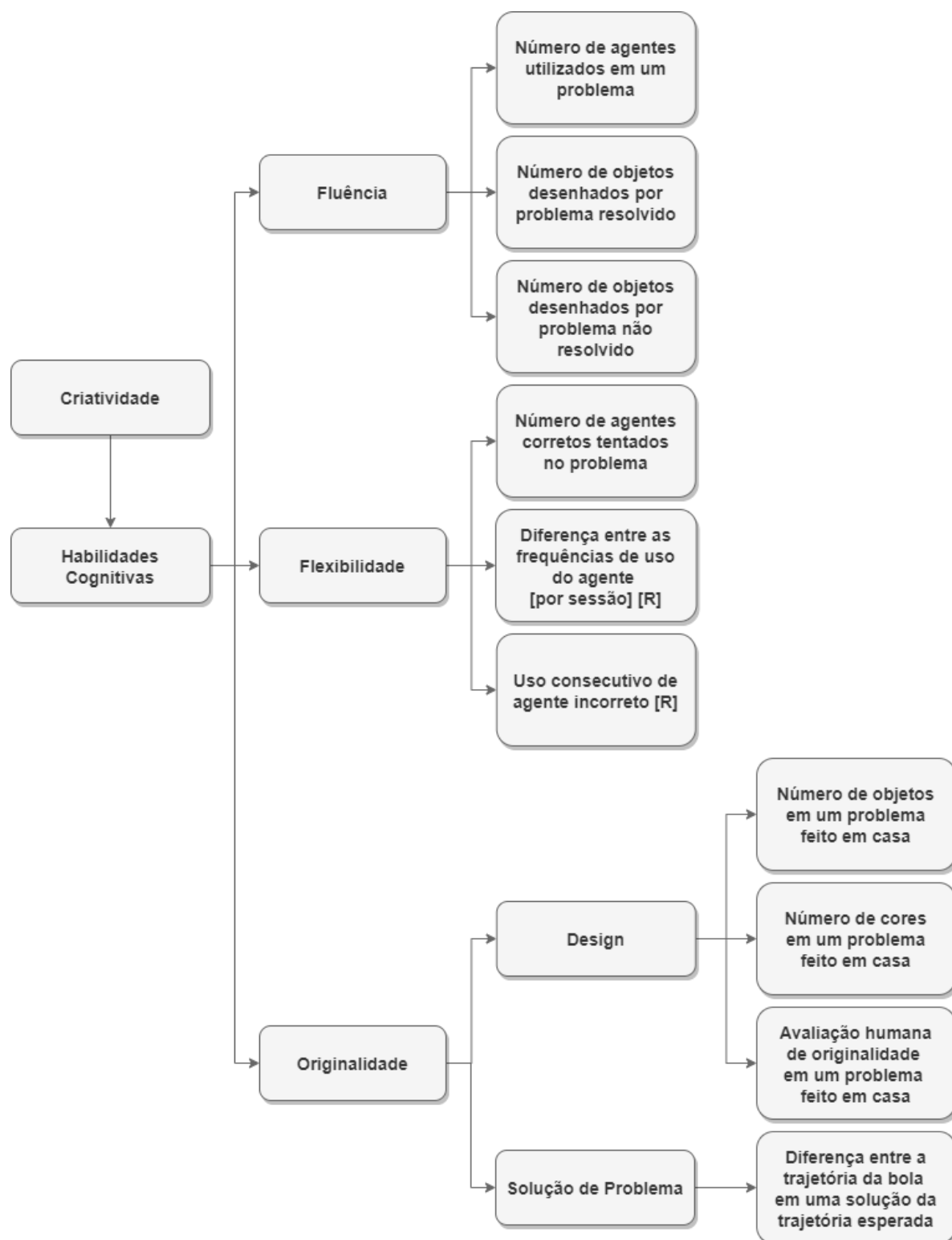
desenvolver níveis para o jogo. A Figura 5 apresenta o modelo de competência para avaliação da criatividade e seus indicadores, desenvolvido no trabalho de Shute e Ventura (2013).

Figura 4 – O problema do golfe no jogo *Newton's Playground*



Fonte: SHUTE; VENTURA (2013)

Figura 5 – Modelo de competência da criatividade do *Newton's Playground*



Fonte: SHUTE; VENTURA (2013), traduzido e adaptado pelo autor

3.1.3.3 Arctic Quest 2

Chuang, Liu e Shiu (2015) utilizaram do jogo “*Arctic Quest 2*” para aplicar a sua teoria de avaliação da criatividade. Neste jogo o jogador deve posicionar corretamente peças que caem, de acordo com o seu formato e recebe troféus quando realiza determinadas ações dentro do jogo. A Figura 6 apresenta a sala de troféus do jogo.

Figura 6 – Sala de troféus do jogo *Arctic Quest 2*



Fonte: CHUANG; LIU; SHIU (2015)

A avaliação do jogo foi aplicada com 30 alunos de quinta série, que também utilizaram de um outro teste de criatividade, o *Williams Creativity Assessment Packet* (Pacote de avaliação de criatividade Williams, em português), um teste em papel e caneta utilizado para avaliar o potencial criativo e a efetividade de treinamentos criativos. Os parâmetros de criatividade avaliados nesse estudo foram fluência, flexibilidade, elaboração e sensibilidade, ressalta-se que a originalidade não pôde ser avaliada devido ao gênero do jogo. Os resultados dos testes demonstraram semelhança entre a avaliação apresentada pelo jogo e a do outro método selecionado, sendo assim o jogo se mostrou uma ferramenta de avaliação válida.

4 METODOLOGIA

A metodologia de design do jogo passou por duas etapas. A primeira foi a concepção das habilidades avaliadas e das ações dentro do jogo que refletem as capacidades do aluno frente a essas habilidades. Para alcançar os objetivos desta etapa foi escolhido utilizar a técnica de avaliação furtiva, ou oculta, que envolve também a utilização do Design Centrado em Evidências. A segunda etapa envolveu a definição do tema, das mecânicas, dinâmicas e estéticas do jogo. Para isso foi utilizado um Documento de Design de Jogo. Vale ressaltar que essas etapas não foram lineares, visto que, as ações realizadas dentro do jogo, definidas na etapa um, estão diretamente relacionadas às mecânicas do jogo, definidas na etapa dois e as mecânicas do jogo, refletem as habilidades avaliadas, definidas na etapa um.

A criação do jogo foi realizada na engine de desenvolvimento de jogos Unity3D, com a utilização da linguagem de programação C#, também foram utilizados pacotes de código e ferramentas desenvolvidas por terceiros. A arte e o som do jogo utilizam de componentes desenvolvidos por terceiros. Para o versionamento e organização do projeto foi utilizada a plataforma “gitlab.com”.

A validação do jogo ocorreu por meio de testes com usuários reais, realizados em duas etapas. Pré-teste, realizado com desenvolvedores de jogos e um aluno de séries finais do ensino fundamental e a etapa de teste final, com alunos de séries finais do ensino fundamental, ensino médio e ensino superior.

4.1 AVALIAÇÃO FURTIVA

A avaliação furtiva é uma avaliação adicionada dentro de um jogo de forma que o jogador não perceba que está sendo avaliado (SHUTE; VENTURA, 2013). Essa área de pesquisa é utilizada para avaliar diferentes desempenhos, atributos e habilidades (SHUTE; VENTURA, 2013; ALCAÑIZ; PARRA; GIGLIOLI, 2018). Podem ser citados diversos benefícios da utilização da avaliação furtiva, como a capacidade de se desenvolver avaliações em ambientes imersivos e originais, reduzindo o estresse proveniente de testes, medindo competências ao longo do tempo e recebendo feedbacks contínuos, podendo melhorar o instrumento de avaliação conforme o nível de compreensão e habilidade do jogador (SHUTE *et al.*, 2016). Desta forma, a avaliação torna-se mais fiel a realidade e livre de fatores de influência, potencializando a sua capacidade informativa em relação às capacidades e conhecimentos do aluno (SHUTE *et al.*, 2016).

A avaliação dentro do jogo, ocorre de forma que as ações realizadas pelo jogador, as consequências dessas ações, as interações com o jogo e outros elementos da jogabilidade, sirvam de evidência para o que se pretende avaliar (SHUTE; VENTURA, 2013; SHUTE *et al.*, 2016). Comportamentos como esses são registrados em arquivos de log e utilizados para medir e ava-

liar as competências e conhecimentos do aluno (SHUTE; VENTURA, 2013; SHUTE *et al.*, 2016).

Para a aplicação da avaliação furtiva é necessário o desenvolvimento de modelos que evidenciem as competências a serem avaliadas, a forma como serão avaliadas dentro do jogo e a concepção do jogo. Para isso é utilizado a metodologia de Design Centrado em Evidências (SHUTE; VENTURA, 2013).

4.2 DESIGN CENTRADO EM EVIDÊNCIAS

O Design Centrado em Evidências (ECD, *Evidence-centered Design*, em inglês), é um processo utilizado para desenvolver uma avaliação, respondendo a perguntas como *o quê, quando e como* determinadas competências ou conhecimentos serão avaliados, sendo essas respostas registradas em diferentes modelos (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003). Esses modelos são conceituais e computacionais e definem o que se precisa saber sobre as competências do aluno, estabelecendo evidências em formas de tarefas que demonstrem determinada competência (SHUTE *et al.*, 2016). O ECD pode ser utilizado para desenvolver diversas formas de avaliação, mas foca em desenvolver avaliações que envolvem modelos de competências complexos e dinâmicos em ambientes interativos, o que não pode ser alcançado com métodos tradicionais de avaliação (SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]).

O ECD possui uma série de camadas, Riconscente, Mislevy e Corrigan (2015) as definem da seguinte forma:

- **Análise de domínio:** pesquisa de informações sobre formas de avaliação do que se pretende avaliar e como esse conhecimento é aprendido e comunicado;
- **Modelagem de domínio:** expressa os argumentos de avaliação encontrados na análise de domínio em forma de narrativa;
- **Estrutura de Avaliação Conceitual:** expressa os argumentos de avaliação em modelos de tarefas ou itens;
- **Implementação:** implementa a avaliação, apresentando as tarefas, coletando e analisando respostas;
- **Entrega:** interações dos estudantes com as tarefas e comunicação dos resultados.

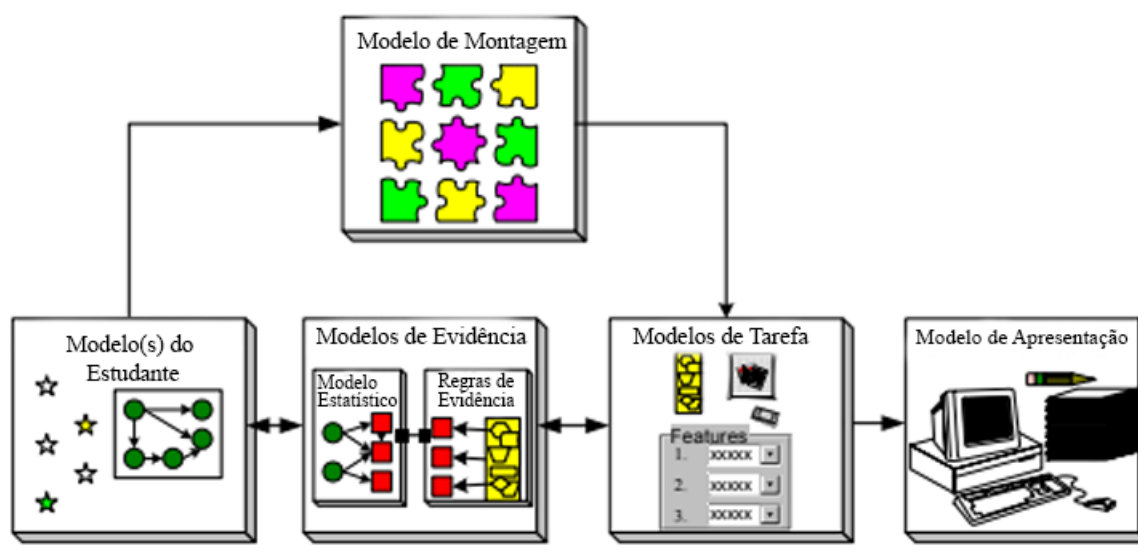
Na seção a seguir serão aprofundados conceitos da Estrutura de Avaliação Conceitual (CAF, *Conceptual Assessment Framework*, em inglês), pois esta camada é a que possui os modelos utilizados na concepção da ferramenta de avaliação.

4.2.1 Estrutura de Avaliação Conceitual

O CAF é considerado um diagrama, no qual as decisões de design modelam a avaliação (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003). Essa estrutura é dividida em diferentes modelos, que nos ajudam a responder as perguntas que guiam o desenvolvimento da avaliação (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003; RICONSCENTE; MISLEVY; CORRIGAN, 2015). O CAF possui cinco modelos: o modelo de competências ou modelo do estudante, o modelo de evidências, o modelo de tarefas, o modelo de montagem e o modelo de apresentação (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003). A Figura 7 apresenta um esquema do CAF.

Nas seções a seguir serão abordados os três modelos do CAF utilizados neste trabalho, o modelo de competências, o modelo de evidências e o modelo de tarefas. Foram selecionados esses modelos, pois são eles os componentes principais do ECD e foram os utilizados nos jogos que basearam a metodologia utilizada neste trabalho, o *Newton's Playground* (SHUTE; VENTURA, 2013) e o *Use Your Brainz* (SHUTE *et al.*, 2016).

Figura 7 – Estrutura de Avaliação Conceitual (CAF)



Fonte: MISLEVY; ALMOND; LUKAS (2003), traduzido pelo autor

4.2.1.1 Modelo de Competências: O quê estamos medindo?

O modelo de competências responde às perguntas acerca do que estamos medindo (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003; RICONSCENTE; MISLEVY; CORRIGAN, 2015; SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). Sendo assim, é nele que são definidas as competências e habilidades que desejamos avaliar, consideradas como as variáveis de estudo (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003). É neste modelo também que são definidas as relações entre essas variáveis (SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). Quando os resultados das avaliações são computados, um modelo de competências é gerado para cada aluno, por esta razão esse modelo também é chamado como modelo

do estudante (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003; RICONSCENTE; MISLEVY; CORRIGAN, 2015; SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). Neste caso, o modelo representa as probabilidades do aluno responder corretamente a uma pergunta, ou a uma tarefa (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003; RICONSCENTE; MISLEVY; CORRIGAN, 2015). A Figura 5 apresentou o modelo de competências utilizado no jogo Newton’s Playground.

4.2.1.2 Modelo de Evidências: Como medimos isso?

O modelo de evidências responde perguntas acerca de como as competências serão mensuradas (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003; RICONSCENTE; MISLEVY; CORRIGAN, 2015; SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). É nele que as respostas e interações dos alunos com as tarefas são computadas e analisadas, atualizando as probabilidades das variáveis do modelo do estudante (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003; RICONSCENTE; MISLEVY; CORRIGAN, 2015; SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]; SHUTE *et al.*, 2016). Esse modelo está dividido em dois componentes (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003; RICONSCENTE; MISLEVY; CORRIGAN, 2015; SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). O primeiro são as regras de evidência, as quais descrevem como as interações do estudante com as variáveis observadas serão refletidas em pontuação para atualizar as variáveis de competência (SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). O segundo componente é o modelo estatístico, o qual demonstra a relação entre as variáveis e suas pontuações calculadas (SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). Isso permite que as probabilidades sejam atualizadas por meio da combinação de pontuações encontradas em diferentes tarefas (SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). O modelo estatístico pode ser uma pontuação que demonstra que uma tarefa foi cumprida de forma correta ou pode utilizar de Redes Bayesianas para atualizar o modelo de competências com probabilidades condicionais (SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]).

4.2.1.3 Modelo de Tarefas/Ações: Onde medimos isso?

O modelo de tarefas responde a perguntas relativas a onde iremos medir as variáveis das competências (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003; RICONSCENTE; MISLEVY; CORRIGAN, 2015; SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). Esse modelo descreve os ambientes e situações nas quais as evidências serão coletadas e avaliadas (MISLEVY; ALMOND; LUKAS, 2003; RICONSCENTE; MISLEVY; CORRIGAN, 2015; SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). Quando o ECD é utilizado para gerar uma avaliação em formato de jogo digital, o modelo de tarefas é chamado de modelo de ações, uma vez que em um jogo são modeladas ações sequenciais que constroem as evidências (SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). Neste contexto, o modelo define as ações realizadas pelo jogador e a indicação de sucesso, representando o que o jogador precisa fazer para completar um objetivo (SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]).

4.3 DOCUMENTO DE DESIGN DE JOGO

O documento de design de jogo, popularmente conhecido pelo seu nome em inglês, *Game Design Document* (GDD), é o principal documento utilizado no processo de desenvolvimento de jogos (CARVALHO; GOMES, 2016). Nele são descritas as características do jogo, que podem ser informações relacionadas ao cenário, personagens, jogabilidade, entre outras (MOTTA; JUNIOR, 2013).

O GDD não possui uma estrutura definida, sendo que cada designer de jogos pode seguir um modelo. Nesse contexto, Carvalho e Gomes (2016) desenvolveram uma estrutura de GDD com foco nos recursos de jogabilidade, a qual será utilizada como base para o GDD a ser desenvolvido neste trabalho. Esse modelo foca em apresentar um documento simples, no qual os principais objetivos do jogo estão expostos, podendo ser facilmente alterados durante a fase de testes. Além disso, ele foca em expor quais sensações o jogador deve sentir, deixando em aberto como essas sensações serão passadas, para que isso possa ser definido e elaborado durante o desenvolvimento do jogo. Por fim, esse modelo visa apresentar mais imagens do que textos, nas quais as mecânicas, interações, interfaces e outros componentes são apresentados.

O modelo de Carvalho e Gomes (2016) propõe que sejam apresentados no GDD os seguintes itens:

- Visão geral: descrições curtas sobre o nome, gênero, interações mecânicas e outras características;
- Referências: jogos ou mecânicas usadas como referências;
- Ambiente: descrição do mundo, dos personagens e da história;
- Telas: protótipos de telas do jogo com comentários;
- Diagramas: diagramas de caso de uso, máquinas de estado e diagrama de classes simplificado;
- História do usuário: apresenta a jogabilidade, curva de aprendizagem esperada, o que o jogador sente ao jogar;
- Mercado e time: estratégias de mercado, público alvo, cronograma, entre outros;
- Outros: informações adicionais, como inteligência artificial, itens, plugins e outras ferramentas importantes.

5 DESENVOLVIMENTO

O referencial teórico, presente neste trabalho, caracteriza-se como as etapas de análise e modelagem de domínio da metodologia de ECD. No referencial foram buscadas formas de avaliação das competências estudadas, definição das mesmas e habilidades que as compõem. Além disso, buscou-se conhecer como a Pedagogia da Inovação e a BNCC enxergam essas competências, pois essas são as teorias base deste trabalho. Constatou-se que, em ambos os casos, a criatividade e o pensamento crítico estão diretamente ligados com a capacidade do aluno de resolver problemas, utilizando da sua habilidade de avaliar situações e utilizar recursos de maneira que atinjam seus objetivos da melhor forma possível.

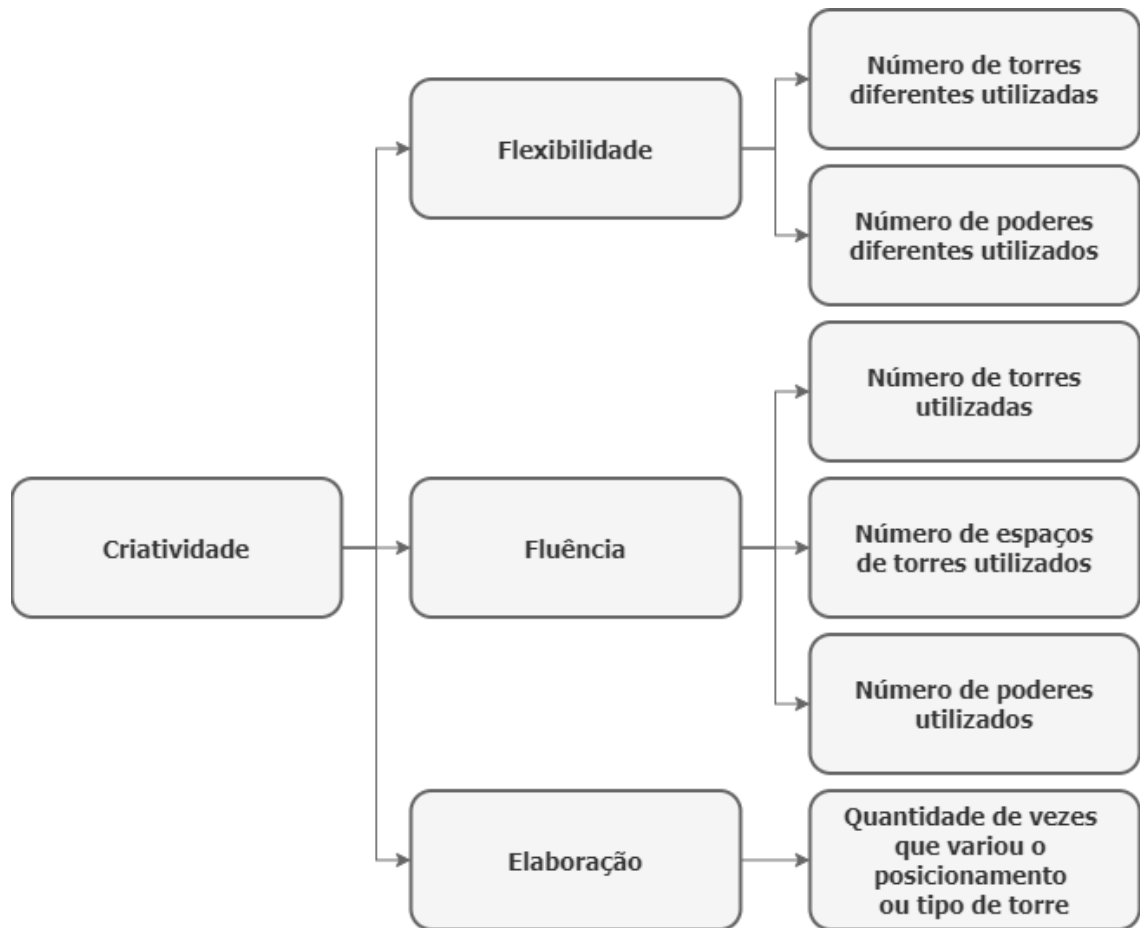
Nesse cenário, acredita-se que um jogo de estratégia seja o mais indicado para a avaliação das competências de criatividade e pensamento crítico em alunos do ensino fundamental, que tiveram seu ensino baseado nas diretrizes da BNCC. Uma vez que, o ponto principal desse gênero é envolver pensamento e planejamento (ROGERS, 2013). O gênero de estratégia, no contexto de jogos, possui diversos subgêneros. Neste trabalho decidiu-se por um jogo de defesa de torres, popularmente conhecido pelo seu significado em inglês: Tower-Defense. Tendo em vista que, é o mesmo gênero do jogo utilizado como referência, “Use Your Brainz”, que tem como base o popular Tower-Defense “Plantz vs Zombies” (SHUTE *et al.*, 2016). Esse gênero se baseia na construção de torres automáticas, que visam manter os inimigos a uma determinada distância do que se pretende defender (ROGERS, 2013).

Após a revisão bibliográfica acerca das competências e a definição do estilo do jogo foram desenvolvidos os modelos de competência. No contexto da criatividade (Figura 8), das habilidades encontradas na literatura como suas componentes, apenas a originalidade foi deixada de fora, visto que, acredita-se que a única forma de avaliá-la no contexto do gênero de jogo escolhido, seria comparando as escolhas e estratégias seguidas pelos alunos. Neste caso, as menos escolhidas seriam consideradas mais originais. A flexibilidade foi avaliada por meio da quantidade de torres e poderes diferentes utilizados, o que se caracteriza como a geração de diferentes ideias por parte dos alunos. A fluência foi avaliada por meio da quantificação do número de torres, poderes e espaços de torres utilizadas pelos alunos, caracterizando a quantidade de ideias geradas por eles. Por fim, a elaboração foi avaliada quantificando o número de vezes que o aluno vendeu uma torre e a trocou por outra, ou seja, verificando quantas vezes ele variou sua ideia inicial.

No âmbito do pensamento crítico (Figura 9), foram definidas as habilidades de raciocínio, avaliação e solução de problemas, pois acredita que essas são as habilidades que mais se evidenciam durante o processo de jogo do gênero escolhido. Neste cenário, o raciocínio está diretamente relacionado à capacidade do aluno de criar conexões e entender o relacionamento entre os componentes do jogo. Desta forma, decidiu-se avaliar o raciocínio por meio de evidên-

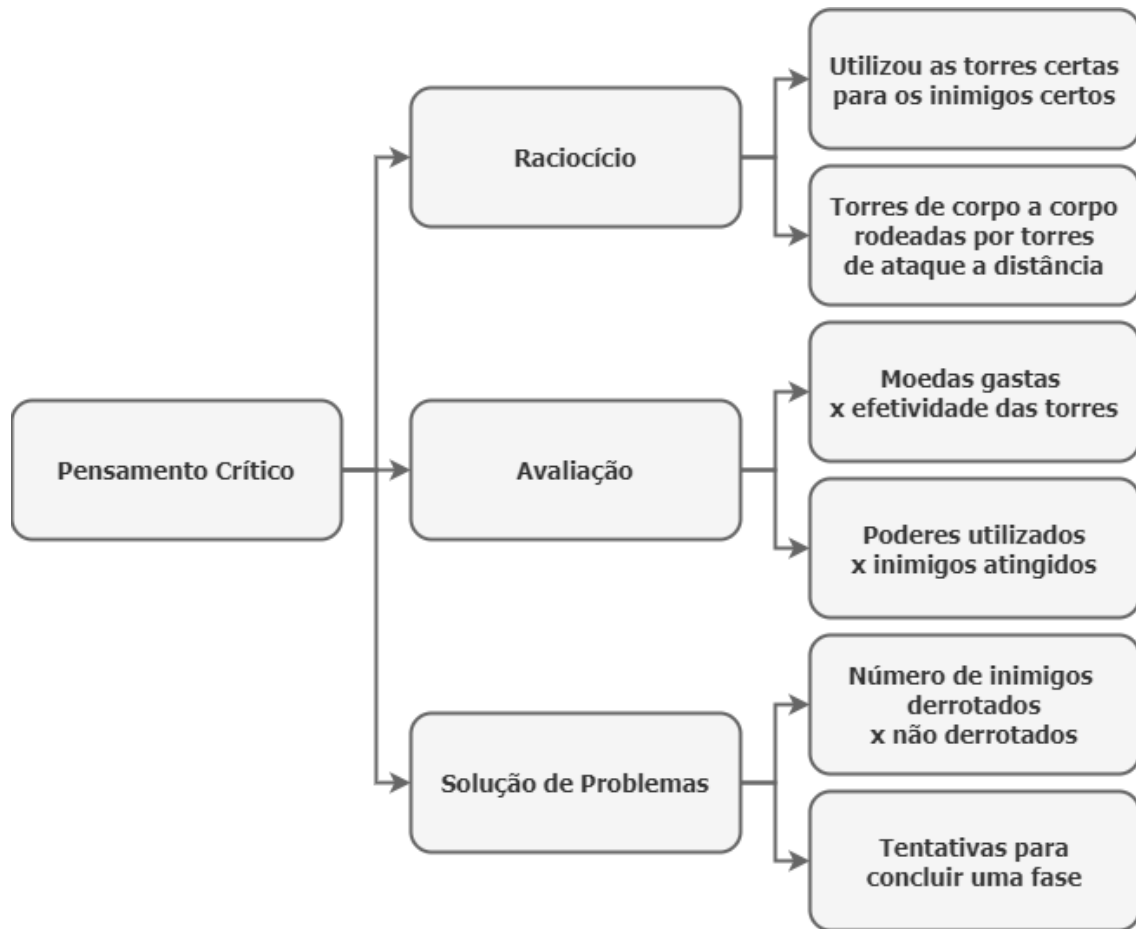
cias que demonstrem se o jogador percebeu que determinadas torres possuem mais efetividade contra certos inimigos e que torres de corpo a corpo, que interrompem a passagem do inimigo, são mais efetivas quando rodeadas por torres de ataque a distância. Já a habilidade de avaliação, foi avaliada constatando se as ações do jogador surgiram um impacto condizente com o número de recursos gastos. Desta forma, foi feito um cruzamento entre o dinheiro gasto em torres e a efetividade das mesmas, assim como foi feito um cruzamento entre os poderes gastos e o número de inimigos atingidos por eles. Por fim, foi avaliada a capacidade de solucionar problemas, verificando se a estratégia seguida pelo aluno foi eficiente frente ao todo, ou seja se ele conseguiu concluir a fase e se a concluiu de forma eficiente, derrotando o maior número de inimigos possíveis.

Figura 8 – Modelo de Competências da Criatividade



Fonte: O Autor (2021)

Figura 9 – Modelo de Competências do Pensamento Crítico



Fonte: O Autor (2021)

5.1 O JOGO

O jogo desenvolvido pode ser baixado gratuitamente em “<https://mayara-cechinatto.itch.io/tower-defense>”. Ele baseia-se na série de jogos do mesmo gênero “Kingdom Rush”. As Figuras 10 e 11 mostram telas do jogo e destacam aspectos utilizados como referências. Assim como nos jogos apresentados, o objetivo principal do jogo é não permitir que inimigos que invadem o mapa, por diferentes direções, ultrapassem a zona que se pretende defender. Para isso, o jogador deve utilizar torres, que podem ser adicionadas em diferentes espaços espalhados pelo mapa. Cada torre possui características distintas e pode ser mais efetiva contra diferentes inimigos ou em diferentes pontos do mapa. Os inimigos assim como as torres também possuem características distintas entre eles. Caso o jogador se encontre em uma situação difícil ele ainda pode utilizar de poderes especiais, que atingem inimigos no ponto do mapa em que ele determinar. A Figura 12 apresenta uma imagem do jogo desenvolvido.

Figura 10 – Tela do Jogo *Kingdom Rush Origins*



Fonte: O Autor (2021), imagem do jogo *Kingdom Rush Origins*

Figura 11 – Tela do Jogo *Kingdom Rush Frontiers*



Fonte: O Autor (2021), imagem do jogo *Kingdom Rush Frontiers*

Figura 12 – Imagem do Jogo Desenvolvido



Fonte: O Autor (2021)

Para limitar as ações do jogador, as torres custam moedas. Cada fase do jogo é iniciada com uma quantidade diferente de moedas, e mais moedas podem ser obtidas ao derrotar inimigos. Inimigos distintos também podem oferecer uma quantidade diferente de moedas, de acordo com a sua dificuldade. Além disso, os poderes especiais possuem tempo de recarga, o que não permite que sejam utilizados o tempo todo.

Para vencer o jogo o jogador precisa sobreviver a todos os inimigos, que invadem o cenário em ondas, ou seja, completar a fase com alguma quantidade de vida restante. A cada onda o jogador será informado de qual inimigo está presente na onda e qual o caminho que essa onda irá percorrer. Caso o jogador não consiga completar uma fase, ele não pode avançar para a fase seguinte, tendo que repetir a fase atual. Ao completar a fase, o jogador receberá uma pontuação de acordo com o seu desempenho e uma série de feedbacks caso possa melhorar o seu desempenho na resolução da fase (Figura 13). Essa pontuação é em forma de estrelas e possui a seguinte escala:

- 0 estrelas: foi derrotado pelos inimigos;

- 1 estrela: terminou a fase com menos de ou com 50% da vida;
- 2 estrelas: terminou a fase com mais de 50% da vida;
- 3 estrelas: terminou a fase com 100% da vida;

Figura 13 – Tela de conclusão de uma fase



Fonte: O Autor (2021)

O jogador ainda pode contar com um almanaque, que pode ser consultado a qualquer momento do jogo. Esse almanaque apresenta os diferentes tipos de torres, inimigos, poderes e suas características. Esse recurso é importante no jogo, pois permite que o jogador avalie as características do jogo antes de tomar suas decisões, refletindo diretamente no seu desempenho em relação ao pensamento crítico.

Em relação a dificuldade do jogo, foi planejado um grau de dificuldade intermediário, a ponto de um jogador não ter que repetir uma fase muitas vezes, o que poderia causar desmotivação. Da mesma forma em que uma dificuldade muito alta pode não permitir que sejam capturadas informações sobre a capacidade dos alunos de solucionar os problemas no jogo, uma vez que todos teriam dificuldade. Nesse contexto, espera-se que as fases do jogo sejam facilmente completadas, porém não sejam sempre completadas de forma perfeita. Sendo assim, cada fase pode ter diferentes níveis de dificuldade, nos quais determinadas ondas são consideradas difíceis naquele contexto e outras são consideradas fáceis, possibilitando que os jogadores menos habilidosos, completem a fase, mesmo que com bastante perda de vida e ainda sejam oferecidos desafios aos jogadores mais habilidosos. A cada fase a dificuldade do jogo é aumentada.

5.1.1 Mecânicas

O jogo se baseia em quatro mecânicas base. Essas mecânicas estão listadas abaixo:

- Adicionar torres em diferentes locais: clique com o botão esquerdo do mouse em um local de adição de torres, que irá apresentar os diferentes tipos de torres disponíveis e seu custo. Clique com o botão esquerdo do mouse no ícone da torre desejada.
- Vender torres: clique com o botão esquerdo do mouse em uma torre existente, que irá apresentar a opção de venda, clique com o botão esquerdo do mouse na opção de venda.
- Ativar poderes especiais: clique no ícone do poder, clique no local do mapa onde o poder deve ser ativado. A ativação do poder pode ser cancelada ao clicar o botão direito do mouse ou ao clicar novamente com o botão esquerdo do mouse no ícone do poder.
- Ver informações de inimigos, torres e poderes: clique com o botão direito do mouse no ícone do almanaque.

5.1.2 Ambiente

O jogo se passa em um reino, protegido por uma fortaleza. Esse reino estará sendo invadido por monstros que objetivam destruir o castelo e roubar suas riquezas. O jogo iniciará em uma fase tutorial, na qual o jogador conhece a história do jogo e é lembrado de seu treinamento como comandante de tropas. Na segunda fase o jogador deve proteger a fortaleza dos inimigos que pretendem invadir o reino. Na terceira fase, os inimigos conseguiram ultrapassar a fortaleza, e o jogador precisa defender a vila, na qual os cidadãos do reino vivem. Na quarta fase, e última, os inimigos terão invadido a vila e se direcionam ao castelo, o qual, se perdido, o reino todo será derrotado. A Figura 14 apresenta exemplos de terrenos que serão utilizados na composição do cenário.

5.1.3 Torres e Poderes

O jogador pode contar com quatro tipos diferentes de torres: torre de arqueiro, torre de soldados, torre de magos e torre de explosivos. O jogador também pode contar com três tipos diferentes de poderes: poder de gelo, poder das pedras e poder do raio. A Figura 15 apresenta as características de cada torre e poder exibidas no almanaque.

5.1.4 Inimigos

O jogo conta com seis tipos de inimigos: Ogro, Ogro Chefe, Voador, Ninja Fantasma, Curandeiro e Esqueleto Rei (chefão). As características de cada inimigo estão presentes no almanaque do jogo e apresentadas na Figura 16.

Figura 14 – Terrenos utilizados para a composição do cenário



Fonte: O Autor (2021), ilustrações de CRAFTPIX.NET

Figura 15 – Apresentação das características das torres e poderes no almanaque



Fonte: O Autor (2021), ilustrações de CRAFTPIX.NET

Figura 16 – Apresentação das características dos inimigos no almanaque



Fonte: O Autor (2021), ilustrações de CRAFTPIX.NET

5.1.5 Fases

O jogo inicia com uma fase tutorial. Durante o tutorial o jogador deverá entender todos os aspectos do jogo, ao mesmo tempo em que conhece a sua narrativa. Para isso é explicado ao jogador sobre como adicionar uma torre, utilizar poderes e sobre os diferentes tipos de inimigos. Também há uma explicação sobre o almanaque, a importância de conhecer seus inimigos antes de enfrentá-los e de um correto posicionamento das torres. A figura 17 apresenta uma imagem da fase tutorial.

Após o tutorial, o jogador ingressa na primeira fase na qual é avaliado. A fase 1 possui uma gama maior de possibilidades, para que o jogador possa explorar as mecânicas e dinâmicas do jogo, e conseqüentemente compreender com mais profundidade o funcionamento do jogo. Nesta fase os inimigos se comportam da seguinte maneira: inimigos Ogres saem de ambas as saídas, inimigos Ogres Chefe saem da direita e é apresentado um novo tipo de inimigo, o inimigo Voador, que sai da esquerda. A Figura 18 apresenta uma imagem da fase 1.

Figura 17 – Fase tutorial



Fonte: O Autor (2021)

Figura 18 – Fase 1

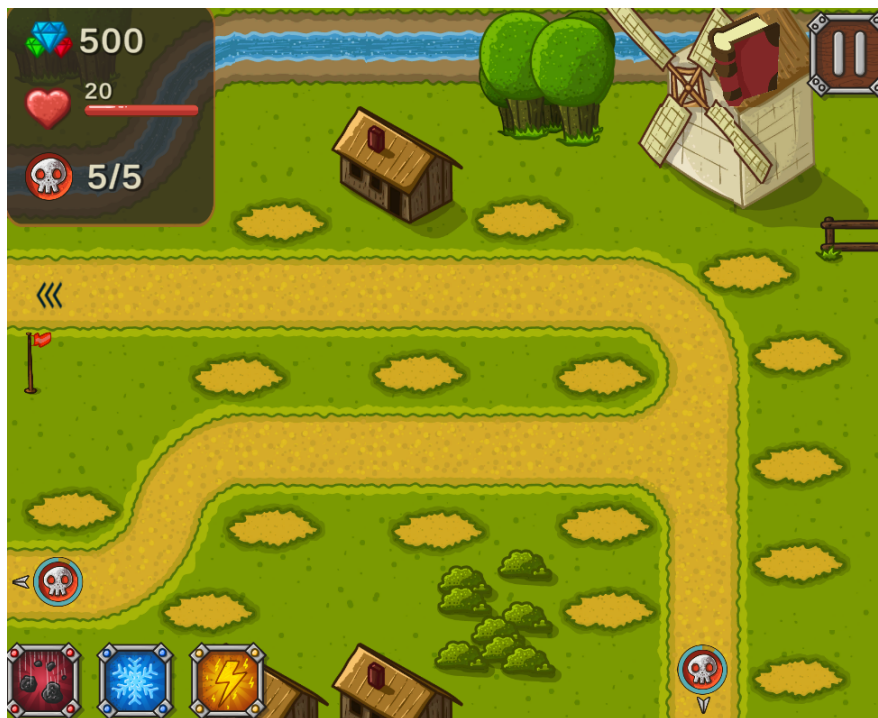


Fonte: O Autor (2021)

Na segunda fase em que o jogador é avaliado, a fase 2, ele deve se sentir mais desafiado. Desta forma é introduzido um novo inimigo, o inimigo Ninja Fantasma. Esse inimigo inicia seu percurso pela saída da direita, juntamente com inimigos Voadores e Ogros. A característica de ataque a distância faz com que esse inimigo ataque as Torres de Soldados a uma distância que eles não possam contra atacar. Inimigos Ogros também saem pela esquerda, juntamente com Ogros Chefe. A Figura 19 apresenta uma imagem da fase 2.

A terceira e última fase é a mais desafiadora de todas. Uma vez que dois novos inimigos são introduzidos: o inimigo Curandeiro e o Esqueleto Rei, chefe do jogo. O inimigo Curandeiro sai da saída superior esquerda, juntamente com Ogros e Ninjas Fantasma. Da saída superior direita, saem inimigos Voadores e Ogros. Da saída inferior, saem os Ogros Chefes, Ogros e o Esqueleto Rei. Além disso, o chefe invoca inimigos em pontos estratégicos do mapa. Além disso, ele dá três voltas no mapa, antes de se encaminhar ao ponto de defesa. A Figura 20 apresenta uma imagem da fase 3.

Figura 19 – Fase 2



Fonte: O Autor (2021)

Figura 20 – Fase 3



Fonte: O Autor (2021)

5.2 MODELO DE TAREFAS/AÇÕES

O modelo de tarefas ou ações, como anteriormente informado, apresenta como e quais ações do jogador irão refletir as habilidades avaliadas. No contexto do jogo desenvolvido, são diversas as ações que ajudam no registro de logs e com informações do jogador em diferentes habilidades. Esses registros foram computados, etapa do modelo de evidências, e resultaram em doze escores, cada um representando uma habilidade presente nos modelos de competências da criatividade e do pensamento crítico. Esses escores são calculados para cada fase e a partir de uma média desses valores é calculado o escore final do estudante. Ressalta-se que a fase tutorial não entra no registro de escores, uma vez que durante a sua execução o jogador é induzido a realizar certas ações.

O registro dos valores computados é realizado diretamente pelo jogo, em uma planilha em formato .xlsx. A Figura 21 apresenta uma imagem da planilha gerada.

No caso das habilidades relacionadas à criatividade, a flexibilidade é avaliada computando a quantidade de tipos diferentes de torres e poderes que o jogador utilizou em uma fase do jogo. O jogo possui quatro tipos distintos de torres, sendo assim, esse é o número máximo desse escore. Já para poderes, o jogo conta com três, porém houve um erro na computação de poderes diferentes e apenas dois foram computados. Desta forma, dois é o número máximo desse escore.

Já a fluência é avaliada por meio do cálculo da média para as três fases da totalidade

de torres e poderes utilizados (independente do tipo de torre ou poder), além da quantidade de espaços de torres utilizados. Não há limite claro para a utilização de torres e poderes. As torres podem ser vendidas e trocadas por outras quantas vezes o jogador conseguir e desejar. Já o número de poderes depende do tempo que o jogador consegue se manter na fase, uma vez que cada poder pode ser utilizado após um determinado espaço de tempo. Por fim, os espaços de torres possuem um valor limitado em 16.66 que é a média máxima de espaços de torres nas três fases.

Figura 21 – Planilha de registro dos dados coletados com as ações do jogador

	A	B	C	D
1	Tempo total		145	
2	Ondas Enfrentadas		2	
3	Diferentes torres adicionadas		4	
4	Poderes utilizados		7	
5	Diferentes poderes utilizados		2	
6	Torres adicionadas		6	
7	Torres vendidas		0	
8	Espaços de torres diferentes utilizados		6	
9	Dano das torres/Moedas gastas	0,096867464482784		
10	Inimigos Atingidos/Poderes utilizados		3	
11	Inimigos não derrotados		0	
12	Vida com que finalizou a fase		10	
13				
14	Histórico			
15	Tempo	Score do posicionamento de torres	Torres rodeando/Torres corpo a corpo	Número de torres
16	5		2	0
17	8		4	0
18	12		4	0
19	15		4	0
20	26		4	1
21	120		6	1

Fonte: O Autor (2021)

No caso da elaboração, é registrado a quantidade de vezes que o jogador vendeu uma torre, ou seja, mudou de ideia quanto ao posicionamento ou tipo de torre utilizada. Esse escore também não possui um limite claro, pois depende do desejo do jogador e da quantidade de vezes que ele consegue realizar a ação de trocar torres durante a execução do jogo.

O posicionamento das torres resulta em dois escores, os quais são parte do modelo de tarefas do pensamento crítico, mais especificamente os relacionados à habilidade de raciocínio do aluno, pois o posicionamento das torres é utilizado para avaliar se o jogador entendeu as relações entre elas, os inimigos e os pontos do mapa. Cada local de espaço de torres possui, para cada torre, um valor que representa o quão efetiva a torre é naquele local. Esse valor é dividido em três categorias:

- 0: Torre não recomendada naquele local;
- 1: Torre suficiente para aquele local;
- 2: Torre recomendada para aquele local.

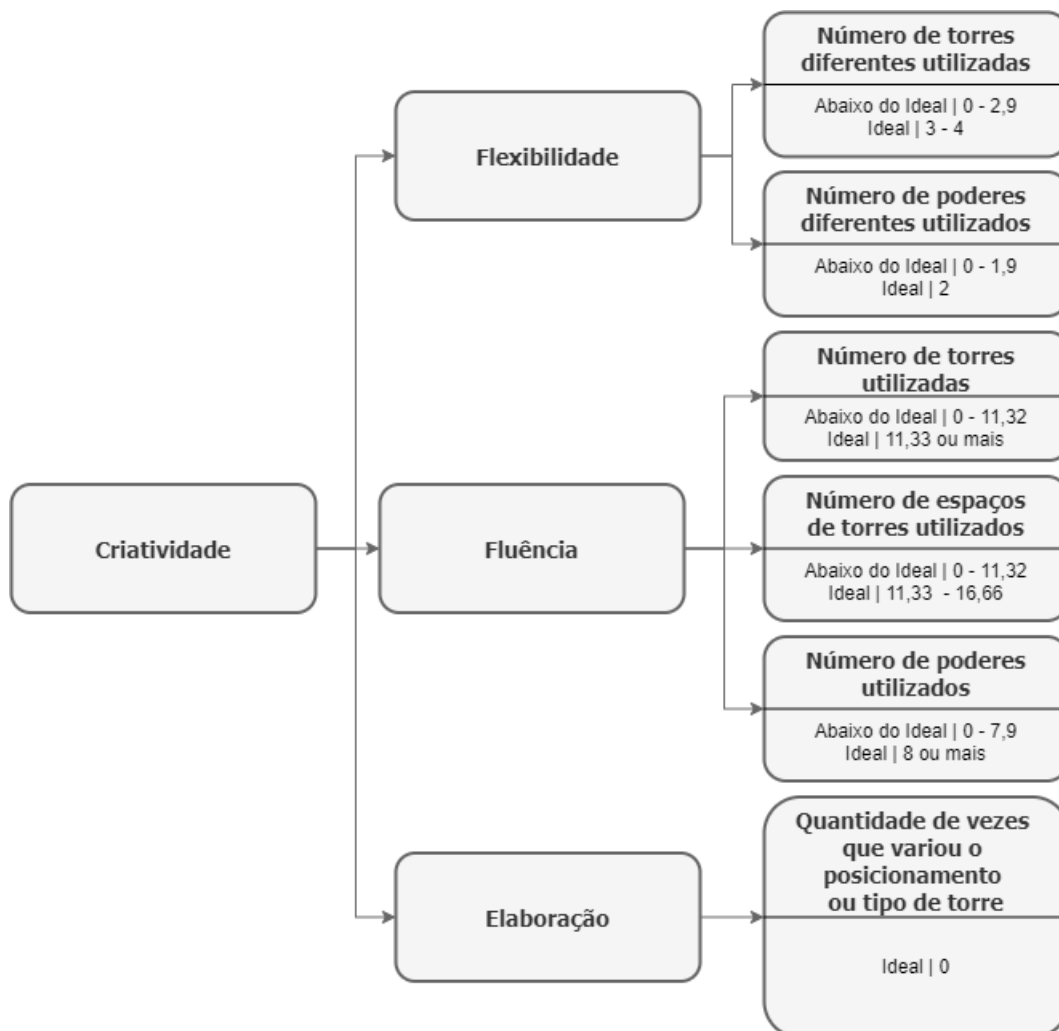
Este valor varia de acordo com o local de saída dos inimigos, pois cada torre pode ser mais efetiva ou menos efetiva dependendo do inimigo que ela enfrenta. Como o Ogro e o Curandeiro devem ser derrotados facilmente com qualquer tipo de torre, o caminho percorrido por eles não tem importância nesse contexto. Já, os Ogres Chefe devem ser derrotados com Magos, pois estes possuem a capacidade de atravessar armaduras, portanto, espera-se que os jogadores adicionem mais Torres de Magos ao lado do mapa que sairão Ogres Chefes. Os inimigos Voadores possuem mais velocidade de movimento, porém possuem menos vida. Portanto, espera-se que o jogador utilize de Torres de Arqueiros para os derrotar, pois essas torres possuem mais velocidade de ataque e poderão atacar o Voador mais vezes durante o seu trajeto. Já os inimigos Ninja Fantasma, por atacarem Torres de Soldados de uma distância que esses não podem se defender, faz com que seja interessante que o jogador não coloque os Soldados muito próximo da saída desses inimigos. Porém, as Torres de Soldados são boas em locais nos quais podem ser rodeadas por torres de ataque a distância, uma vez que interrompem a passagem de inimigos, com exceção dos inimigos Voadores, fazendo com que as torres a distância consigam atingir os inimigos interrompidos com mais projéteis. Por fim, as Torres de Explosivos devem ser utilizadas em saídas nas quais a quantidade de inimigos é alta, uma vez que atingem vários inimigos ao mesmo tempo. O cálculo do escore de posicionamento de torres é feito por meio da média para as três fases da soma dos escores das torres posicionadas dividido pelo total de torres adicionadas. O segundo escore da habilidade de raciocínio, está relacionado ao posicionamento de torres de ataque à distância ao redor de Torres de Soldados. Este valor é calculado dividindo o número de torres que cercam as Torres de Soldados pelo valor total de Torres de Soldados. O histórico presente na Figura 21 foi desenvolvido pensando nesses dois escores de posicionamento de torres. Pois assim, seria possível coletar o valor no momento em que o jogador consolidou sua estratégia.

A competência do pensamento crítico também conta com as habilidades de avaliação e de solução de problemas. As ações utilizadas para a habilidade de avaliação são a relação entre as moedas gastas e a efetividade das torres, além da relação entre os poderes gastos e os inimigos atingidos. Ou seja, é calculado o dano das torres e dividido pela quantidade de moedas utilizadas. E também é dividido o número de inimigos atingidos por poderes pelo número de poderes utilizados. Desta forma, se obtém evidências sobre como o jogador utilizou os recursos presentes no jogo e se essa utilização foi efetiva. Por fim, a solução de problemas avalia a eficiência com que o jogador resolve os problemas apresentados pelo jogo, sendo calculados a porcentagem de inimigos derrotados e quantas vezes o jogador precisou jogar uma fase para concluí-la.

Neste trabalho, decidiu-se por usar um modelo de evidências que apenas demonstrasse os escores do estudante para cada habilidade analisada. Desta forma, não foi realizada nenhuma ponderação estatística entre os escores das habilidades para que estes gerassem um valor geral para a competência, como apresentado em alguns trabalhos que utilizam ou definem a técnica de ECD (SHUTE; VENTURA, 2013; SHUTE; KIM; RAZZOUK, [20–]). As Imagens 22 e 23, apresentam

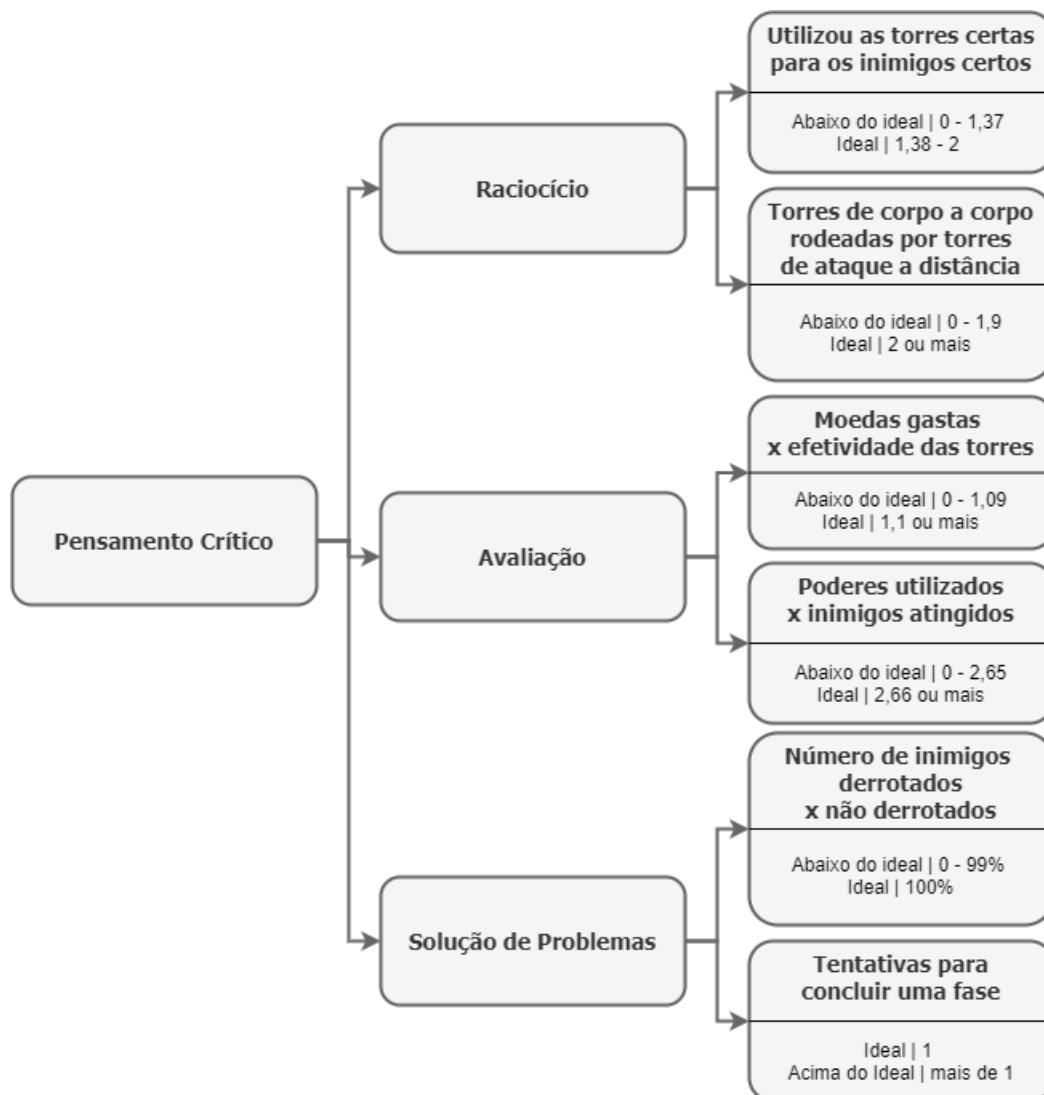
o modelo de evidências gerado com a faixa dos valores considerados ideais. Os valores ideais foram definidos durante o desenvolvimento do jogo, a partir da observação de escores obtidos nas resoluções das fases.

Figura 22 – Modelo de Competência e Evidências da Criatividade



Fonte: O Autor (2021)

Figura 23 – Modelo de Competência e Evidências do Pensamento Crítico



Fonte: O Autor (2021)

6 TESTES, RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa de testes, para cada participante, durante a utilização do jogo, foram coletados e registrados logs contendo informações a respeito das ações do usuário. Na segunda etapa, o participante respondeu a um questionário, o qual buscou relacionar os registros dos logs com uma auto interpretação do jogador quanto ao seu desempenho no jogo.

O formulário apresentado no Quadro 6 foi desenvolvido tendo como base o barômetro FINCODA. Para cada afirmação presente no barômetro uma nova afirmação foi criada, tendo como base as ações do usuário dentro do jogo. Decidiu-se por utilizar um formulário adaptado pois o barômetro FINCODA foi desenvolvido para alunos do ensino superior de escolas voltadas à inovação, o que torna o barômetro uma ferramenta muito complexa para o público-alvo deste estudo. Ressalta-se também que as questões relacionadas à originalidade foram retiradas do formulário, uma vez que essa habilidade não é avaliada neste trabalho. Desta forma, o formulário desenvolvido constitui uma auto-avaliação do jogador quanto a sua performance durante a execução do jogo. As respostas ao formulário, assim como o barômetro FINCODA seguem uma escala de seis pontos, sendo eles:

- 1 - Muito pouco;
- 2 - Pouco;
- 3 - Mais ou menos;
- 4 - Suficiente;
- 5 - Muito;
- 6 - Não sei.

Inicialmente foram convidados a testar o jogo quatro profissionais desenvolvedores de jogos e um aluno de séries finais do ensino fundamental. Essa etapa de pré-teste teve duração de uma semana e objetivou avaliar o design do jogo, tanto estético quanto em relação à jogabilidade e também avaliar a dificuldade das fases. Os participantes do pré-teste também foram convidados a responder o questionário, para que este também pudesse passar por uma pré-avaliação.

Após o jogo passar por uma etapa de readequação, a partir das informações coletadas nas etapas de pré-teste, foi então realizada a etapa final de testes. Essa etapa teve duração de duas semanas e consistiu em testes com sete alunos de diferentes níveis da educação, três alunos de séries finais do ensino fundamental, dois alunos do ensino médio e dois alunos do ensino superior.

Quadro 6 – Relação entre as afirmações presentes no barômetro FINCODA e as desenvolvidas para o formulário

Competência	Barômetro FINCODA	Formulário desenvolvido
Criatividade	Pensa diferente e adota diferentes perspectivas	Utilizou diferentes torres e poderes para derrotar os inimigos
	Usa da intuição e do próprio conhecimento para iniciar ações	Utilizou o tutorial ou outras dicas oferecidas pelo jogo
	Encontra novas formas de implementar ideias	Utilizou diferentes maneiras para derrotar os inimigos
	Faz sugestões para aprimorar o processo atual de produção ou de serviços	Enxerga melhorias possíveis para o jogo
	Apresenta inventividade na utilização de recursos	Utilizou os recursos com criatividade
	Pesquisa novos métodos, técnicas ou instrumentos de trabalho	Utilizou o almanaque para pesquisar informações sobre os objetos do jogo
	Refina ideias em uma forma útil	Desenvolveu estratégias úteis
Pensamento Crítico	Utiliza de tentativa e erro para solucionar problemas	Utilizou da tentativa e erro para eliminar os inimigos
	Desenvolve e experimenta com novas formas de solucionar problemas	Explorou diferentes formas de eliminar os inimigos
	Desafia o status quo	Gostaria de utilizar torres e poderes de formas diferentes das que o jogo oferece
	Enfrenta desafios de diferentes pontos de vista	Utilizou diferentes recursos do jogo para derrotar o mesmo inimigo
	Prevê o impacto nos usuários	Pensou em como as suas ações poderiam servir para vencer o jogo
	Pergunta “Por quê?”, “Por que não?” e “E se?” com um propósito	Questionou-se por quê determinados inimigos são derrotados mais facilmente por algumas torres ou poderes

Fonte: O Autor (2020)

A partir dos resultados encontrados nos logs foram calculados os escores de cada aluno em relação às evidências presentes no modelo de competências da criatividade e do pensamento crítico. Para uma análise agrupada dos dados, decidiu-se agrupar os escores encontrados nos três grupos de escolaridade, gerando uma média desses escores para cada grupo.

Nas seções a seguir serão apresentados os resultados obtidos. Esses resultados serão analisados por meio da comparação dos escores presentes nos modelos de estudante e das auto-avaliações entre os diferentes níveis de escolaridade.

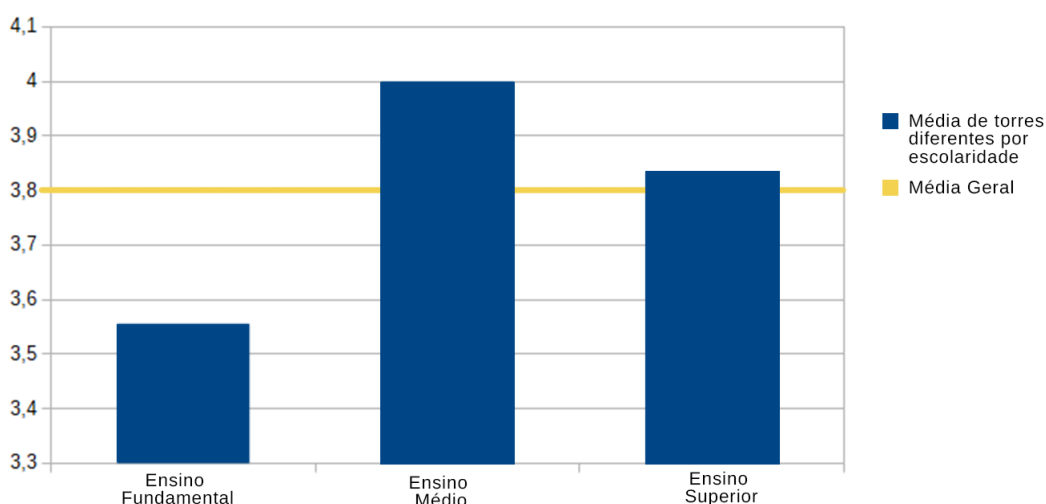
6.1 AVALIAÇÃO POR ESCORES

Nas subseções a seguir serão apresentados os resultados referentes às avaliações por escores das diferentes habilidades constituintes das competências avaliadas.

6.1.1 Flexibilidade

A figura 24 apresenta um gráfico com a comparação entre a quantidade de torres diferentes utilizadas pelas escolaridades. O ensino fundamental utilizou em média 3,5 torres diferentes por fase, o ensino médio 4 e o ensino superior 3,83. Todas as escolaridades ficaram acima do valor ideal de 3, por estar abaixo da grade do gráfico, este valor não está destacado. Apenas o ensino fundamental ficou abaixo da média de 3,8 nesse quesito.

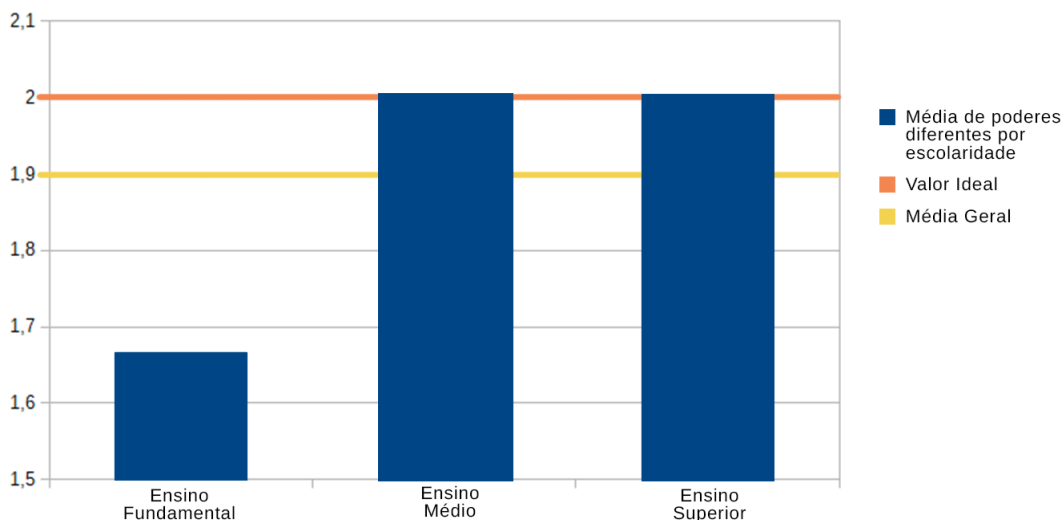
Figura 24 – Média de torres diferentes para cada escolaridade



Fonte: O Autor (2021)

A figura 25 apresenta um gráfico com a comparação entre a quantidade de poderes diferentes utilizados pelas escolaridades. O ensino fundamental apresentou uma média de 1,66 poderes diferentes utilizados por fase, o ensino médio 2 e o ensino superior 2. Apenas o ensino fundamental ficou abaixo do valor ideal (2) e da média geral (1,9).

Figura 25 – Média de poderes diferentes para cada escolaridade



Fonte: O Autor (2021)

Em suma, tanto o ensino médio, quanto o superior, obtiveram resultados considerados satisfatórios para a resolução das fases no quesito flexibilidade. O ensino fundamental não conseguiu atingir os valores considerados ideais, o que pode apontar uma dificuldade desse público de gerar ideias diferentes ou de compreender os diferentes recursos presentes no jogo, portanto não os utiliza.

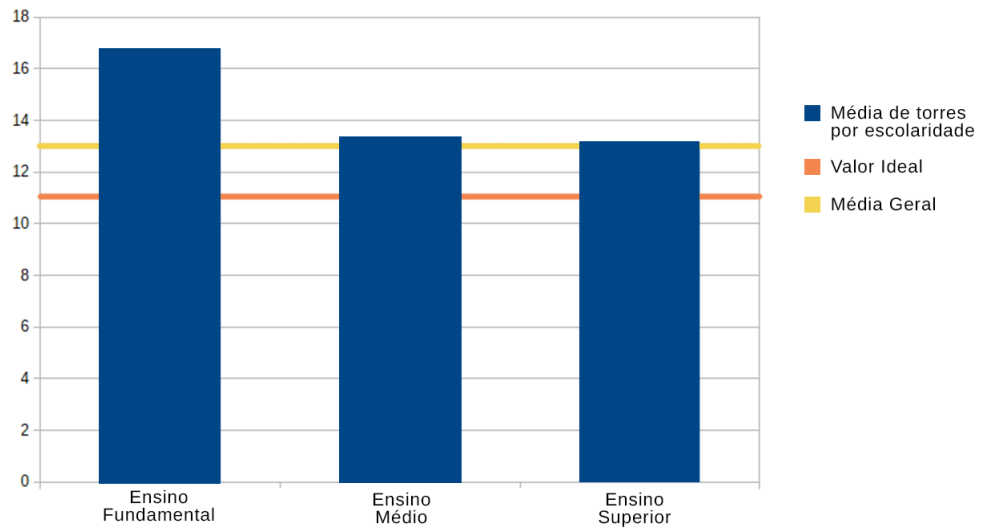
6.1.2 Fluência

A figura 26 apresenta a média de torres totais de cada nível de escolaridade. O ensino fundamental adicionou um total de 16,7 torres por fase, o ensino médio 13,33 e o ensino superior 13,16. O valor considerado ideal é de 11,33, o que foi ultrapassado por todas as escolaridades. Porém o ensino médio e o superior ficaram abaixo da média geral entre as três escolaridades, principalmente devido a grande diferença entre o ensino fundamental.

A figura 27 apresenta a quantidade de diferentes espaços de torres diferentes utilizados por cada nível de escolaridade. O ensino fundamental utilizou uma média de 13,77 espaços de torres por fase, o ensino médio 12,83 e o ensino superior 13. Todas as escolaridades ficaram acima do valor considerado ideal 11,33, que está fora da área do gráfico, porém apenas o ensino fundamental ficou acima da média geral de 13,2.

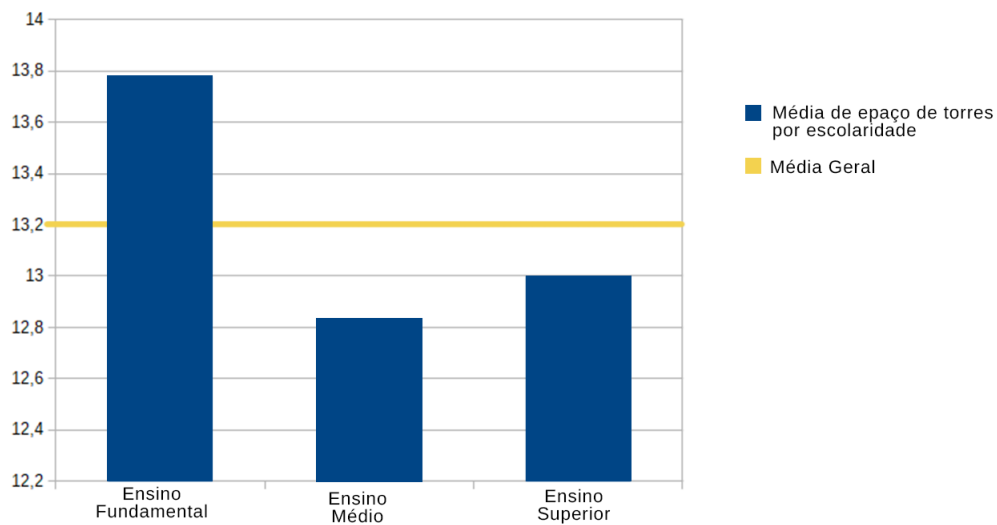
A figura 28 apresenta a quantidade total de poderes diferentes utilizados por cada nível de escolaridade. O ensino fundamental utilizou em média 8,88 poderes por fase, o ensino médio 14,33 e o ensino superior 10,33. Todas as escolaridades ficaram acima do valor considerado ideal, 8, mas apenas o ensino médio ficou acima da média geral, destacando-se nessa categoria.

Figura 26 – Média de torres totais para cada escolaridade



Fonte: O Autor (2021)

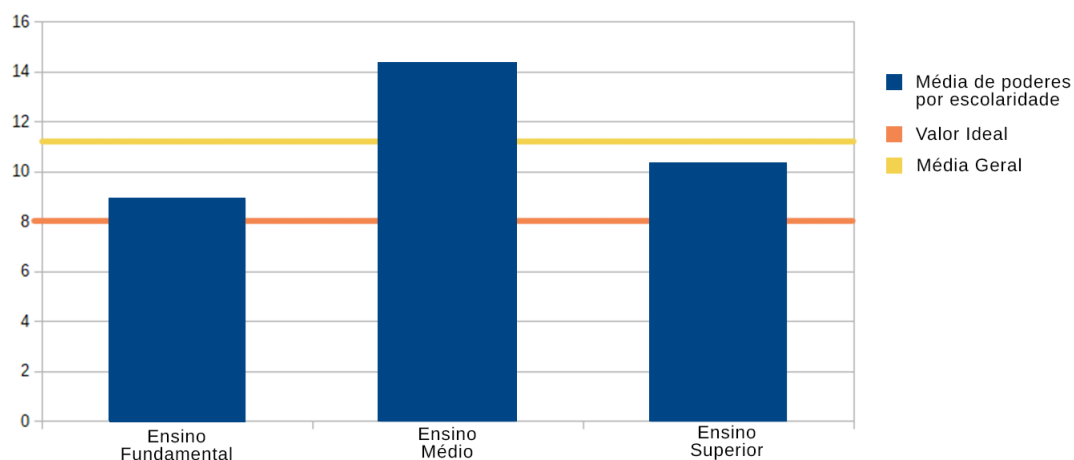
Figura 27 – Média de espaço de torres diferentes para cada escolaridade



Fonte: O Autor (2021)

Desta maneira o ensino fundamental demonstrou uma maior capacidade de gerar ideias, quando relacionadas a adição de torre e utilização de poderes. Porém, como veremos quando discutirmos a habilidade de elaboração, esta grande geração de ideias também está relacionada a uma dificuldade em se manter em uma única ideia. O destaque do ensino médio na utilização de poderes, também pode ter relação com a sua baixa utilização de espaço de torres, ou seja, uma maior utilização de poderes, diminui a demanda por torres em alguns espaços do mapa.

Figura 28 – Média de poderes totais para cada escolaridade

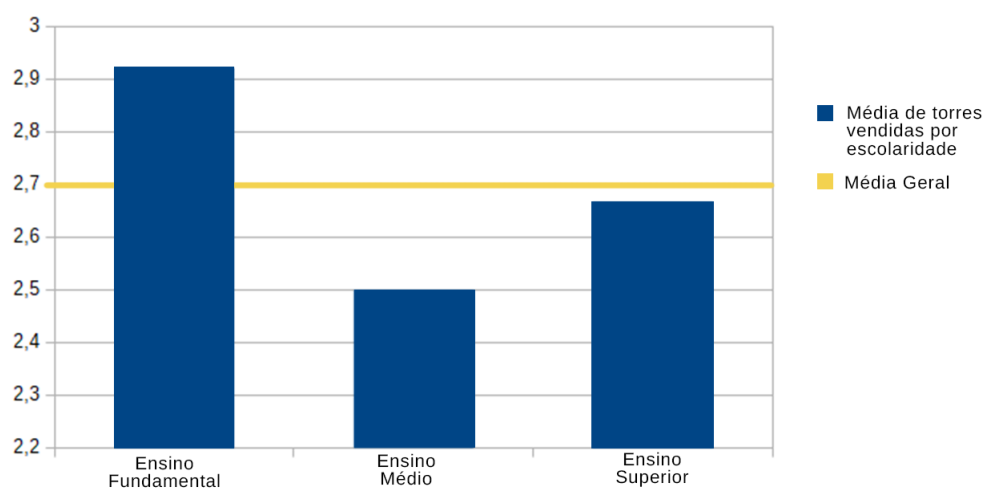


Fonte: O Autor (2021)

6.1.3 Elaboração

A figura 29 apresenta um gráfico que relaciona a quantidade média de torres vendidas por fase para cada escolaridade. O ensino fundamental vendeu em média 2,92, o ensino médio 2,5 e o ensino superior 2,66. Todas as escolaridades ultrapassaram o valor ideal de 0 torres vendidas, o qual não aparece no gráfico por estar fora da sua área. E o ensino fundamental se destaca como sendo o único a ultrapassar a média geral de 2,7.

Figura 29 – Média de torres vendidas para cada escolaridade



Fonte: O Autor (2021)

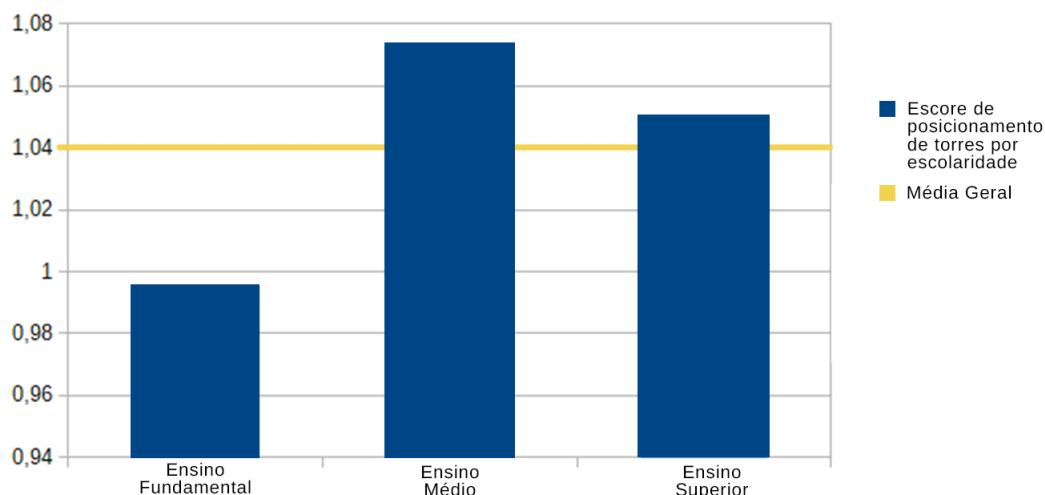
Com esses dados podemos perceber que o ensino fundamental possui uma grande tendência a mudar de ideia durante a execução de uma estratégia. Também fica evidente que difi-

cilmente um jogador irá concluir o jogo sem ao menos vender ou mudar uma torre de posição, mantendo-se sempre na mesma ideia.

6.1.4 Raciocínio

A figura 30 apresenta o escore médio do posicionamento de torres nas três fases do jogo para cada uma das escolaridades avaliadas. O ensino fundamental obteve um escore de 0,99, o ensino médio de 1,07 e o ensino superior de 1,05. Nenhuma das escolaridades atingiu o valor considerado ideal de 1,38, isso pode significar que este valor está demasiadamente alto ou que o jogo não foi claro em seu tutorial e almanaque quanto a relação entre as torres, os inimigos e seu correto posicionamento. O valor ideal não aparece no gráfico por estar acima da sua área. Apenas o ensino fundamental não atingiu a média geral de 1,04 para esse escore.

Figura 30 – Média do escore de posicionamento de torres por escolaridade

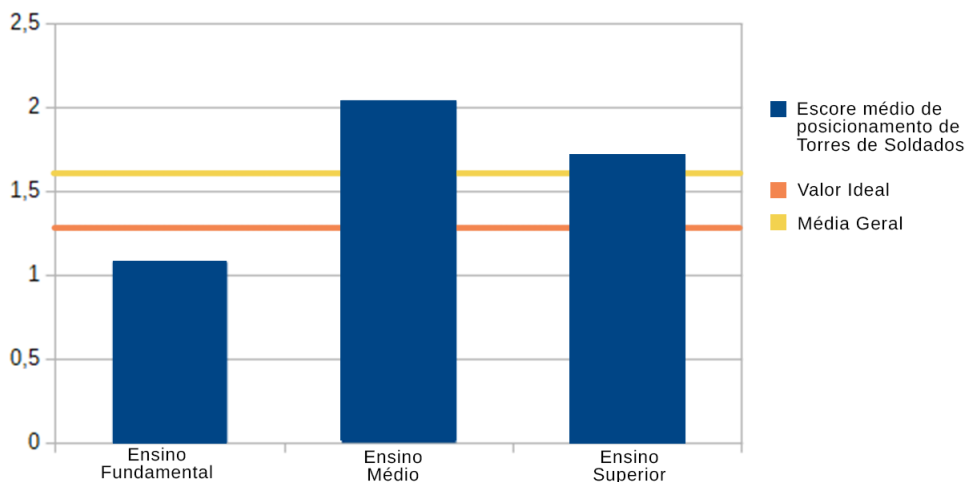


Fonte: O Autor (2021)

A figura 31 apresenta o escore médio do posicionamento de Torres de Soldados nas três fases do jogo para cada uma das escolaridades avaliadas. o ensino fundamental obteve um escore de 1,07, o ensino médio de 2,04 e o ensino superior de 1,71. Apenas o ensino fundamental não atingiu o escore ideal (1,33) e o escore médio (1,61) para esse escore.

O ensino médio foi a escolaridade que melhor pontuou em relação ao posicionamento de torres nos dois escores relacionados ao tema, portanto foi a escolaridade que mais apresentou capacidade de raciocínio dentro do contexto da avaliação do jogo. Já o ensino fundamental não atingiu nem os valores médios nem os considerados ideais em nenhum dos escores calculados.

Figura 31 – Média do escore de posicionamento de Torres de Soldados por escolaridade

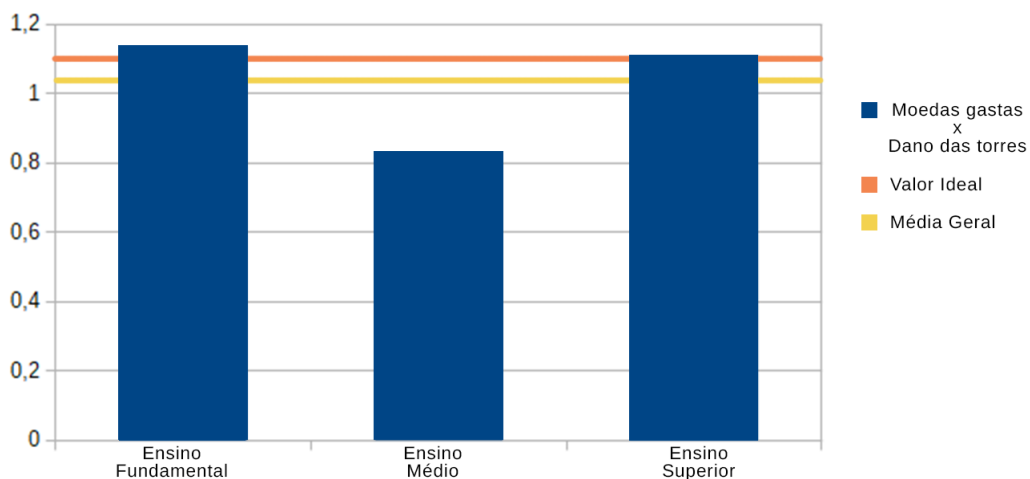


Fonte: O Autor (2021)

6.1.5 Avaliação

A figura 32 apresenta a média da quantidade de dano das torres para cada moeda gasta nas fases do jogo para cada escolaridade. O ensino fundamental atingiu um valor de 1,13, o ensino médio de 0,83 e o ensino superior de 1,11. O ensino médio foi o único a não atingir o valor ideal (1,1) e médio para essa categoria (1,03).

Figura 32 – Média de dano das torres para cada moeda gasta por escolaridade

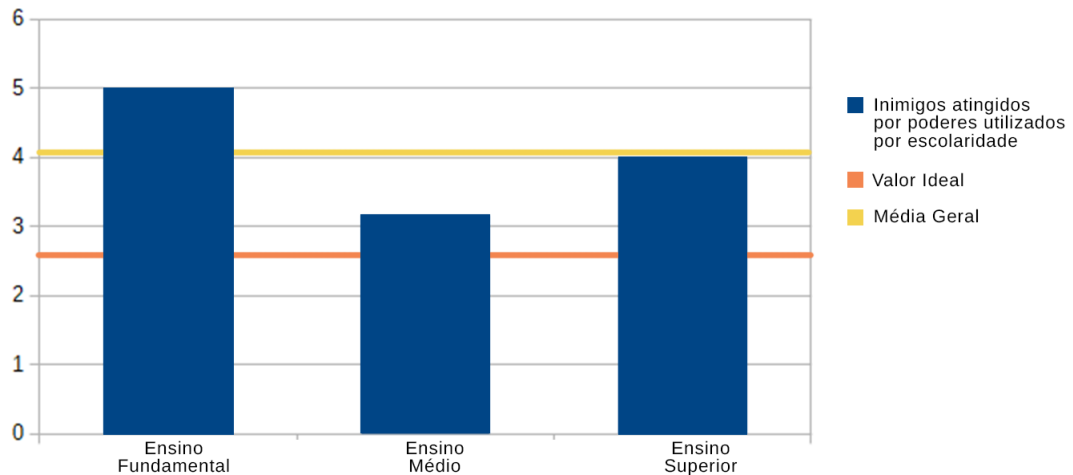


Fonte: O Autor (2021)

A figura 33 apresenta a média de inimigos atingidos por poder utilizado para cada escolaridade. O ensino fundamental apresentou um valor de 5 inimigos atingidos por poder, o ensino

médio de 3,16 e o ensino superior de 4. Todas as escolaridades atingiram o valor ideal de 2,66, mas apenas o ensino fundamental atingiu a média geral de 4,06.

Figura 33 – Média de inimigos atingidos por poder utilizado por escolaridade



Fonte: O Autor (2021)

Apesar de ter sido a escolaridade que apresentou maior entendimento no posicionamento das torres, o ensino médio foi aquele que causou menor dano por moeda gasta, obtendo resultados piores do que as outras escolaridades também na utilização eficaz dos poderes. Portanto, nesta categoria o ensino fundamental foi a escolaridade que melhor avaliou o impacto de suas ações, obtendo uma melhor efetividade na utilização de torres e poderes.

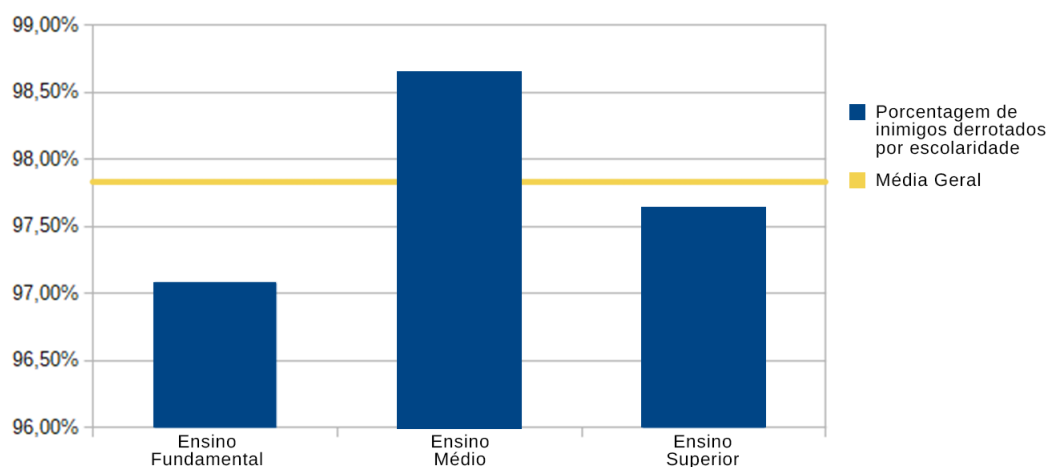
6.1.6 Solução de Problemas

A figura 34 apresenta a porcentagem de inimigos derrotados nas três fases para cada escolaridade. O ensino fundamental derrotou 97,08% dos inimigos, o ensino médio 98,65% e o ensino superior 97,64%. Nenhuma escolaridade atingiu 100% de inimigos derrotados, valor considerado ideal e apenas o ensino médio ficou acima da média de 97,97%.

A figura 35 apresenta a média de tentativas necessárias para completar uma fase por escolaridade. O ensino fundamental precisou de 1 tentativa por fase, o ensino médio 1,5 e o ensino superior 1,16. O ensino fundamental foi o único a não ultrapassar o valor ideal de 1 tentativa e o ensino médio foi o único a ultrapassar a média geral de 1,22 tentativas.

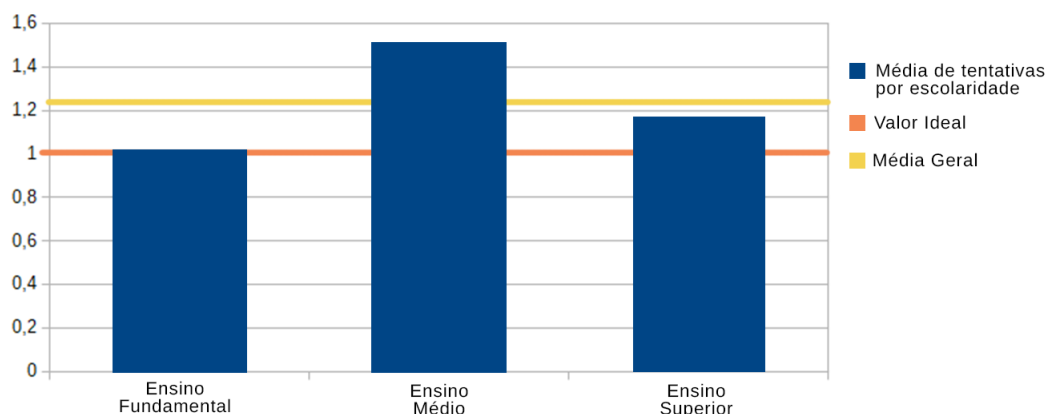
A partir dos dados analisados, é possível constatar que o ensino médio foi o que mais derrotou inimigos, o que pode estar relacionado ao seu bom desempenho no posicionamento das torres e a alta taxa de utilização de poderes. Outro dado a ressaltar é que as escolaridades com maior número de tentativas obtiveram um valor maior de inimigos derrotados, o que pode demonstrar que um conhecimento prévio da fase auxilia no momento de traçar estratégias.

Figura 34 – Porcentagem de inimigos derrotados por escolaridade



Fonte: O Autor (2021)

Figura 35 – Média de tentativas para completar uma fase por escolaridade



Fonte: O Autor (2021)

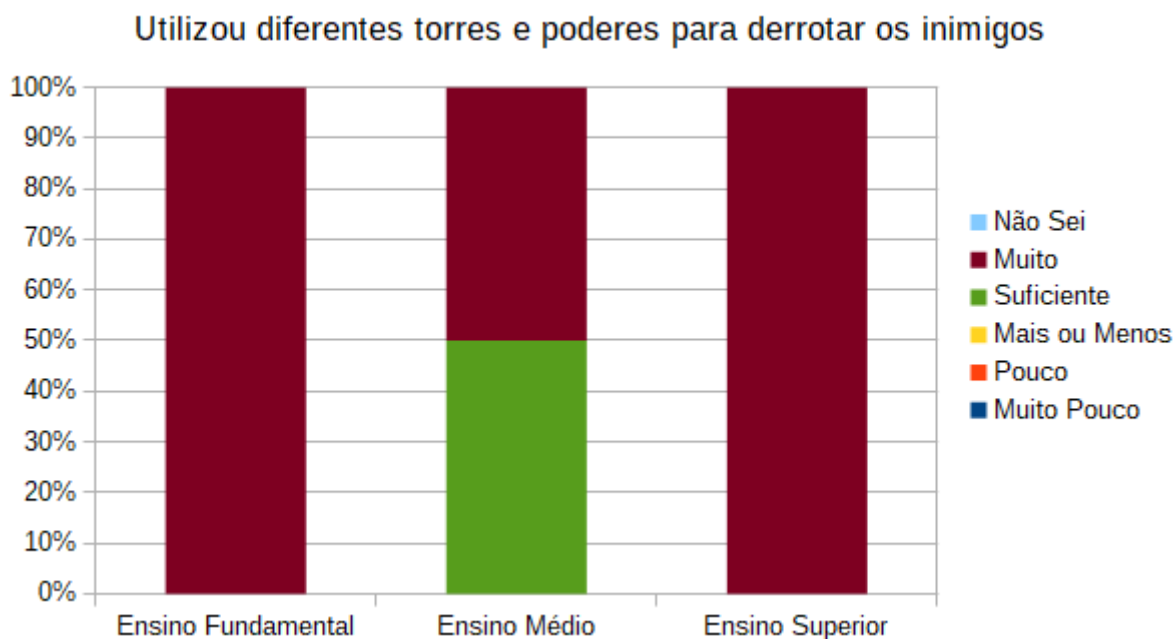
6.2 AUTOAVALIAÇÃO

A análise da autoavaliação foi realizada a partir do agrupamento por escolaridade das respostas do formulário apresentado no Quadro 6. As sete primeiras questões são relacionadas à competência de criatividade e as demais à competência do pensamento crítico.

A figura 36 apresenta as respostas obtidas para a primeira questão do formulário, referente a utilização de diferentes torres e poderes para derrotar os inimigos. O ensino fundamental e o ensino superior tiveram 100% das respostas como muito e o ensino médio teve 50% como muito e 50% como suficiente. Esses valores não estão de acordo com os encontrados nos dados

de flexibilidade dos grupos de ensino fundamental, que não atingiram os valores considerados ideais para a utilização de diferentes poderes e do grupo de ensino médio, que atingiram o escore máximo. O ensino superior, apesar de atingir o escore máximo na utilização de torres diferentes, esteve acima do ideal e da média geral para a categoria, o que se adequa ao 100% muito encontrado na autoavaliação.

Figura 36 – Primeira questão do formulário

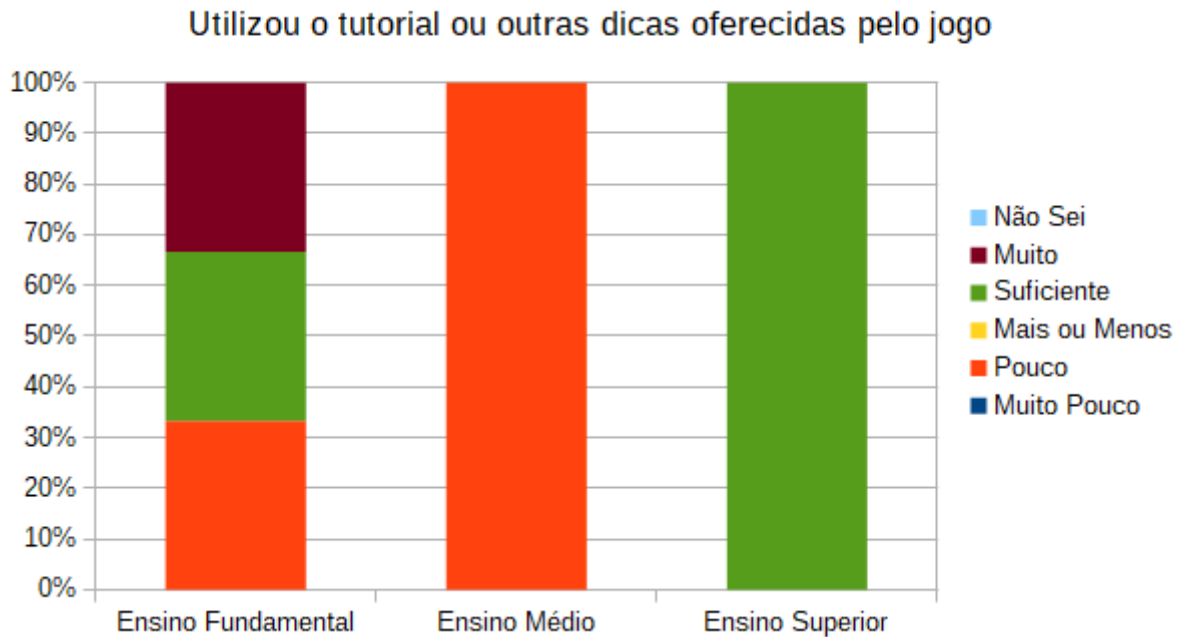


Fonte: O Autor (2021)

A figura 37 apresenta as respostas obtidas na segunda questão do formulário, referente a utilização do tutorial ou outras dicas oferecidas pelo jogo. Para o ensino fundamental 33,33% das respostas foi muito 33,33% suficiente e 33,33% pouco, o que demonstra que esse público preferiu utilizar a própria intuição para iniciar ações. O ensino médio respondeu em 100% das vezes que utilizou pouco o tutorial e as dicas oferecidas pelo jogo, o que significa que esse público é majoritariamente intuitivo nas suas tomadas de ações. Já o ensino superior respondeu em 100% das vezes ter utilizado do tutorial e dicas de forma suficiente, o que demonstra que esse público busca um conhecimento prévio antes de iniciar ações.

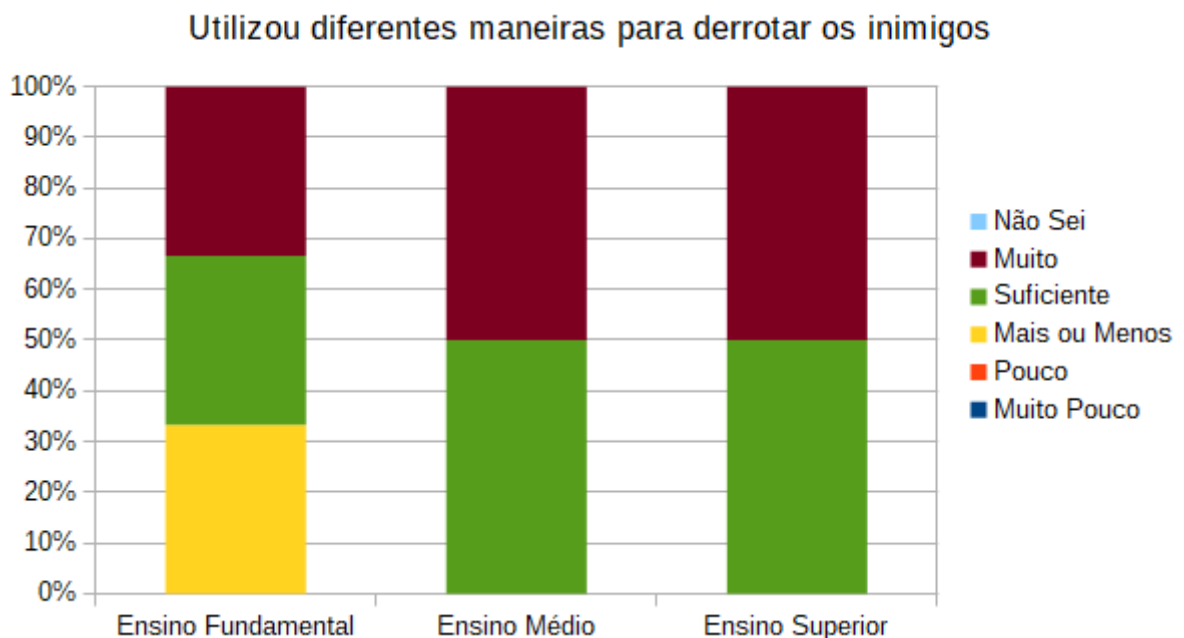
A figura 38 apresenta as respostas obtidas na terceira questão do formulário, que se relaciona a utilização de diferentes maneiras para derrotar os inimigos. O ensino fundamental respondeu em 33,33% das vezes que utilizou muito de diferentes maneiras, 33,33% das vezes utilizou suficiente e 33,33% das vezes mais ou menos. Já o ensino médio respondeu que 50% utilizou o suficiente e 50% utilizou muito, mesmo resultado do ensino superior. Esses resultados estão mais de acordo com os encontrados nos escores de flexibilidade do que aqueles encontrados na primeira questão, uma vez que em 33% das respostas, o ensino fundamental se avaliou pior do que os demais ensinos, que obtiveram resultados melhores nessa habilidade.

Figura 37 – Segunda questão do formulário



Fonte: O Autor (2021)

Figura 38 – Terceira questão do formulário

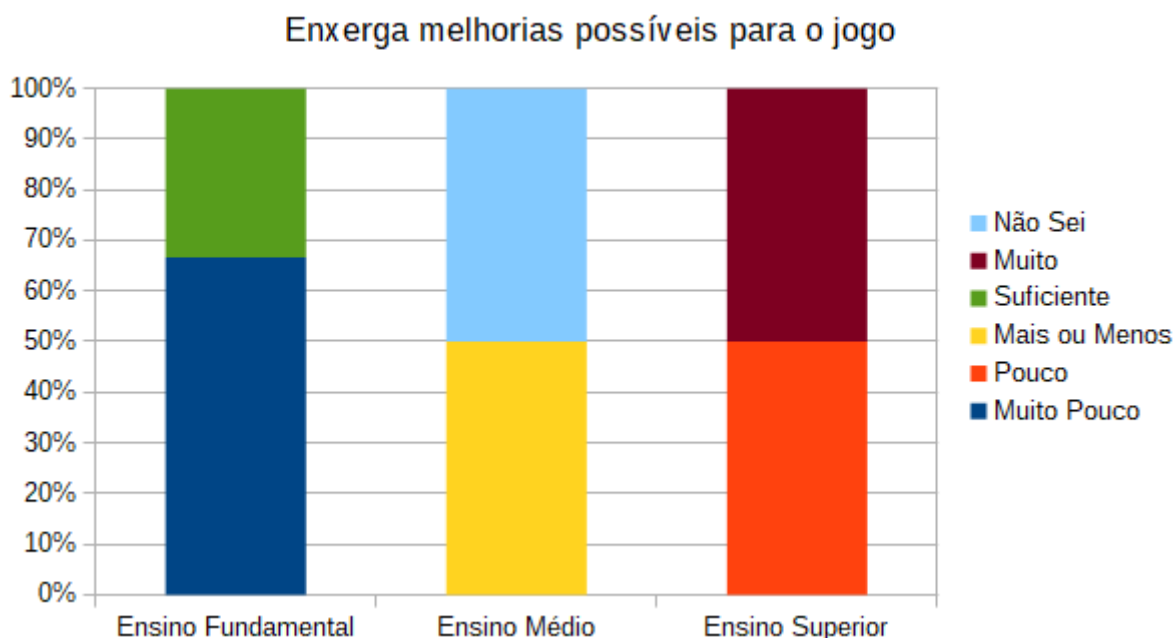


Fonte: O Autor (2021)

A figura 39 apresenta as respostas obtidas na quarta questão do formulário, que se afirma se o jogador percebe melhorias para o jogo. 33,33% marcou essa questão como suficiente e 66,66% como muito pouco. O público do ensino médio em 50% marcou não sei e em 50% mar-

cou mais ou menos. Já o público do ensino superior marcou em 50% muito e em 50% pouco. Essa questão se relaciona com a capacidade do aluno de sugerir melhorias para um processo ou atividade, o que está também relacionado a sua capacidade criativa. Era esperado que o ensino superior desempenhasse melhor nessa categoria, mesmo não tendo sido o que demonstrou melhor criatividade por meio dos escores. Isso por que, os alunos que responderam aos questionários são acadêmicos do curso de Criação Digital, que possui como grade curricular o desenvolvimento de jogos. Essa questão foi também acompanhada de uma questão qualitativa, onde os participantes poderiam informar quais as melhorias que encontraram para o jogo. Essas melhorias foram: poder comprar poderes com diamantes, adicionar melhorias nas torres, possibilidade de acelerar a velocidade do jogo, adicionar mais fases e melhorias de interface e som.

Figura 39 – Quarta questão do formulário



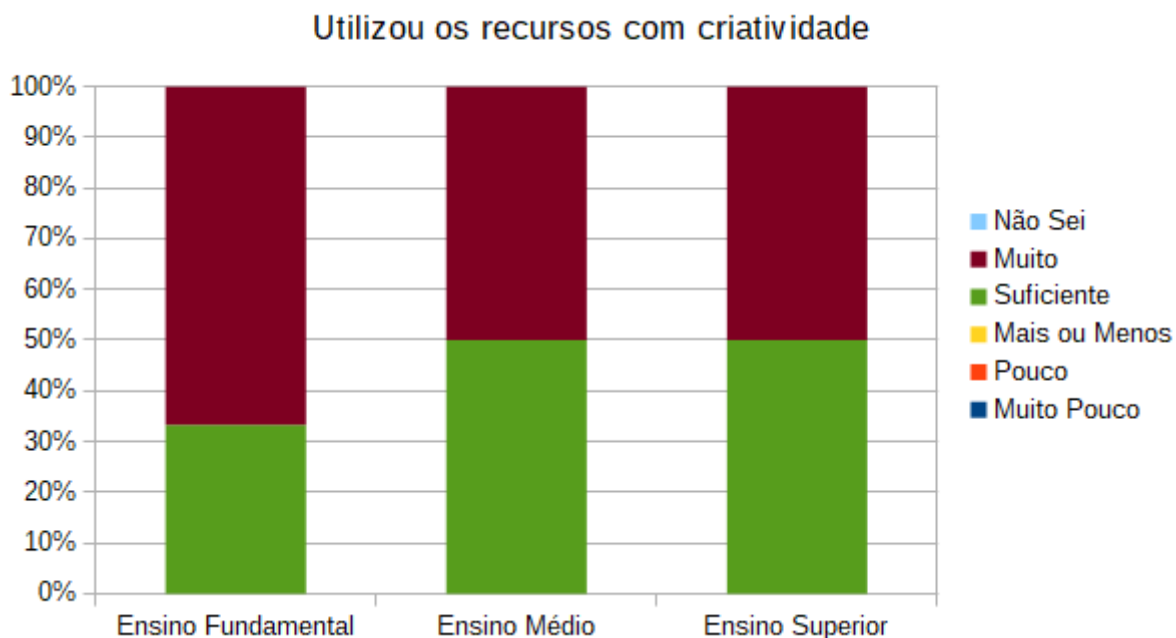
Fonte: O Autor (2021)

A figura 40 apresenta as respostas obtidas na quinta questão do formulário, que questiona se o jogador utilizou os recursos do jogo com criatividade. O ensino fundamental respondeu em 33,33% das vezes suficiente e em 66,66% das vezes muito. Já os ensinos médio e superior, responderam muito em 50% das vezes e suficiente em 50% das vezes. O que é semelhante com os dados encontrados para as habilidades de criatividade nos escores calculados por meio do jogo.

A figura 41 apresenta as respostas obtidas na sexta questão do formulário. Esta questão está relacionada a utilização do almanaque para pesquisa de informações sobre o jogo. O ensino fundamental respondeu 66,66% das vezes suficiente e em 33,33% das vezes mais ou menos. Já o ensino médio respondeu em 100% das vezes muito pouco. O ensino superior respondeu

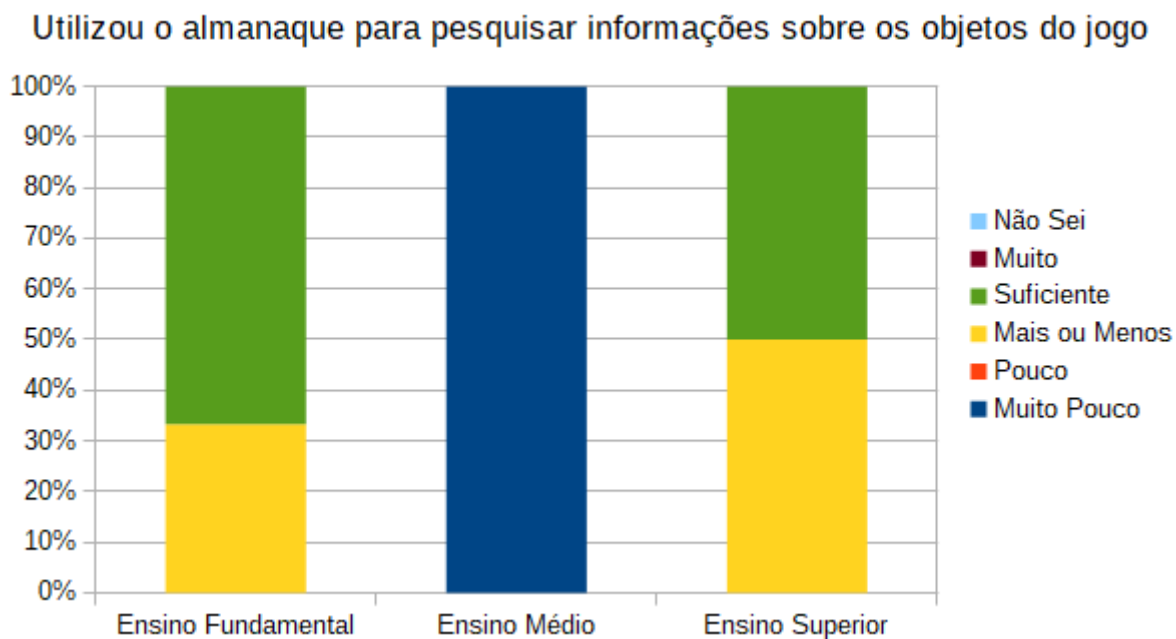
suficiente em 50% das vezes e mais ou menos em 50% das vezes. Novamente o ensino médio apresentou uma criatividade mais baseada na intuição do que os demais participantes.

Figura 40 – Quinta questão do formulário



Fonte: O Autor (2021)

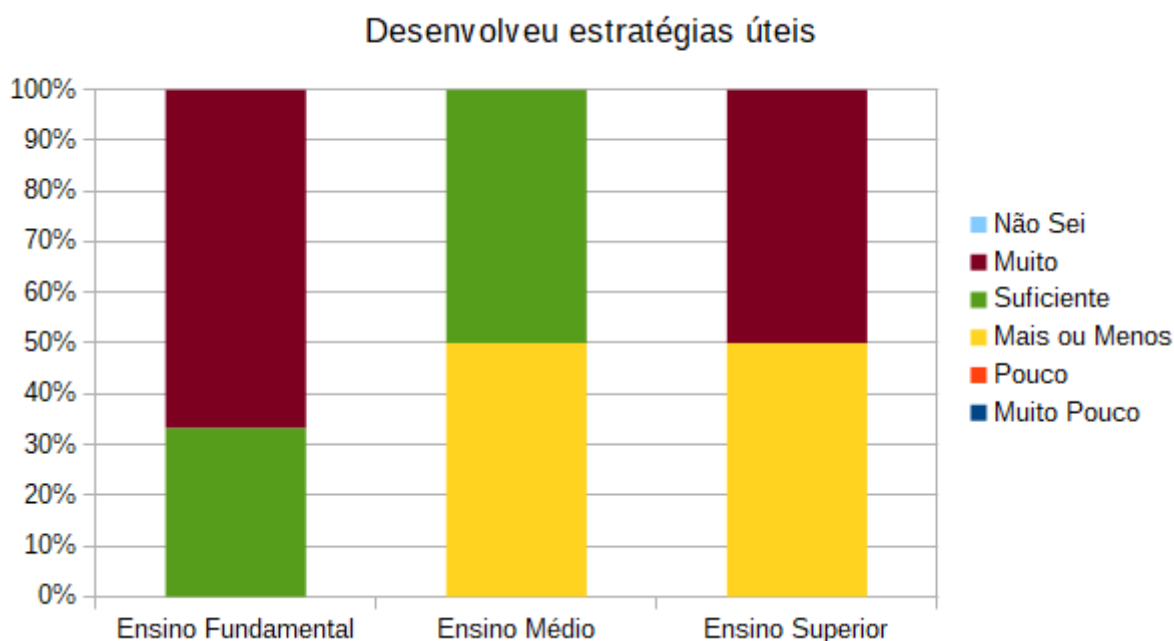
Figura 41 – Sexta questão do formulário



Fonte: O Autor (2021)

A Figura 42 apresenta as respostas obtidas para a sétima questão do formulário. Esta questão está relacionada ao desenvolvimento de estratégias úteis. O ensino fundamental acredita em 66,66% das vezes ter criado muitas estratégias úteis e em 33,33% ter criado suficientes. Já o ensino médio acredita ter criado estratégias úteis o suficiente em 50% das vezes e mais ou menos em 50% das vezes. Já o ensino superior em 50% das respostas acredita ter criado muitas estratégias úteis em 50% mais ou menos. Se relacionarmos esses dados com os dados de solução de problemas apresentados na avaliação dos escores podemos encontrar algumas semelhanças. Apesar de o ensino médio ter derrotado mais inimigos, isso demandou maiores tentativas, o que explica o baixo índice de estratégias úteis. O ensino superior também precisou de mais tentativas para derrotar mais inimigos que o ensino fundamental. Apesar das estratégias do ensino fundamental não terem se apresentado muito efetivas no contexto do jogo, por terem sido realizadas em menos tentativas podem ter parecido mais úteis aos jogadores. Também podemos relacionar esses dados aos de fluência e elaboração, nos quais o ensino fundamental apresentou um maior número de ideias e de mudança de ideias, portanto esse público pode ter considerado que conseguiu gerar mais ideias úteis.

Figura 42 – Sétima questão do formulário

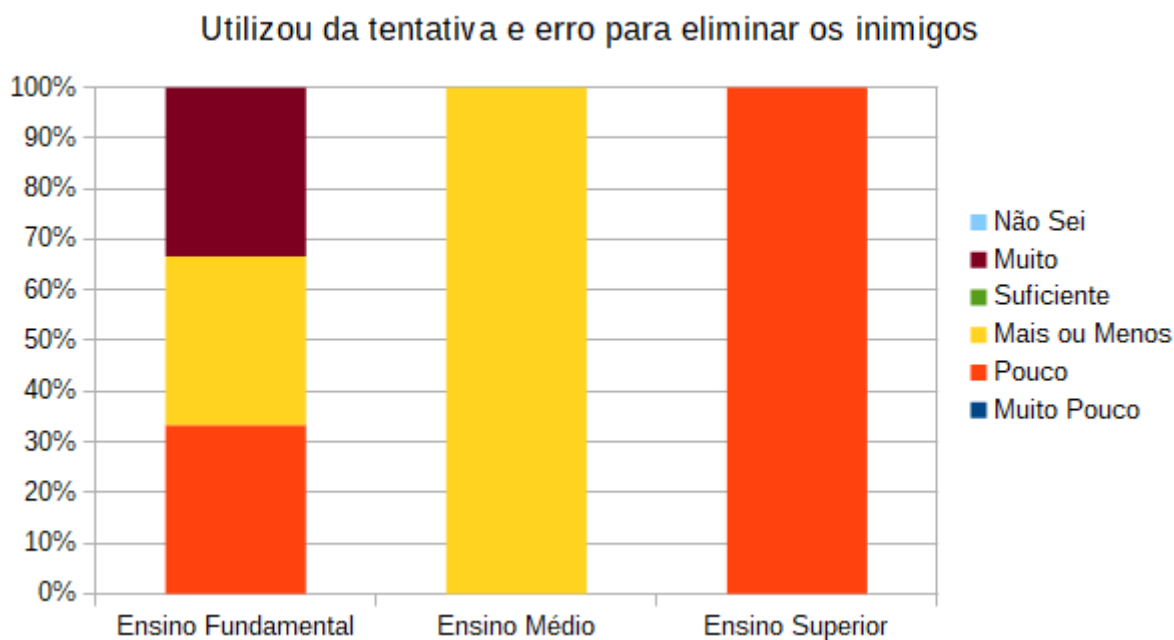


Fonte: O Autor (2021)

A Figura 43 apresenta os dados encontrados para a oitava questão do formulário. Esta questão é a primeira relacionada ao pensamento crítico e está relacionada a utilização do método de tentativa e erro para solucionar as fases do jogo. Em 33,33% das vezes o ensino fundamental acredita ter usado muito a tentativa e erro, em 33,33% ter usado mais ou menos e em 33,33% ter usado pouco. Já o ensino médio acredita ter usado mais ou menos em 100% das vezes. E por fim o ensino superior acredita ter usado pouco em 100%. Novamente o ensino superior se

demonstra mais inclinado a realizar ações a partir de um conhecimento prévio e não intuitivo. Se relacionarmos aos escores de pensamento crítico, a busca por conhecimento prévio, pode se relacionar a uma maior estabilidade na pontuação, uma vez que o ensino superior não foi o que menos pontuou em nenhum dos escores. Porém, esta escolaridade também não se destacou em nenhuma das habilidades avaliadas.

Figura 43 – Oitava questão do formulário



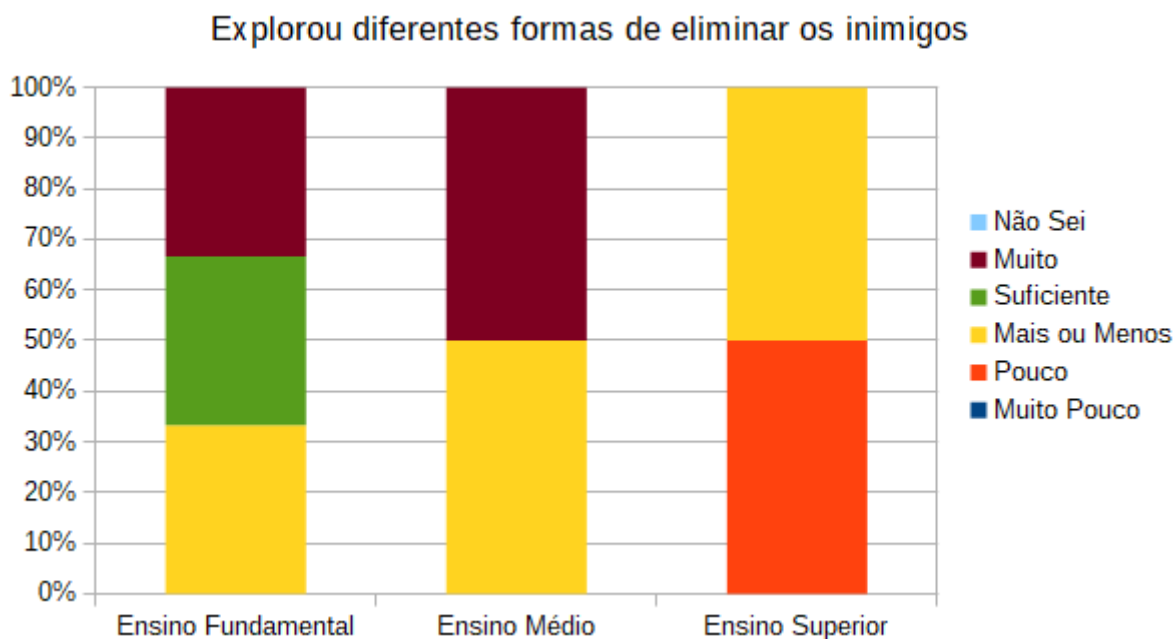
Fonte: O Autor (2021)

A figura 44 apresenta a nona questão do formulário, que está relacionada à exploração de diferentes formas de derrotar os inimigos. O ensino fundamental acredita ter explorado muito em 33,33% das vezes, suficiente em 33,33% das vezes e mais ou menos em 33,33% das vezes. O ensino médio acredita ter explorado muito em 50% das vezes e mais ou menos em 50% das vezes. Já o ensino superior acredita ter explorado mais ou menos e pouco em 50% das vezes. Essa questão se relaciona com o pensamento crítico, no barômetro FINCODA, pois tem relação com o desenvolvimento de novas formas de solucionar problemas, por meio de análise e pensamento crítico. O ensino superior foi o que menos se julgou capaz de realizar essas ações no contexto do jogo. Acredita-se que no contexto do jogo a exploração de estratégias pareça mais próxima a métodos como tentativa e erro e uso de intuição, por não ter ficado claro que essa exploração estaria mais no campo das ideias do que de forma prática. Essa teoria pode ser fundamentada com o fato de que essa questão teve resultados semelhantes àquelas que perguntam sobre intuição e tentativa e erro.

A Figura 45 apresenta a décima questão do formulário, relaciona a intenção do jogador de utilizar torres e poderes diferentemente das formas que o jogo oferece. O ensino fundamental disse em 33,33% das vezes não saber, em 33,33% das vezes querer muito e em 33,33% das vezes

querer pouco. Já o ensino médio disse em 50% das vezes querer suficientemente e em 50% das vezes querer mais ou menos. Já o ensino superior disse em 50% das vezes não saber e em 50% das vezes querer mais ou menos. Essa questão avalia a capacidade do aluno de desafiar o *status quo* e buscar alternativas fora do padrão. Nesta situação um respondente do ensino fundamental se destacou e os demais se mantiveram entre não sei e respostas médias.

Figura 44 – Nona questão do formulário

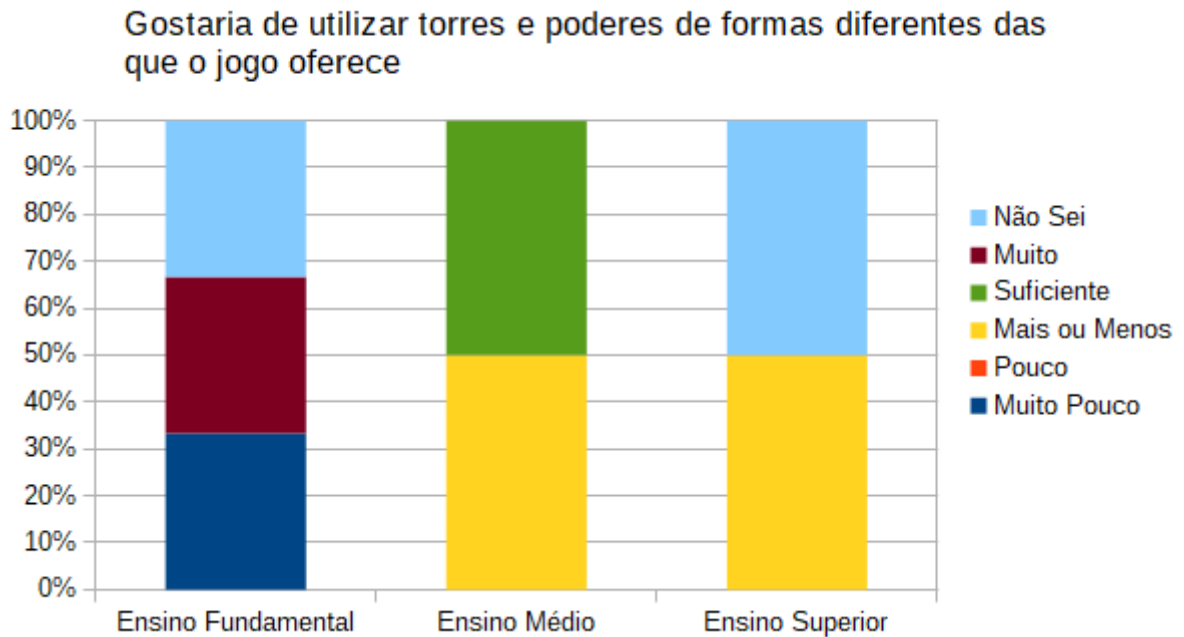


Fonte: O Autor (2021)

A Figura 46 apresenta as respostas da décima primeira questão do formulário. Esta questão está relacionada à utilização de diferentes recursos para derrotar o mesmo inimigo, ou seja o enfrentamento de um desafio de diferentes pontos de vista. Os alunos do ensino fundamental em 66,66% das vezes acreditaram utilizar muitos recursos diferentes, e em 33,33% das vezes utilizar mais ou menos. Os alunos do ensino médio acreditaram utilizar suficientemente em 100% das vezes. Já os alunos do ensino superior, acreditaram utilizar muito em 50% das vezes e mais ou menos em 50% das vezes. O ensino fundamental foi o que mais se destacou nessa questão. Apesar de ser interessante o enfrentamento de problemas de diferentes pontos de vista, no jogo em questão ele poderia não ser tão útil se utilizado na prática. Ou seja, apesar de se considerar diferentes torres para um mesmo inimigo, eles eram mais fracos apenas contra poucos tipos de torre. Isso pode explicar, porque apesar de serem os que menos utilizaram diferentes recursos para derrotar o mesmo inimigo, o ensino médio foi o que obteve maior índice de resolução de problemas de acordo com os escores, uma vez que utilizaram de poucas estratégias, porém eficazes contra os mesmos inimigos.

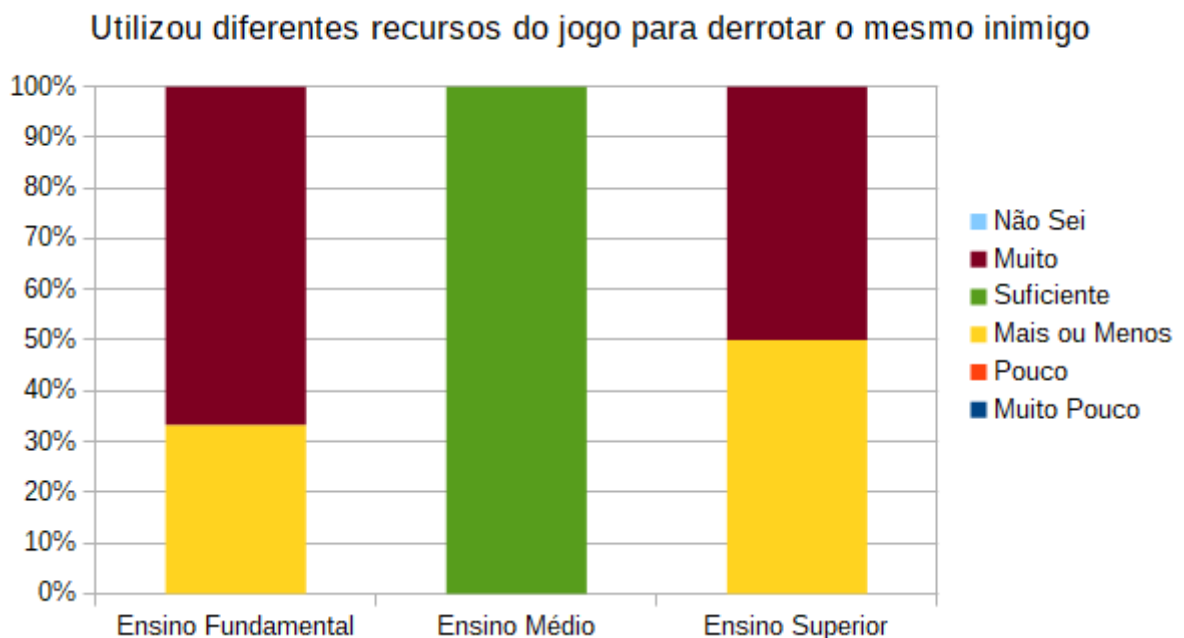
A figura 47 apresenta a décima segunda questão do formulário. Essa questão pergunta se o jogador pensou como impacto das suas ações para vencer o jogo. O ensino fundamental

Figura 45 – Décima questão do formulário



Fonte: O Autor (2021)

Figura 46 – Décima primeira questão do formulário

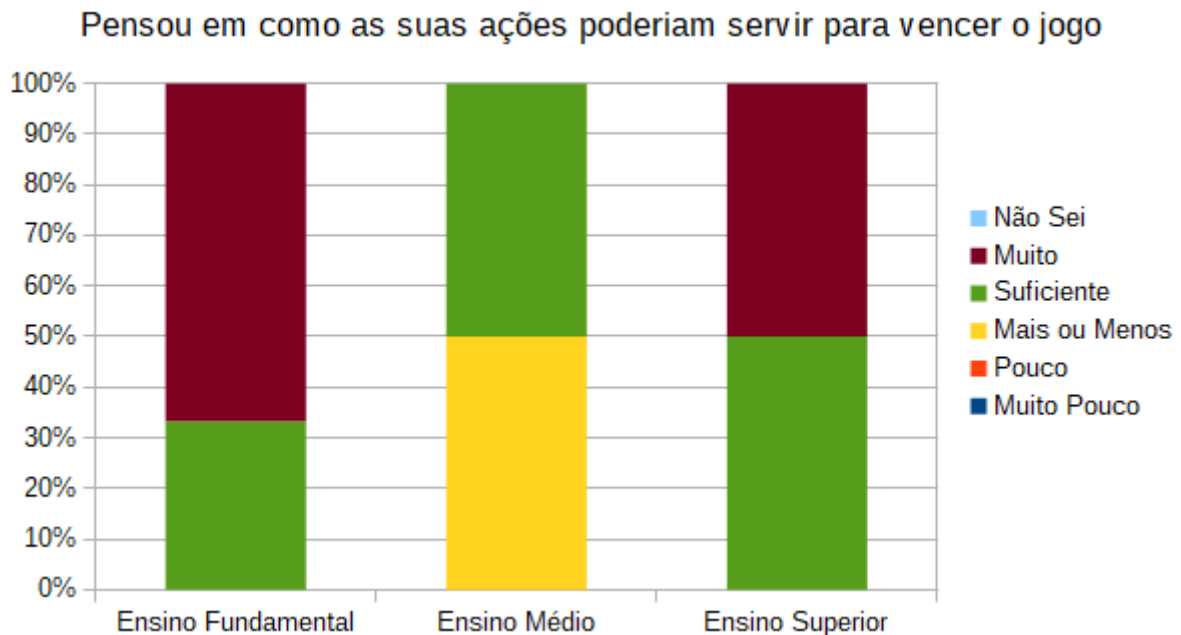


Fonte: O Autor (2021)

afirmou em 66,66% das vezes ter pensado muito e em 33,33% das vezes ter pensado suficientemente. O ensino médio afirmou ter pensado suficientemente em 50% e mais ou menos em 50% das vezes. Já o ensino superior afirmou ter pensado muito em 50% das vezes e suficiente

em 50% das vezes. O ensino médio foi o que pior se avaliou nesta questão, o que pode estar relacionado ao fato de que foi o grupo que precisou de mais tentativas para concluir as fases. Pode-se imaginar que a falta de planejamento foi um dos pontos para tal resultado.

Figura 47 – Décima segunda questão do formulário

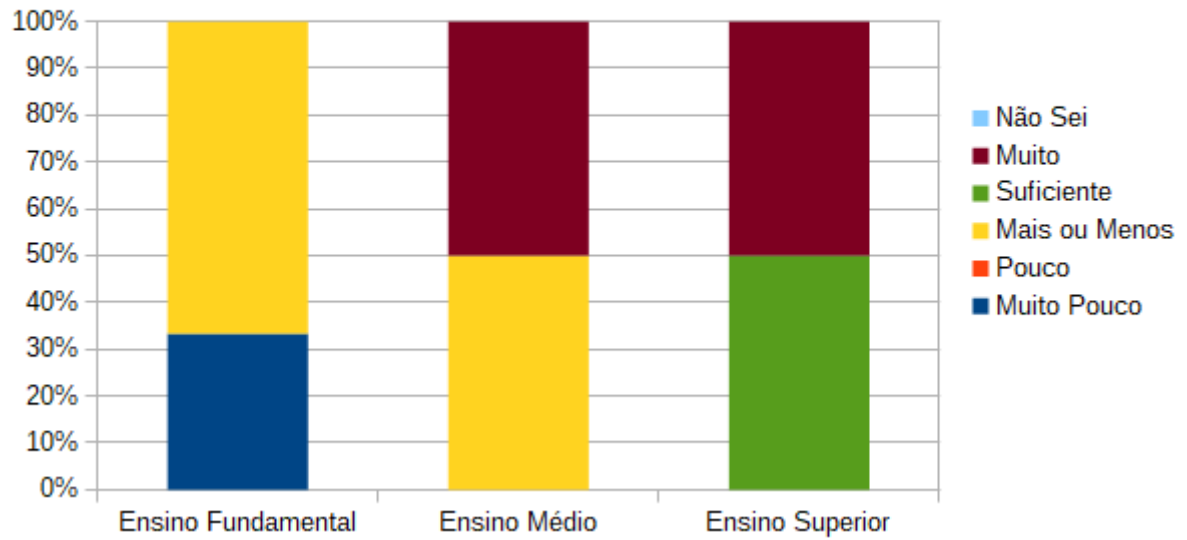


Fonte: O Autor (2021)

A Figura 48 apresenta a última questão do formulário. Nesta questão é perguntado se o jogador se questionou do motivo de determinados inimigos serem mais facilmente derrotados por tipos diferentes de torres e inimigos. O ensino fundamental alegou ter se questionado mais ou menos em 66,66% das vezes e muito pouco em 33,33% das vezes. Já o ensino médio se questionou muito em 50% e mais ou menos em 50% das vezes. O ensino superior se questionou muito em 50% e suficientemente em 50% das vezes. O ensino fundamental foi o que alegou ter pensado menos sobre a relação entre os inimigos, as torres e os poderes. Esse dado pode estar diretamente relacionado ao fato de que este foi o grupo que obteve o menor escore no posicionamento de torres e das Torres de Soldados.

Figura 48 – Décima terceira questão do formulário

Se questionou por que determinados inimigos são derrotados mais facilmente por algumas torres ou poderes



Fonte: O Autor (2021)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta inicial do projeto se demonstrou possível, uma vez que jogos sérios oferecem à educação uma série de recursos que permitem a construção de ferramentas de ensino, avaliação e reforço de conteúdo, aumentando a motivação e a aprendizagem significativa nos alunos. Além disso, os jogos se demonstraram uma ferramenta capaz de estimular diversas competências e habilidades, dentre elas as estudadas neste trabalho, principalmente por meio da solução de problemas. O que se relaciona diretamente com as habilidades e competências que um aluno deve possuir segundo a BNCC e frente às competências da inovação apresentadas pela Innopeda®.

A importância deste trabalho atrela-se diretamente à importância da educação e da construção de um modelo educacional que busca desenvolver competências úteis tanto para o âmbito profissional quanto pessoal. Diversas pesquisas buscam desenvolver essas capacidades, porém o estudo das competências ainda não é tarefa fácil e nem é desenvolvido em todas as escolas, indiferentemente do nível educacional. Portanto, este trabalho buscou trazer novos conhecimentos para essa área de estudo, apresentando resultados por meio de um jogo que demonstrou-se um possível ponto de partida para o desenvolvimento de um instrumento útil para avaliação de competências.

O jogo desenvolvido apresenta todas as funcionalidades necessárias para coletar os dados pré-estabelecidos nos modelos de competências. Fato constatado na etapa de pré-testes da ferramenta. Porém, a etapa de testes foi bastante desafiadora, tendo em vista que a pandemia de Covid-19, a qual ocorreu durante a realização deste estudo, impossibilitou que fossem realizadas visitas às escolas. Uma vez que, o isolamento social é imprescindível no combate ao vírus. Desta forma, também não estavam sendo realizadas aulas de informática, nas poucas escolas em atividade. Foi tentado contato com alunos via professores e pais, porém o contato indireto não foi suficiente para mobilizar um grande número de pessoas a participar do estudo. Sendo assim, devido a pouca amostragem de participantes os resultados deste trabalho não podem ser considerados conclusivos, mas ajudam a elucidar as capacidades atuais da ferramenta como instrumento de avaliação de competências, assim como possíveis melhorias que podem torná-la mais eficiente.

A dificuldade do jogo se mostrou de acordo com o público-alvo. Os alunos de séries finais do ensino fundamental, foram capazes de solucionar todas as fases em uma tentativa e portanto obtiveram uma média de inimigos derrotados suficiente. Além de também demonstrar, que todos foram capazes de compreender o funcionamento do jogo e as mecânicas apresentadas nele. Nenhum participante do estudo solicitou ajuda para desempenhar alguma tarefa do jogo, o que demonstra que este é intuitivo e de fácil compreensão.

Os resultados demonstram que algumas questões da autoavaliação corroboram com os dados dos escores calculados a partir dos logs do jogo. Destacam-se as questões relacionadas à utilização de diferentes maneiras de derrotar os inimigos, à utilização de recursos com criatividade, ao desenvolvimento de estratégias úteis, à utilização de diferentes recursos para derrotar o mesmo inimigo, ao pensamento a respeito de ações para vencer o jogo e ao questionamento a respeito do porque determinados inimigos são derrotados mais facilmente por algumas torres ou poderes. Desta forma, o jogo se mostrou capaz de apresentar dados que reflitam as capacidades do aluno, de acordo com a sua auto-avaliação.

As possibilidades de trabalhos futuros são inúmeras. Destacam-se a possibilidade do desenvolvimento de mais fases para o jogo, ou da adição da avaliação de outras competências. As competências atuais também apresentam características, além das já abordadas, que podem ser exploradas. A originalidade, por exemplo, componente da criatividade, apareceu em diversos estudos que serviram como referência para este trabalho. O barômetro FINCODA citou diversas vezes características do pensamento do aluno que poderiam ser melhor trabalhadas, como a criação de estratégias baseada na intuição ou conhecimento prévio, além do desafio do *status quo* por parte do aluno. Poderia-se, por exemplo, criar-se um novo escore, por meio do registro da quantidade de vezes que o aluno buscou ajuda no almanaque ou no tutorial, servindo de evidência para a busca por conhecimento prévio. Além disso, a utilização de redes Bayesianas, em um estudo com mais tempo de duração, poderia também contribuir para a geração de ponderações estatísticas para as pontuações de cada aluno. Por fim, poderia-se desenvolver um banco de dados para armazenar as pontuações dos alunos, e a partir disso desenvolver um painel para que professores e alunos pudessem consultar os resultados encontrados.

REFERÊNCIAS

- ALCAÑIZ, M.; PARRA, E.; GIGLIOLI, I. A. C. Virtual reality as an emerging methodology for leadership assessment and training. **Frontiers in Psychology**, v. 9, p. 1–7, 2018.
- ALVES, L.; BIANCHIN, M. A. O jogo como recurso de aprendizagem. **Rev. Psicopedagogia**, v. 27, n. 83, p. 282–287, 2010.
- BASHA, S.; DRANE, D.; LIGHT, G. Adapting the critical thinking assessment test for palestinian universities. **Journal of Education and Learning**, v. 5, n. 5, p. 60–72, 2016.
- BATISTA, G.; NOVAES, L.; FARBIARZ, A. Jogos: desenvolvendo habilidades e competências. In: **Anais do VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment**. [S.l.: s.n.], 2009. p. 1–8.
- BEGGS, R. *et al.* The perception of gaming in higher education: Gaming habits of university of ulster staff. **2009 Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications**, p. 174–177, 2009.
- BELLOTTI, F. *et al.* Assessment in and of serious games: An overview. **Advances in Human-Computer Interaction**, v. 1, p. 1–11, 2013.
- BLACK, B. An overview of a programme of research to support the assessment of critical thinking. **Thinking Skills and Creativity**, v. 7, n. 2, p. 122–133, 2012.
- BLOOM, B. S. *et al.* **TAXONOMY OF EDUCATIONAL OBJECTIVES**: The classification of educational goals. [S.l.]: DAVID McKAY COMPANY, 1956.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil (1988)**. Diário Oficial da União, Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- _____. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996.
- BUTLER, H. A. Halpern critical thinking assessment predicts real-world outcomes of critical thinking. **Applied Cognitive Psychology**, v. 26, p. 721–729, 2012.
- BUTTER, R.; BEEST, W. van. Psychometric validation of a tool for innovation competencies development and assessment. In: **Anais do EURAM 2017**. [s.n.], 2017. p. 35. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/583ddd7cd0f686c5defc5bb/t/58da1ce5e3df28fabb796bff/1490689255628/EURAM_Validation_WP7_Rev1.pdf>.
- CARVALHO, C. V. de; ANDRÉS, P. M. L.; ARBELOA, F. J. S. Serious games network. **Virtual Archaeology Review**, v. 4, n. 9, p. 174–180, 2013.
- CARVALHO, D. M. L. de; GOMES, F. de J. L. Simple game design document focused on gameplay features. In: **SBC – Proceedings of SBGames 2016**. [S.l.: s.n.], 2016. p. 722–725.
- CHEN, S.; MICHAEL, D. **Proof of Learning: Assessment in Serious Games**. 2005. Disponível em: <https://www.gamasutra.com/view/feature/130843/proof_of_learning_assessment_in_php>.

- CHUANG, T.-Y.; LIU, E. Z.-F.; SHIU, W.-Y. Game-based creativity assessment system: the application of fuzzy theory. **Multimed Tools Appl**, v. 74, p. 9141–9155, 2015.
- CICCHINO, M. I. Using game-based learning to foster critical thinking in student discourse. **The Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning**, v. 9, n. 2, 2015.
- CRAFTPIX.NET. **TOWER DEFENSE 2D GAME KIT**. 2020. Disponível em: <<https://craftpix.net/product/tower-defense-2d-game-kit/>>.
- DONG, T.; YUE, L. A study on critical thinking assessment system of college english writing. **English Language Teaching**, v. 8, n. 11, p. 176–182, 2015.
- FACIONE, P. A. The california critical thinking skills test - college level. **California Academic Press**, p. 1–21, 1990.
- GLOVER, J. A. Risky shift and creativity. **Social Behavior and Personality**, v. 5, n. 2, p. 317–320, 1977.
- GUILFORD, J. P. The structure of intellect. **Psychological Bulletin**, v. 53, n. 4, p. 267–293, 1956.
- HALPERN, D. E. Teaching critical thinking for transfer across domains: Dispositions, skills, structure training, and metacognitive monitoring. **American Psychologist**, v. 53, n. 4, p. 449–445, 1998.
- HALPERN, D. F. *et al.* Operation ARA: A computerized learning game that teaches critical thinking and scientific reasoning. **Thinking Skills and Creativity**, v. 7, p. 93–100, 2012.
- HOMER, B. D.; OBER, T. M.; PLASS, J. L. Digital games as tools for embedded assessment. In: **The Cambridge Handbook of Instructional Feedback**. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. p. 357–375.
- HUANG, P. *et al.* Evidence for a left-over-right inhibitory mechanism during figural creative thinking in healthy nonartists. **Human Brain Mapping**, v. 34, p. 2724–2732, 2013.
- HUGHES, W.; LAVERY, J.; DORAN, K. **Critical Thinking: An introduction to the basic skills**. 6. ed. Ontario: Broadview Press, 2010.
- JACKSON, L. A. *et al.* Information technology use and creativity: Findings from the childrenand technology project. **Computers in Human Behavior**, v. 28, n. 2, p. 370–376, 2012.
- KAIRISTO-MERTANEN, L. Introdução. In: LEHTO, A.; KAIRISTO-MERTANEN, L.; PENTTILÄ, T. (Ed.). **Pedagogia da Inovação: uma nova abordagem para o ensino e a aprendizagem em Universidades de Ciências Aplicadas**. Turku: Turku University of Applied Sciences, 2011. p. 8–12.
- KAIRISTO-MERTANEN, L.; PENTTILÄ, T.; PUTKONEN, A. Incorporando, na aprendizagem, habilidades para inovação – o desenvolvimento de cooperação entre a vida profissional e as universidades de ciências aplicadas. In: LEHTO, A.; KAIRISTO-MERTANEN, L.; PENTTILÄ, T. (Ed.). **Pedagogia da Inovação: uma nova abordagem para o ensino e a aprendizagem em Universidades de Ciências Aplicadas**. Turku: Turku University of Applied Sciences, 2011. p. 13–26.

KATO, P. M.; KLERK, S. de. Serious games for assessment: Welcome to the jungle. **Journal of Applied Testing Technology**, v. 18, n. 1, p. 1–6, 2017.

KAUFMAN, J. C.; STERNBERG, R. J. Resource review: Creativity. **Change**, v. 39, p. 55–58, 2007.

KETTUNEN, J. Innovation pedagogy for universities of applied sciences. **Creative Education**, v. 2, n. 1, p. 56–62, 2011.

KONG, S. C. Developing information literacy and critical thinking skills through domain knowledge learning in digital classrooms: An experience of practicing flipped classroom strategy. **Computers & Education**, v. 78, p. 160–173, 2014.

_____. An experience of a three-year study on the development of critical thinking skills in flipped secondary classrooms with pedagogical and technological support. **Computers & Education**, v. 89, p. 16–31, 2015.

KONST, T.; KAIRISTO-MERTANEN, L. Developing innovation pedagogy. **Contemporary Educational Researches Journal**, v. 9, n. 3, p. 74–84, 2019.

_____. **Pedagogia da Inovação: Preparando Instituições de Ensino Superior para os Desafios Futuros**. 1. ed. Caxias do Sul: EDUCS, 2019. 96 p.

KU, Y.-L. Evaluating creative thinking of RN-BSN students in the course of clinical case study and practicum. **Innovations in Education and Teaching International**, v. 52, n. 3, p. 290–299, 2015.

LEIMU, J.; MELTOVAARA, K. Possibilidades de crescimento dos negócios por meio de processos de inovação. In: LEHTO, A.; KAIRISTO-MERTANEN, L.; PENTTILÄ, T. (Ed.). **Pedagogia da Inovação: uma nova abordagem para o ensino e a aprendizagem em Universidades de Ciências Aplicadas**. Turku: Turku University of Applied Sciences, 2011. p. 62–70.

MARIN-GARCIA, J. A. *et al.* Proposal of a framework for innovation competencies development and assessment (fincoda). **Wpom-Working Papers On Operations Management**, Universitat Politecnica de Valencia, v. 7, n. 2, p. 119–126, 2016.

MEDEIROS, H. B.; ARANHA, E. H. da S.; NUNES, I. D. Avaliação de habilidades e competências baseada em evidências e jogos digitais. **Jornada de Atualização em Informática na Educação**, v. 6, n. 1, p. 1–35, 2017.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018.

MISLEVY, R. J.; ALMOND, R. G.; LUKAS, J. F. A brief introduction to evidence-centered design. **ETS Research Report Series**, v. 1, p. 1–29, 2003.

MOTTA, R. L.; JUNIOR, J. T. Short game design document (sgdd). In: **SBC – Proceedings of SBGames 2013**. [S.l.: s.n.], 2013. p. 115–121.

NOVA ESCOLA. **BNCC NA PRÁTICA: Aprenda tudo sobre as competências gerais**. 2020.

_____. **Nova Escola: Competências gerais da da bncc**. 2020.

PATEL, J. Using game format in small group classes for pharmacotherapeutics case studies. **American Journal of Pharmaceutical Education**, v. 72, n. 1, p. 1–5, 2008.

- PERSKY, A. M.; STEGALL-ZANATION, J.; DUPUIS, R. E. Students perceptions of the incorporation of games into classroom instruction for basic and clinical pharmacokinetics. **American Journal of Pharmaceutical Education**, v. 71, n. 2, p. 1–9, 2007.
- PUTRA, P. D. A.; IQBAL, M. Implementation of serious games inspired by Baluran National Park to improve students' critical thinking ability. **Journal Pendidikan IPA Indonesia**, v. 5, n. 1, p. 101–108, 2016.
- RICONSCENTE, M. M.; MISLEVY, R. J.; CORRIGAN, S. Evidence-centered design. In: **Handbook of Test Development**. [S.l.]: Routledge, 2015. p. 40–63.
- ROGERS, S. **Level Up: um guia para o design de grandes jogos**. São Paulo: Blucher, 2013. 494 p.
- SAIZ, C.; RIVAS, S. F. Intervenir para transferir en pensamiento crítico. In: **Conferencia internacional: Lógica, Argumentación y Pensamiento Crítico**. [S.l.: s.n.], 2008. p. 1–17.
- SELVI, M.; ÇOŞAN, A. Öztürk. The effect of using educational games in teaching kingdoms of living things. **Universal Journal of Educational Research**, v. 6, n. 9, p. 2019–2028, 2018.
- SHUTE, V.; KIM, Y. J.; RAZZOUK, R. **ECD For Dummies**. [20–]. (Acessado: 10.09.2020). Disponível em: <<http://myweb.fsu.edu/vshute/ECD.pdf>>.
- SHUTE, V.; VENTURA, M. **Stealth Assessment: measuring and supporting learning in video games**. Cambridge: The Mit Press, 2013. 102 p.
- SHUTE, V. J. *et al.* Measuring problem solving skills via stealth assessment in an engaging video game. **Computers in Human Behavior**, v. 63, p. 106–117, 2016.
- SU, T.; CHENG, M.-T.; LIN, S.-H. Investigating the effectiveness of an educational card game for learning how human immunology is regulated. **CBE—Life Sciences Education**, v. 13, p. 504–515, 2014.
- WATTS, F.; CARBONELL, A. G.; ANDREAU-ANDRÉS Ángeles. Innovation competencies development: Incode barometer and user guide. Turku University of Applied Sciences, 2013.
- YEH, Y.-C. Integrating e-learning into the direct-instruction model to enhance the effectiveness of critical-thinking instruction. **Instr Sci**, v. 37, p. 185–203, 2009.