



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS**  
**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA**

**OBJETOS DE APRENDIZAGEM DESENVOLVIDOS PARA O**  
**ENSINO MÉDIO: TÉCNICAS E CONCEITOS APOIADOS NOS**  
**PCNEM**

Alex Rosa Almeida

Belo Horizonte

2018

Alex Rosa de Almeida

**OBJETOS DE APRENDIZAGEM DESENVOLVIDOS PARA O  
ENSINO MÉDIO: TÉCNICAS E CONCEITOS APOIADOS NOS  
PCNEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica.

**Área de Concentração:** Tecnologias da Informação e Educação

**Orientadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Márcia Gorett Ribeiro Grossi

Belo Horizonte

2018

A447o Almeida, Alex Rosa de  
Objetos de aprendizagem desenvolvidos para o ensino médio:  
técnicas e conceitos apoiados nos PCNEM / Alex Rosa de Almeida. –  
2018.  
102 f.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Educação Tecnológica.  
Orientadora: Márcia Gorett Ribeiro Grossi.  
Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica  
de Minas Gerais.

1. Aprendizagem – Teses. 2. Currículos – Planejamento – Brasil –  
Teses. 3. Ensino médio – Teses. 4. Ciências físicas e naturais – Estudo  
e ensino – Teses. 5. Matemática – Estudo e ensino – Teses. 6. Ensino  
técnico – Teses. I. Grossi, Márcia Gorett Ribeiro. II. Centro Federal de  
Educação Tecnológica de Minas Gerais. III. Título.

CDD 375.81



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS**  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - PPGET  
Portaria MEC nº. 1.077, de 31/08/2012, republicada no DOU em 13/09/2012

Alex Rosa de Almeida

**“Objetos de aprendizagem desenvolvidos para o ensino médio:técnicas e conceitos apoiados nos PCNEM”**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação Tecnológica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais - CEFET-MG, em 14 de dezembro de 2018, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Tecnológica, aprovada pela Comissão Examinadora de Defesa de Dissertação constituída pelos professores:

Prof.ª Dr.ª Márcia Gorett Ribeiro Grossi – Orientadora  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Prof.ª Dr.ª Maria Adélia da Costa  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Prof. Dr. Gustavo Alcantara Elias  
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

## AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a realização dessa pesquisa, que me proporcionou um crescimento profissional, acadêmico e pessoal.

À professora orientadora Doutora Márcia Gorett Ribeiro Grossi pela excelente orientação, por ter sido escolhido para ingresso no Mestrado e principalmente por acreditar na elaboração deste trabalho.

Ao Amigo Marcos Arrais, pelas importantes contribuições desde o ingresso no programa de Mestrado e por ser um importante guia na temática dessa pesquisa.

Aos meus queridos pais e a minha avó pelo amor e motivação demonstrado desde cedo ao optarem por priorizar a nossa educação. A minha irmã pela valiosa contribuição nesse trabalho.

A minha noiva Yolanda, pelo companheirismo, pelo amor dispensado, por me fazer feliz antes mesmo do início dessa caminhada e por me tornar uma pessoa melhor a cada dia.

Ao CEFET-MG pela oportunidade em desenvolver essa pesquisa, aos professores, a coordenação do Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG e ao grupo de pesquisa AVACEFET pelas experiências e conhecimentos adquiridos durante nossos encontros. Em especial às minhas irmãs acadêmicas Débora, Camila, Laryssa, Lívia e Mariana.

Ao Bernoulli Sistema de Ensino, que durante minha trajetória permitiu um contato intenso com o objeto de estudo dessa pesquisa e foi fundamental nesse trabalho. Aos meus colegas em especial, a toda a equipe de Tecnologia Educacional e aos Designers Instrucionais Alisson, Diego, Fernando e Mariana, pela ajuda com a análise dos objetos de aprendizagem. Também a toda direção na figura do Tiago Bossi que contribuiu incentivando esse trabalho.

Aos amigos do TST, pelas muitas conversas que ajudaram a tornar mais leve essa jornada.

## RESUMO

As mudanças proporcionadas pelas novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TDIC), mais especificamente os Objetos de Aprendizagem (OA), colocam em evidência a relevância desses recursos no processo de ensino e aprendizagem enquanto instrumento de interatividade contextualizados às competências dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCNEM-CNM). Nesse contexto, esta dissertação de mestrado teve como objetivo apresentar as características técnicas e conceituais básicas de um OA de cada uma das quatro disciplinas – Biologia, Física, Química, Matemática – que integram a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; contextualizado às competências explicitadas nos PCNEM-CNM. Para a construção do referencial teórico, buscou-se esclarecer conceitos relativos à formação dos PCNEM-CNM (educação, tecnologia, Legislação Curricular e Cultura Escolar), a definição de OA e as especificidades dos simuladores PhET e também quanto às características técnicas e conceituais dos OA. Para o entendimento da formação dos PCNEM-CNM recorreu-se aos seguintes autores: Pinto (2005), Lévy (2010) Silva (2006) e Valente (2017). Para a compreensão da definição de OA e das especificidades dos simuladores PhET com as suas características técnicas e conceituais foram estudados os autores Wiley (2000), Arantes *et al.* (2010), Vicari *et al.* (2010), Adams *et al.* (2008), Beauchamp e Kennewell (2010) e Filatro (2004). Além disso, esta dissertação amparou-se pelas legislações Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Quanto ao tipo de pesquisa, esta se classifica como descritiva sendo de natureza qualitativa. A pesquisa foi dividida em quatro etapas, sendo que inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico, para na segunda etapa especificar as características técnicas e conceituais dos OA e a escolha dos OA para análise. Definido os OA, na terceira etapa contextualizou-os com os PCNEM-CNM e, por fim, realizou-se a elaboração de um Roteiro de Aprendizagem para orientação e utilização dos OA em sala de aula, contextualizados com os PCNEM-CNM. A pesquisa permitiu identificar e analisar as características técnicas comuns dos OA analisados na área de Ciências da Natureza, Matemática suas Tecnologias (acessibilidade, metadados, interoperabilidade, granularidade, adaptabilidade, reusabilidade e durabilidade) e as características conceituais comuns (usabilidade, interatividade e *design* instrucional). Identificadas essas características com uma matriz do PCNEM-CNM, adstrito aos OA, foi possível verificar, por meio do cruzamento do Tema e da Unidade Temática com os Objetivos de Aprendizagem dos OA; como algumas competências descritas nos PCNEM-CNM estão contextualizadas com a intencionalidade pedagógica dos OA. Por fim, demonstrou-se como os OA analisados podem ser utilizados pelo professor no processo de ensino e aprendizagem alcançando uma competência descrita nos PCNEM-CNM.

Palavras-chave: Objeto de Aprendizagem; Parâmetros Curriculares Nacionais; Ensino Médio; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

## ABSTRACT

The changes provided by the new Information and Communication Technologies (ICT), more exactly the Learning Objects (LO), evidence to us the relevance of these resources in the teaching and learning process as an instrument of interactivity contextualized to the competences insered in the High School National Curricular Parameters (NCP) about Science of Nature, Math and their Technologies. In the context, this Master thesis aimed to introduce the technical conceptual and the basic characteristics of a LO from each of the four subjects – Biology, Physics, Chemistry, Math – considering that they integrate the Science of Nature, Math and their Technologies area contextualized to the explicit competences in the NCP. For the construction of the theoretical contribution, it was important to explain the concepts about the formation of the NPC (Education, Technology, Curricular Legislation and School Culture), about the LO definition and the particularities of simulators PhET, as also, about the technical and conceptual characteristics of the LO. For the understanding about the making of the NCP have been used the following authors: Pinto (2005), Lévy (2010), Silva (2006) and Valente (2017). For the comprehension about the meaning of the LO and about the particularities of simulators PhET with their technical and conceptual characteristics have been studied the following authors Wiley (2000), Arantes *et al.* (2010), Vicari *et al.* (2010), Adams *et al.* (2008), Beauchamp and Kennewell (2010), finally, Filatro (2004). In addition, this Master thesis have been supported by the Guidelines and Bases of Education Law and by the National Curricular Parameters (NCP). About the research type, this Master thesis is considered as descriptive and about its nature is qualitative. This research was divided into four stages. On the first, it was carried out a survey about the subject. On the second, it was specified the technical and conceptual characteristics of the LO for choose the main LO analyse in this study. After, on the third stage, it was associated the LO and the NCP. On the last stage, it was done a Learning Guide for to condute the use of the LO in the classroom connected to the NCP. This research allowed to identify and analyze the common technical characteristics of the LO selected by the Science of Nature, Math and their Technologies area (accessibility, metadata, interoperability, granularity, adaptability, reusability and durability) and the common conceptual characteristics (usability, interactivity and instructional design). Then, after identifying this characteristics based on an array of NCP attachedto the LO, it was possible to verify, through the intersection of the Theme and the Thematic Unit with the Learning Objectives of the LO, how some competencies described by the NCP are contextualized with the pedagogical intentionality of the LO. Finally, it was demonstrated how the LO analyzed can be used by the teacher in the teaching and learning process reaching a competence described by the NPC.

**Keywords:** Learning Objects; National Curricular Parameters; High School; Science of Nature and their Technologies.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Diagrama de formação das disciplinas da área e como elas se interligam por essas duas competências gerais e também pela de investigação e compreensão .....	33
Figura 2 -	Infográfico demonstrando a relação entre as competências dentro da disciplina de Biologia do PCNEM .....	36
Figura 3 -	Infográfico demonstrando a matriz que relacionou o Tema e a Unidade Temática de cada uma das disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática com os Objetivos de Aprendizagem dos OA analisados .....	53
Figura 4 -	Esquema sintetizando as quatro etapas da pesquisa .....	54
Figura 5 -	Esquema demonstrando de verde a usabilidade e de vermelho a interatividade no Simulador Comer e exercita-se do PCNEM .....	60
Figura 6 -	Esquema demonstrando de verde a usabilidade e de vermelho no Simulador Espalhamento de Rutherford .....	63
Figura 7 -	Esquema demonstrando de verde a usabilidade e de vermelho no Simulador Ótica geométrica .....	66
Figura 8 -	Esquema demonstrando de verde a usabilidade e de vermelho no Simulador de Matemática Construtor de funções .....	69
Figura 9 -	Infográfico demonstrando a relação entre o Tema e a Unidade Temática na disciplina de Biologia do PCNEM e os Objetivos de Aprendizagem do OA Comer e exercita-se .....	75
Figura 10 -	Infográfico demonstrando a relação entre o Tema e a Unidade Temática na disciplina de Química do PCNEM e os Objetivos de Aprendizagem do OA Experimento de Rutherford .....	76
Figura 11 -	Infográfico demonstrando a relação entre o Tema e a Unidade Temática na disciplina de Física do PCNEM e os Objetivos de Aprendizagem do OA Ótica geométrica .....	77
Figura 12 -	Infográfico demonstrando a relação entre o Tema e a Unidade Temática na disciplina de Matemática do PCNEM e os Objetivos de Aprendizagem do OA Construtor de funções .....	78
Figura 13 -	Infográfico demonstrando a sequência didática aplicada no Roteiro de Aprendizagem para o uso do OA contextualizado aos PCNEM-CNM. ....	81
Figura 14 -	Modelo de Roteiro de Aprendizagem do simulador de Biologia Comer e exercita-se .....	82

Figura 15 -	Modelo de Roteiro de Aprendizagem do simulador de Química Espalhamento de Rutherford .....	84
Figura 16 -	Modelo de Roteiro de Aprendizagem do simulador de Física Ótica Geométrica .....	86
Figura 17 -	Modelo de Roteiro de Aprendizagem do simulador de Matemática Construtor de funções .....	88

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Resumo com as características técnicas básicas de um objeto de aprendizagem .....	56
Quadro 2 -	Resumo com as características conceituais básicas de um objeto de aprendizagem .....	57
Quadro 3 -	Análise das características técnicas e conceituais do Simulador Comer e exercita-se .....	58
Quadro 4 -	Análise das características técnicas e conceituais básicas do Simulador Espalhamento de Rutherford .....	61
Quadro 5 -	Análise das características técnicas e conceituais do Simulador Ótica geométrica .....	64
Quadro 6 -	Análise das características técnicas e conceituais do Simulador Construtor de funções .....	67

## LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BNC	Base Nacional Comum
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CNE	Conselho Nacional de Educação
EM	Ensino Médio
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
EPTNM	Educação Profissional Técnica de Nível Médio
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTML5	<i>HyperText Markup Language, versão 5</i>
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IMC	Índice de Massa Corporal
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LTSC	<i>Learning Technology Standards Committee</i>
MEC	Ministério da Educação
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OA	Objeto de Aprendizagem
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCNEM-CNM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
PCNEM-CNM+	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: orientações educacionais complementares aos PCN
PhET	<i>Physics Education Technology</i>
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
RIVED	Rede Interativa Virtual de Educação
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação

TMSF	Tecnologias Móveis com Conexão Sem Fio à internet
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
WIFI	<i>Wireless Fidelity</i> - Fidelidade sem fio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1 Problemas de Pesquisa .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2 Objetivos .....</b>	<b>20</b>
1.2.1 <i>Objetivo Geral .....</i>	20
1.2.2 <i>Objetivos Específicos .....</i>	20
<b>1.3 Hipóteses .....</b>	<b>20</b>
<b>1.4 Justificativa .....</b>	<b>21</b>
<b>1.5 Estrutura da Dissertação .....</b>	<b>24</b>
<b>CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Educação, tecnologia, Legislação Curricular e Cultura Escolar: fatores influenciadores na formação dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio .....</b>	<b>25</b>
2.1.1 <i>Educação e Tecnologia .....</i>	25
2.1.2 <i>Legislação Curricular e Cultura Escolar .....</i>	28
<b>2.2 Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias (PCNEM-CNM) .....</b>	<b>30</b>
2.2.1 <i>Os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular ...</i>	37
<b>2.3 Objetos de Aprendizagem .....</b>	<b>39</b>
2.3.1 <i>Definição de Objetos de Aprendizagem .....</i>	39
2.3.2 <i>Objetos de Aprendizagem PhET .....</i>	39
2.3.2.1 <i>Características técnicas dos Objetos de Aprendizagem .....</i>	41
2.3.2.2 <i>Características conceituais dos Objetos de Aprendizagem .....</i>	44
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGIA .....</b>	<b>49</b>
<b>3.1 Natureza da Pesquisa .....</b>	<b>49</b>
<b>3.2 Tipo de Pesquisa .....</b>	<b>49</b>
<b>3.3 Procedimentos Metodológicos .....</b>	<b>50</b>
<b>3.4 Etapas da Pesquisa .....</b>	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO 4: APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
<b>4.1 Primeira etapa: pesquisa bibliográfica .....</b>	<b>55</b>

<b>4.2</b>	<b>Segunda etapa: identificação dos padrões técnicos e conceituais de um OA do PhET.....</b>	<b>55</b>
<b>4.3</b>	<b>Terceira etapa: contextualização dos objetivos de aprendizagem dos OA com as competências dos PCNEM-CNM .....</b>	<b>73</b>
<b>4.4</b>	<b>Quarta etapa: produção de Roteiro de Aprendizagem para o uso de OA contextualizado aos PCNEM-CNM .....</b>	<b>80</b>
<b>4.5</b>	<b>Quinta etapa: verificação das hipóteses levantadas .....</b>	<b>90</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>92</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>96</b>

## CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

A Educação Básica no Brasil é administrada pela Secretaria de Educação Básica que pertence ao Ministério da Educação (MEC) e é composta pela Educação Infantil, pelo Ensino Fundamental e pelo Ensino Médio (EM). É justamente no EM, a fronteira entre a Educação Básica e o Ensino Superior, onde são intensificados os processos para aferir qualidade e entender o real crescimento do aluno durante seu processo formativo. Avaliar o processo educacional com sistemas de avaliação em larga escala, é relevante para entender a qualidade do Ensino Médio no Brasil, pois segundo Fernandes e Gremaud (2009), embora as avaliações educacionais sejam imperfeitas, buscam, ainda assim, aferir resultados passados ou inferir resultados futuros e constituem um dos pilares de toda a política educacional do MEC, resultados esses, que são usados para estabelecer as metas para as escolas brasileiras.

No Brasil, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)<sup>1</sup> é o principal indicador da qualidade da educação básica. Para compor o índice, os dados da Prova Brasil e do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) são combinados e processados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) e a cada dois anos o resultado é divulgado em uma escala de 0 a 10. A meta do Brasil é alcançar a média de 6,0 até 2021, patamar educacional correspondente ao de países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), como: Estados Unidos, Canadá, Inglaterra e Suécia. No entanto, a média no EM brasileiro, de 2011 a 2015 se manteve estagnada em 3,7 e em 2017, a média foi de 3,8 em uma escala de até 10 pontos. A evolução dessa média obtida revela que o EM apresenta índices baixos e com uma evolução muito lenta nos últimos anos, onde as taxas de aprovação evoluem muito lentamente e os índices de proficiência também são muito baixos.

Há também outra forma de avaliação, um dos instrumentos de maior credibilidade em avaliação educacional do mundo, o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA)<sup>2</sup> é um programa coordenado pela OCDE e que no Brasil a coordenação

---

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://ideb.inep.gov.br/resultado/>>. Acesso em: 09 set. 2018.

<sup>2</sup> Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015\\_completo\\_final\\_baixa.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf)>. Acesso em: 06 dez. 2017.

é de responsabilidade do INEP. O PISA tem como objetivo construir indicadores que possam ajudar a fomentar a discussão sobre a educação nos países participantes, auxiliando nas políticas que visam a melhoria da educação básica.

As avaliações do PISA acontecem a cada três anos e consistem em avaliações aplicadas a adolescentes de 15 e 16 anos. O resultado divulgado em 2015<sup>3</sup> revelou a necessidade de aumentar a qualidade do ensino brasileiro nas áreas de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Dos 70 países avaliados, o Brasil aparece entre os últimos: 66º em Matemática, 63º em Ciências e 53º em Leitura. A partir do resultado dessas avaliações é possível apontar um baixo desempenho dos alunos, que compromete de forma significativa a qualidade do EM.

A preocupação com a baixa qualidade do EM no Brasil não é recente. Em 1996 o MEC (BRASIL, 1996) organizou o projeto de reforma do Ensino Médio que buscava, dentre outras finalidades, melhorar os índices de escolarização e de conhecimento dos estudantes. Diante deste cenário, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) determinou a construção dos currículos para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio com uma Base Nacional Comum (BNC)<sup>4</sup> que deveria ser ampliada pela escola por meio de uma parte diversificada exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela. Como explica o documento:

A Base Nacional Comum contém em si a dimensão de preparação para o prosseguimento de estudos e, como tal, deve caminhar no sentido de que a construção de competências e habilidades básicas, e não o acúmulo de esquemas resolutivos pré-estabelecidos, seja o objetivo do processo de aprendizagem. É importante, por exemplo, operar com algoritmos na Matemática ou na Física, mas o estudante precisa entender que, frente àquele algoritmo, está de posse de uma sentença da linguagem matemática, com seleção de léxico e com regras de articulação que geram uma significação e que, portanto, é a leitura e escrita da realidade ou de uma situação desta. Para tanto, deve-se entender que a linguagem verbal se presta à compreensão ou expressão de um comando ou instrução clara, precisa, objetiva (BRASIL, 2000, p. 16).

Visando contribuir com a implementação das reformas educacionais definidas na LDB e regulamentadas por Diretrizes do Conselho Nacional de Educação (CNE), os

---

<sup>3</sup> Disponível em:

<[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015\\_completo\\_final\\_baixa.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa2015_completo_final_baixa.pdf)>. Acesso em: 06 dez. 2017.

<sup>4</sup> No capítulo 2.2.1, com a perspectiva que a BNCC entre em vigor somente depois de 2020 são abordadas as projeções futuras da educação no Brasil a nível regulatório.

Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), de acordo com o documento que os definem, são diretrizes com o objetivo principal de orientar os educadores do Ensino Médio por meio da normatização de alguns fatores fundamentais que pertence a cada disciplina, ou seja, tem por objetivo conduzir os educadores na prática diária em sala de aula. Além de servir de apoio ao planejamento de aulas e ao desenvolvimento do currículo da escola (BRASIL, 2000).

Segundo Morais (2017) a tecnologia está cada vez mais presente em nosso cotidiano; e diante da crescente expansão dos meios de comunicação e informação, a escola precisa estar preparada para educar nesse contexto. Nesse sentido, percebe-se que um dos fatores que determinaram a necessidade de pensar os parâmetros curriculares que orientam o EM associado à tecnologia é a denominada *revolução informática*, na qual a microeletrônica teve relevância nessa ruptura tecnológica que se acentuou no Brasil a partir da década de 80 e promoveu mudanças radicais na área do conhecimento (BRASIL, 2000).

A revolução da informática promoveu mudanças radicais nas áreas do conhecimento, que passaram a influenciar de maneira significativa os processos de desenvolvimento de tecnologia. Segundo Delyra (1997), a revolução da informática, que se acredita estar acontecendo no mundo globalizado atual, mostra a capacidade de manipular todos os tipos de informações. As taxas de crescimento exponencial, em um baixo período de tempo, de alguns elementos tecnológicos como: a velocidade de processador dos computadores, capacidade de memória, capacidade de disco, extensão da internet, dentre outros, exemplificam esse período.

Diante desse contexto de mudanças provocado pela revolução da informática através da incorporação das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TDIC), o MEC promoveu em 1996 (BRASIL, 1996) um projeto de reforma curricular no EM, que estabeleceu a divisão do conhecimento escolar em três áreas. Por essa razão, logo na sequência, em 2000 (BRASIL, 2000), os PCNEM foram elaborados e também divididos em três áreas do conhecimento: (i) Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, que trazem as disciplinas Língua Portuguesa, Língua Estrangeira Moderna, Educação Física, Arte e Informática; (ii) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, com as disciplinas Biologia, Física, Química, Matemática; (iii) Ciências Humanas e suas Tecnologias, com as disciplinas História, Geografia, Sociologia, Antropologia, Filosofia e Política. A definição dessa divisão foi estabelecida por critérios que buscam a interdisciplinaridade entre as disciplinas, através da reunião de áreas que compartilham objetos de estudo

similares e tem por objetivo facilitar a comunicação criando condições para que a prática escolar se desenvolva em uma perspectiva de *interdisciplinaridade* entre as disciplinas da mesma área.

De acordo com o MEC, os PCNEM trazem uma proposta para o Ensino Médio no que se relaciona às competências básicas indicadas na BNC, no caso dessa pesquisa de mestrado, correspondente à área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCNEM-CNM). Embora o documento (BRASIL, 2000) não conceitue competências e habilidades, ele propõe explicitar as habilidades básicas e as competências específicas para que sejam desenvolvidas pelos alunos em Biologia, Física, Química e Matemática no Ensino Médio.

Das competências esperadas dos estudantes do EM, As novas tecnologias digitais podem oferecer novas maneiras para formar o conhecimento. Segundo Almeida (2016), a partir do momento que diversos segmentos da sociedade começaram a se imergir no universo das tecnologias digitais, deu início a definição de uma cultura digital, na qual a expansão das TDIC, associadas ao uso das Tecnologias Móveis com Conexão Sem Fio (TMSF), geraram novas possibilidades de uso dos recursos oferecidos para esses dispositivos.

Para Morais (2017), as discussões na integração das TDIC no contexto educacional já tornaram conta da sociedade há várias décadas. Elas começaram a influenciar na formação do sujeito contemporâneo, e, por isso, ao utilizar a TDIC em sala de aula, deve-se levar em consideração as potencialidades dos computadores, das TMSF e conseqüentemente da internet no processo de escolarização. Como forma de complementar os conteúdos textuais, os usos das TDIC, em especial os Objetos de Aprendizagem (OA), tornaram-se frequentes nesse cenário e hoje figuram como importantes diferenciais no processo de ensino e aprendizagem.

Um OA pode ser definido como qualquer recurso pedagógico digital que possa ser usado e reutilizado para dar suporte ao aluno no processo de aprendizagem. Dentre outros fatores, um OA deve lidar com a fragmentação do conteúdo em pequenos trechos que possam ser reutilizados em vários ambientes de aprendizagem. A Rede Interativa Virtual de Educação RIVED (RIVED, 2017) afirma que qualquer material eletrônico que entregue informações para a construção de conhecimento pode ser considerado um OA,

seja esse material uma imagem, uma página HTML<sup>5</sup>, uma animação interativa, uma simulação ou até um jogo.

Já o MEC (BRASIL, 2000), orienta que os OA devem objetivar o aprimoramento da educação presencial e/ou à distância, incentivar a pesquisa e a construção de novos conhecimentos para melhoria da qualidade, equidade e eficiência dos sistemas públicos de ensino pela incorporação didática das novas tecnologias de informação e comunicação. Vale ressaltar que as TDIC forneceram um novo pilar no processo de ensino e aprendizagem. Elas estão cada vez mais presentes no cotidiano dos alunos e da sociedade que, progressivamente, percebem as transformações provocadas pelas novas tecnologias.

Fundado em 2002 o *Physics Education Technology* PhET (PhET, 2018) é um laboratório virtual desenvolvido pela *University of Colorado at Boulder*, localizado nos Estados Unidos da América e que possui inúmeras simulações de experimentos científicos na área de Ciências da Natureza e Matemática. O PhET entende que dentre as características consideradas desejáveis para o uso de um OA destacam-se: o ambiente intuitivo, utilizar a dinâmica dos games e que os alunos possam aprender através da exploração e da descoberta. Ao escolher um objeto para o uso, ele deve ter visual agradável, informativo e também com um elevado grau de interatividade em que o usuário possa interagir realizando uma ação e ver instantaneamente, por exemplo, uma reação física acontecendo. O aluno deve interagir com o computador e não ficar apenas assistindo ou se afastar.

Antes de adotar uma tecnologia como um OA como algo imprescindível no processo de ensino aprendizagem, é preciso atentar-se e priorizar para os aspectos pedagógicos envolvidos no OA. Por isso, um passo importante para um planejamento adequado para a escolha de um OA, e de como utilizá-lo em sala de aula, é o conhecimento dos objetivos de aprendizagem desejados. Nesse sentido, os PCNEM (BRASIL, 2000), podem e devem ser considerados como importante fonte de auxílio, uma vez que abordam as diretrizes da estrutura curricular para o Ensino Médio. Então, pode-se dizer que as atividades elaboradas e planejadas pelo professor do EM podem estar pautadas nos OA indicados pelos PCNEM de acordo com cada área de conhecimento.

Entende-se que as novas TDIC e as mudanças na produção de bens, serviços e conhecimentos exigem que a escola possibilite aos alunos uma integração com o mundo

---

<sup>5</sup> HTML é a sigla para *HyperText Markup Language*, que consiste em uma linguagem de marcação utilizada para produção de páginas na web, que permite a criação de documentos que podem acessados em praticamente qualquer tipo de computador ou TMSF.

contemporâneo, nos aspectos essenciais de cidadania e também de trabalho. Os PCNEM (BRASIL, 2000), visam cumprir o duplo papel de difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias baseadas em competências básicas; sendo necessário, em sala de aula, levar aos alunos o mundo tal qual ele está estabelecido sob os aspectos das novas tecnologias.

Neste estudo, focou-se nos OA inseridos na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. De acordo com os PCNEM (BRASIL, 2000), a aprendizagem dos conteúdos contemplados pelas disciplinas desta área ocorre por meio da compreensão e da utilização dos conhecimentos científicos que objetivam explicar o funcionamento do mundo através do planejamento, da execução e da avaliação das ações de intervenção na realidade. À medida que os OA visam estimular o raciocínio e o pensamento crítico dos alunos, oferecendo ao aluno o acompanhamento da evolução temporal das relações de causa e efeito, visualização de conceitos de diferentes pontos de vista, comprovação de hipóteses e relacionamento de conceitos; pode-se afirmar que eles são importantes aliados no processo de aprendizagem (RIVED, 2017).

A fim de gerar uma melhor exemplificação das características técnicas e conceituais, a escolha dos objetos levou em conta a presença de todas ou maior quantidade possível dessas características nos OA de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias do PhET. Como se trata de um site estadunidense, mesmo que os OA tenham sido criados a partir de pesquisas em educação, que envolveram os alunos e todas as características técnicas relevantes para o desenvolvimento de um OA (ambiente intuitivo, dinâmica dos games, aprendizado através da exploração e da descoberta), esse estudo também deverá correlacionar os OA com os PCNEM.

## **1.1 Problemas de Pesquisa**

Considerando as características técnicas e conceituais dos OA que estão inseridos na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, surgiram os seguintes questionamentos:

- 1- Quais são as características técnicas e conceituais desejáveis de um OA que estejam contextualizados com as diretrizes dos PCNEM da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias?
- 2- Como escolher OA que possuam características técnicas e conceituais significativas e que estejam alinhados com os PCNEM?

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral

Apresentar as características técnicas e conceituais básicas de um OA de cada uma das quatro disciplinas – Biologia, Física, Química, Matemática – que integram a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias contextualizado às competências explicitadas no PCNEM-CNM.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

1. Explicar os fatores influenciadores na formação dos PCNEM;
2. Levantar dados para definir as características técnicas e conceituais básicas de um OA da área Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias;
3. Definir os OA da área Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, que atendam as características técnicas e conceituais básicas;
4. Interpretar os OA definidos no objetivo específico três;
5. Demonstrar como os OA podem ser contextualizados e utilizados em consonância com as competências estabelecidas pelos PCNEM-CNM.

## 1.3 Hipóteses

Na tentativa de solucionar o problema de pesquisa e alcançar os objetivos desta pesquisa foram geradas as seguintes hipóteses:

- Hipótese A: As características técnicas e conceituais básicas de um OA da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias são relevantes para a escolha e uso do OA no processo de ensino aprendizagem.
- Hipótese B: Os OA da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias escolhidos para o uso podem estar alinhados às diretrizes estabelecidas pelos PCNEM-CNM.
- Hipótese C: É possível alcançar uma competência descrita no PCNEM-CNM com o uso de OA que cumpram as características técnicas e conceituais básicas.

## 1.4 Justificativa

Para Castells (2002), a sociedade atual passa por um período cuja característica principal é a transformação da cultura material pelos mecanismos de um novo paradigma tecnológico que se organiza em torno da tecnologia da informação. De forma análoga, a revolução da informática promoveu mudanças significativas nos processos de desenvolvimento do país. Fato que permite afirmar que nas próximas décadas, a ainda educação, sofrerá relevantes transformações estimuladas pela incorporação das novas tecnologias digitais.

O cenário de tecnologia presente em muitas salas de aula das escolas urbanas brasileiras, quanto ao uso de recursos tecnológicos associados ao processo de ensino e aprendizagem, já não se configura mais como uma novidade ou diferencial competitivo enquanto ferramenta didática. Segundo dados da pesquisa TIC Educação 2015 (CGI.br, 2016<sup>6</sup>), 96,5% das escolas do país em áreas urbanas possuem algum acesso à internet. Na sala de aula o acesso à internet está disponível em 57,5% das escolas, das quais 89% contam com acesso à internet sem fio (WiFi<sup>7</sup>). Sobre as políticas de uso da internet pelos alunos, 60% das escolas restringem o uso do WiFi, configurando nesse sentido, uma oposição as políticas de acesso à internet, uma vez que restringe o uso pelo aluno.

Até mesmo nos ambientes educacionais mais tradicionais, a popularização do acesso aos estudantes e professores as TMSF, sobretudo *os tablets* e *os smartphones*, se consolidaram como o principal meio de acesso à internet e possibilitou a entrada de conteúdos digitais nos estabelecimentos de ensino. Nesse contexto, as novas tecnologias, como os OA, associadas ao uso das TMSF geraram novas possibilidades de uso dos recursos oferecidos para esses aparelhos, que aumentam, significativamente, o uso desses OA na rotina escolar, provocando mudanças significativas nas relações cotidianas e intensificando o que se convencionou chamar de Cultura Digital (CGI.br, 2016).

O uso de OA no processo de ensino aprendizagem já é bastante intenso no cotidiano dos alunos. Como afirma Adams *et al.* (2008), os OA são cada vez mais

---

<sup>6</sup> Disponível em: <[http://cetic.br/media/analises/tic\\_educacao\\_2015\\_coletiva\\_de\\_imprensa.pdf](http://cetic.br/media/analises/tic_educacao_2015_coletiva_de_imprensa.pdf)>. Acesso em: 06 dez. 2017.

<sup>7</sup> Abreviação de *Wireless Fidelity*, fidelidade sem fio, em português. É uma tecnologia de comunicação que não faz uso de cabos, e geralmente é transmitida através de frequências de rádio, infravermelhos e outros canais.

importantes na sala de aula e estão integrados de várias maneiras, tornando-se a TDIC mais comum. Parte dessa popularidade acontece devido à facilidade que OA, como por exemplo, simulações interativas podem ser facilmente introduzidas no processo de aula do professor. Dados do PhET (PhET, 2018), mostram que mais de 360 milhões de downloads de OA nas áreas de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias já foram distribuídas pela instituição, o que configura uma percepção de qualidade acima da média pelos usuários.

Existem no Brasil, vários repositórios de OA, alguns criados pelo MEC, como a Escola Digital<sup>8</sup>, o Banco Internacional de Objetos Educacionais<sup>9</sup> e o Portal do Professor<sup>10</sup>, que em 2008 englobou o RIVED. Existem ainda outros repositório disponíveis para o uso, que estão sob domínio público ou licença aberta; como o Laboratório Didático Virtual<sup>11</sup>, o Inspirare<sup>12</sup> e o PhET. Algumas dessas plataformas categorizam os OA por tipo, série, disciplina e conteúdo, facilitando a busca por esses recursos.

A escolha da PhET, em detrimento dos outros repositórios gratuitos listados anteriormente, deve-se por conta dos OA disponíveis para área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias contarem com aspectos como diversão, interação, facilidade de utilização e possibilidade de reutilização em computadores e vários dispositivos de TMSF. Segundo Santos (2016), utilizar esses OA pode servir para reforçar o entendimento dos conteúdos ministrados em sala de aula de uma forma prática, facilitando a aprendizagem do aluno. Como explica o PhET (2018):

Para ajudar os alunos a compreender conceitos virtuais, as simulações PhET animam o que é invisível ao olho através de gráficos e controles intuitivos, tais como clicar e arrastar a manipulação, controles deslizantes e botões de rádio. A fim de incentivar ainda mais a exploração quantitativa, as simulações também oferecem instrumentos de medição, incluindo régua, cronômetros, voltímetros e termômetros. À medida que o usuário manipula essas ferramentas interativas, as respostas são imediatamente animadas, assim ilustrando efetivamente as relações de causa e efeito, bem como 21 várias representações relacionadas (movimento dos objetos, gráficos, leitura de números, etc.) (PHET, 2018, *online*).

---

<sup>8</sup> Disponível em: <<https://rede.escoladigital.org.br/>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

<sup>9</sup> Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

<sup>10</sup> Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>>. Acesso em: 09 jun. 2018.

<sup>11</sup> Disponível em: <<http://www.labvirt.fe.usp.br/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

<sup>12</sup> Disponível em: <<http://inspirare.org.br/>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

Outro ponto relevante é que o PhET, afim de garantir a eficiência de aprendizagem de seus OA e a sua efetiva usabilidade, testa e avalia constantemente os seus objetos. Segundo Arantes *et al.* (2010) a pesquisa para o desenvolvimento dos OA envolve criteriosas etapas de planejamento, desenvolvimento e avaliação antes de serem distribuídos na plataforma. Além do mais, a pesquisa envolve entrevistas, como etapa fundamental para o entendimento de como os estudantes fazem interações entre os fenômenos da vida real e da ciência, melhorando sua compreensão e apreciação do mundo em sua volta. Tudo isso ajuda a entender como os OA da PhET são, realmente, uma tecnologia efetiva para o processo de ensino aprendizagem, como abordado por Ferreira (2016):

O simulador PhET ajuda os estudantes a compreenderem conceitos através de cuidadosa visualização dos fenômenos, que não poderiam ser observados em aulas expositivas tradicionais, nem mesmo em experimentos didáticos de ensino médio, como, por exemplo, a movimentação dos elétrons em um fio condutor e o comportamento destes, quando a corrente for contínua ou alternada. O simulador PhET mostra de forma inteligente a diferença entre as correntes, o que facilita o ensino aprendizagem (FERREIRA, 2016, p. 12).

A escolha dos PCNEM da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, em detrimento dos parâmetros de outras áreas, deve-se por conta do caráter prático que as disciplinas dessa área proporcionam. Para Reses (2010), essas disciplinas permitem que os alunos façam experiências com o conteúdo trabalhado nas aulas teóricas, conhecendo e observando organismos e fenômenos naturais, e também manuseando equipamentos. Nesse sentido, por meio do manuseio de objetos de aprendizagem como games, simuladores e animações interativas, os alunos podem desenvolver atividades práticas.

Peruzi e Fofonka (2014), explicam que, por meio da experimentação aliada a teoria, a aula prática pode constituir-se como um importante recurso facilitador no processo de ensino e aprendizagem transformando o aluno em sujeito da aprendizagem e possibilita que sejam desenvolvidas habilidades e competências específicas nesse aluno.

Nesse estudo, a contextualização desses OA com os PCNEM-CNM é fundamental para demonstrar como algumas das competências gerais de investigação e compreensão, representação e comunicação, e contextualização sociocultural são esperadas ao final da escolaridade básica para cada uma das quatro disciplinas estudadas nessa dissertação podem ser ampliadas com o uso de um OA.

Em função do atual momento de mudanças na área do conhecimento em questão e diante da relevância dos OA no processo de ensino aprendizagem enquanto instrumento de interatividade contextualizados às competências dos PCNEM-CNM, torna-se fundamental o estudo dos objetos de aprendizagem desenvolvidos para o Ensino Médio, através da especificação das principais características técnicas e de conteúdo dos OA.

Considera-se que essa dissertação de Mestrado é uma contribuição para ajudar os professores, alunos e outros sujeitos envolvidos no processo de ensino aprendizagem a escolherem OA de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias relevantes, ou seja, que tenham características técnicas e conceituais básicas. A pesquisa pode ainda ser um facilitador para o professor entender como um OA pode estar contextualizado com as diretrizes de competências estabelecidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

### **1.5 Estrutura da Dissertação**

A presente dissertação está estruturada em cinco capítulos da seguinte forma: O Capítulo 1 é introdutório: contextualiza a pesquisa, o tema, as questões de pesquisa, os objetivos (geral e específicos), as hipóteses, a justificativa, bem como a estrutura do trabalho. O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico relacionados a essa pesquisa, dissertando sobre os principais tópicos que ponderam definições e conceitos que dão suporte à discussão teórica e à interpretação dos dados obtidos. O Capítulo 3 expõe os procedimentos metodológicos, descrevendo a técnica utilizada na pesquisa, juntamente com seus detalhes, os instrumentos de coleta de dados; além da natureza da pesquisa e dos procedimentos que foram adotados para análise dos dados coletados. O Capítulo 4 contém a apresentação e análise dos dados coletados e seus resultados. O Capítulo 5 mostra as considerações finais, limitações da pesquisa e possíveis trabalhos futuros. Por fim, as referências utilizadas nesta pesquisa.

## **CAPÍTULO 2: REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo estão apresentadas as teorias, conceitos e ideias que sustentaram esta pesquisa.

### **2.1 – Educação, tecnologia, Legislação Curricular e Cultura Escolar: fatores influenciadores na formação dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**

#### **2.1.1 – Educação e Tecnologia**

O conceito de Educação surgiu na Grécia Antiga e permaneceu, em sua essência, inalterado ao longo dos séculos e continua a interessar muitos educadores e pensadores contemporâneos. Seja por seu caráter social ou político, a Educação passou por mudanças ao longo dos anos, porém, sem perder uma de suas principais características, que de acordo com Grispun (2002), se trata de uma prática social, com suas ideologias e subjetividades.

Também, nesta preocupação com a questão social, Freire (1999) afirma que a Educação deve ser capaz de superar barreiras, sendo um agente transformador de realidades através do reconhecimento do sujeito como um ser histórico, político e participativo. Nessa esfera do papel social da Educação, é possível constatar o quanto o processo educativo é influenciado e passa por mudanças de acordo com seu tempo histórico.

Já Adorno (1995), ressalta a relevância da Educação no processo da consciência verdadeira, incluindo a emancipação do sujeito e sua participação ativa nas decisões da sociedade. Para o autor, a Educação não se trata de um processo de formação individual e isolado, preso a métodos ou a reformas, e sim um processo social e coletivo.

Considerando o cenário atual das novas tecnologias, a relação atual entre Educação e Tecnologia, faz-se necessário um entendimento maior do termo e de suas acepções. Pinto (2005) considera a tecnologia um conceito essencial para a compreensão do mundo, e por conta dessa relevância, ela é um conceito de uso geral, ou seja, difuso e também confuso;

uma vez que ele faz parte do discurso de muitas pessoas. Na discussão em busca das definições e conceitos sobre Tecnologia, o autor parte de três possibilidades quanto a sua abordagem, que estão descritas a seguir.

A primeira, é de que a palavra tecnologia tem um uso genérico: trata-se de uma palavra profusa, pois está presente e é utilizada nos mais variados tipos sociais; de pessoas comuns à especialistas do assunto. Na segunda possibilidade, o autor explica que há uma polissemia no conceito de Tecnologia, o que permite que o termo seja utilizado para nomear várias coisas, ou seja, um conceito polissêmico. Por fim, ele apresenta a Tecnologia como um conceito importante para entendermos o mundo contemporâneo, ao qual a sua relevância advém da quantidade de técnicas que existem atualmente.

Feita esta constatação, Pinto (2005) aponta sobre a necessidade de se purificar o conceito de Tecnologia e o uso indistinto dessa expressão. Para a definição do termo *Tecnologia*, o autor fez um mapeamento e trouxe quatro possibilidades de acepções de significados das quais a primeira é o significado da Tecnologia como a teoria, a análise, a ciência, o estudo e a discussão da técnica; ou seja, no uso etimológico a Tecnologia é *logos* da técnica, a fim de esclarecer a definição de que a tecnologia não é o produto da ciência. Essa primeira declaração do autor, permite-se extrair os conceitos de ciência, tecnologia e técnica. A Tecnologia é a ciência da técnica, portanto não é um produto da ciência, ela própria é uma ciência. E essa ciência, a tecnologia, tem como objeto de estudo a técnica.

Lévy (2010), trata a questão da tecnologia por meio das redes de comunicação interativa e todas as tecnologias intelectuais da cibercultura como um conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, atitudes, modos de pensamentos e de valores que se desenvolvem juntamente com o ciberespaço, que é o espaço de comunicação aberto pela interconexão mundial dos computadores e das memórias dos computadores. Para o autor, a velocidade de renovação dos sistemas de educação, diante dos desdobramentos da cibercultura na nova relação com o saber, é cada vez mais rápida e, muito provavelmente, uma pessoa que inicia seu percurso profissional não chegará ao fim com o mesmo conhecimento. Configura-se, então, um novo modelo de educação e trabalho mediado pela cibercultura, onde a presença inegável das TDIC em nossa sociedade, constitui o primeiro requisito para que elas estejam presentes no cotidiano escolar.

Transportada para o ambiente escolar, a cultura digital vem provocando mudanças dentro da escola, modificando a maneira como os alunos interagem com os professores e como participam das atividades pedagógicas. A pesquisa TIC Educação 2015 (CGI.br, 2016), mostra que os professores já começam a incorporar ferramentas tecnológicas para impulsionar as ações pedagógicas. Em 2015, ao menos uma vez, 97% dos alunos de Ensino Médio já acessaram a internet pelo celular para atividades escolares. Dos professores que utilizam smartphones, 39% disseram já ter utilizado o aparelho em atividades didáticas.

A pesquisa mostrou ainda, que o local mais citado por professores para o uso da Internet com os alunos foi o laboratório de informática (34%), seguido da sala de aula (29%). Por parte dos alunos, o laboratório de informática também foi o local mais citado (29%) para uso da Internet na realização de atividades escolares, seguido da sala de aula (16%) e da biblioteca (15%).

A incorporação das TDIC associadas das TMSF, originou a concepção de computação *ubíqua* ou *pervasiva*. O termo é usado para descrever a onipresença da informática no cotidiano das pessoas, que por meio do uso de diferentes aplicativos (*Facebook, Whatsapp, YouTube, Waze*), as pessoas se interagem compartilhando informações em suas redes de forma tão natural e intensa ao ponto das ações tornarem-se quase imperceptíveis. Para Almeida (2016), a ampla disponibilização das TDIC e as TMSF, podem gerar um movimento de participação, transformação e circulação descentralizada do saber que deve ser aproveitada e incorporada pela educação formal.

Cada vez mais integrados ao projeto pedagógico, enquanto tecnologia os OA contribuem de forma criativa como uma importante ferramenta digital no processo de produção de conhecimento. Em sala de aula os OA contribuem na aprendizagem por meio de experimentos, facilitando a aprendizagem de conteúdo específicos, seja reforçando determinado assunto ou mesmo expandindo o conhecimento sobre o assunto abordado. Segundo Arantes *et al.* (2010) com os avanços das TMSF os OA vêm sendo utilizados em todos os níveis de ensino, sendo os simuladores um dos mais utilizados como um mecanismo eficiente para apresentar conceitos científicos e contribuir para tornar os professores facilitadores e os alunos autônomos no processo de ensino e aprendizagem.

### **2.1.2 Legislação Curricular e Cultura Escolar**

Antes de se abordar os aspectos da formação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), sobretudo aqueles ligados à questão da integração curricular presente na BNC e abordados pelo MEC desde o projeto de Reforma do Ensino Médio, iniciado em 1996 pela LDB; faz-se necessário estabelecer uma diferenciação entre a Legislação Curricular, que são as bases legais do Ensino Médio e a Cultura Escolar, que ocorre na prática quando a instituição tenta adequar a sua proposta pedagógica à legislação vigente.

Para Silva (2006), a estrutura organizacional da escola não está amparada apenas por uma base racional determinada somente pela burocracia. Ela pode ser considerada como uma instituição com cultura própria; e os principais elementos que compõem essa cultura são os chamados atores sociais (famílias, professores, gestores e alunos), os discursos e as linguagens (modos de conversação e comunicação), as instituições (organização escolar e o sistema educativo) e as práticas (pautas de comportamento que chegam a se consolidar durante um tempo).

Chervel (1990), citado por Silva (2006), argumenta que a cultura que a escola fornece à sociedade é formada por duas partes: a primeira é a Legislação Curricular, chamados pela autora como os programas oficiais, que explicitam sua finalidade educativa e também são conhecidos como PCN. E a segunda parte são os resultados efetivos da ação da escola, os quais, no entanto, não estão inscritos nessa finalidade. Para o autor, a cultura escolar é uma cultura adquirida na escola, que encontra na instituição não somente seu modo de difusão, mas também, sua origem.

Aliando a essa visão, a Resolução nº 6, de 20 de setembro de 2012 (BRASIL, 2012), do CNE estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Essa resolução estabelece, em seu Capítulo II, os princípios norteadores para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM). De modo que o projeto político pedagógico do curso técnico de nível médio tenha a formação profissional concomitante à formação social, além de promover a intervenção social. A resolução discorre ainda sobre uma aprendizagem marcada pela indissociabilidade entre a Educação e a prática social, e pela quebra da dualidade entre disciplinas teóricas e disciplinas práticas.

O Artigo nº 22, da referida Resolução nº 6 (BRASIL, 2012), avança na integração curricular, ao dizer que a organização curricular dos cursos técnicos de nível médio deve considerar para o seu planejamento uma estrutura curricular flexível, contendo disciplinas ou componentes curriculares compatíveis com os princípios da interdisciplinaridade, da contextualização e da integração entre teoria e prática no processo de ensino e aprendizagem.

Atualmente, como o último passo dessa inconstante base legal, com a Medida Provisória nº 746 de 22 de setembro de 2016 (BRASIL, 2016), também conhecida como Reforma do Ensino Médio, volta-se para dicotomia entre formação geral humanística e a profissional do Decreto nº 2.208, de 17 de abril de 1997. Essa medida, dentre outras alterações, busca reformular o formato e o conteúdo pedagógico do Ensino Médio alterando e propondo novas diretrizes curriculares nacionais do Ensino Médio.

Percebe-se que os obstáculos que a integração curricular enfrenta são fortes e estão arraigados na Cultura Escolar. Para Pedrosa (2017), seja na Legislação Curricular ou na Cultura Escolar, para caminhar rumo à integração curricular é necessário entender que o ensino e a aprendizagem são domínios distintos, ensinar é tarefa do professor, aprender é tarefa do aluno. Ensino e aprendizagem não são processos sincronizados e necessariamente simultâneos, eles não ocorrem necessariamente no mesmo tempo de ensino. A integração curricular exige mais foco na aprendizagem do que no conteúdo. Para que ocorra uma aprendizagem efetiva pelo aluno, professores precisam ensinar de maneiras diferentes e entender que alunos diferentes também aprendem de modos diferentes com ritmos diferentes e em tempos diferentes.

Segundo Arantes *et al.* (2010), o uso dos OA pelas escolas constitui-se como um importante aliado no processo de aprendizagem, como por exemplo os simuladores com atividades experimentais, que podem tornar mais eficiente o processo individual de aprendizagem de cada aluno. De acordo com Markova (2000), citado por Grossi *et al.* (2015) existem padrões individuais de aprendizagem baseados na forma como processamos informação auditiva, visual e cinestésica, e por isso, as pessoas aprendem e pensam de modos diferentes. Para os autores, se o professor compreende que cada um de seus alunos aprende de modo diferente, ele pode ser um facilitador do processo de ensino e aprendizagem, ressignificando sua prática docente.

Na prática, ainda há muito a se caminhar, uma vez que tanto na Legislação Curricular quanto na Cultura Escolar, as escolas ainda não acompanharam a evolução tecnológica. Para Ferreira (2016), principalmente as escolas públicas, não acompanharam os avanços das TMSF que o aluno de hoje possui em suas mãos, tornando as nossas explicações verbais simplesmente obsoletas, o que torna o uso de métodos tradicionais ineficientes e inadequados. Estimulado o uso de OA com características técnicas e conceituais básicas, contextualizados com os PCN podemos melhorar a metodologia em sala de aula, permitindo ao aluno trabalhar os conceitos, os fenômenos da natureza, para se avaliar de uma forma mais construtiva.

## **2.2 – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCNEM-CNM)**

Elaborado pelo MEC, os PCNEM (BRASIL, 2000), são diretrizes separadas por disciplinas não obrigatórias por lei. Eles visam subsidiar e orientar a elaboração ou revisão curricular das escolas e tornaram-se bastante utilizados, principalmente por conta de nortear a avaliação do sistema de Educação, ou seja, o SAEB e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

O documento que define os PCNEM (BRASIL, 2000) traz logo no início uma seção denominada de apresentação que explica a proposta de um novo perfil para o currículo, apoiadas nas competências básicas para a inserção do jovem na vida adulta. Aborda a necessidade de mudança do Ensino Médio, contextualizando aquele cenário com as novas tecnologias e as novas maneiras que a aquisição de conhecimento exige da escola, para que ela possibilite ao aluno integrar-se ao mundo contemporâneo. Segundo o documento, os PCNEM cumprem o duplo papel, de difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor com novas abordagens e metodologias na prática em sala de aula.

A lei permite a flexibilização da organização dos conteúdos e também na metodologia desenvolvida no processo de ensino e aprendizagem. Considerando essa flexibilidade e que o conteúdo curricular deve fazer parte de um processo global, interdisciplinar e com várias dimensões articuladas; é que justifica a organização dos PCNEM em três áreas de

conhecimento: (i) Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, que é composto pelas disciplinas Língua Portuguesa, Língua Estrangeira Moderna, Educação Física, Arte e Informática; (ii) Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, pelas disciplinas Biologia, Física, Química, Matemática; (iii) Ciências Humanas e suas Tecnologias, pelas disciplinas História, Geografia, Sociologia, Antropologia, Filosofia e Política (BRASIL, 2000).

Sem objetivos normativos, mas com pretensão de ampliar os PCNEM e de assim facilitar a organização curricular na escola, em 2002, o MEC publicou as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), como explica o documento (BRASIL, 2002):

[...] explicita a articulação das competências gerais que se deseja promover com os conhecimentos disciplinares e apresenta um conjunto de sugestões de práticas educativas e de organização dos **currículos** que, coerente com tal articulação, estabelece temas estruturadores do ensino disciplinar na área. (BRASIL, 2002, p. 7)

A aprendizagem na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; busca a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para ajudar a explicar o funcionamento do mundo, intervindo na realidade. Essa área, por definição, explicita as ciências que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos. Sendo assim, compartilham linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos (BRASIL, 2000):

[...] deve contemplar formas de apropriação e construção de sistemas de pensamento mais abstratos e ressignificados, que as trate como processo cumulativo de saber e de ruptura de consensos e pressupostos metodológicos. A aprendizagem de concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas é finalidade da área, de forma a aproximar o educando do trabalho de investigação científica e tecnológica, como atividades institucionalizadas de produção de conhecimentos, bens e serviços (BRASIL, 2000, p. 20).

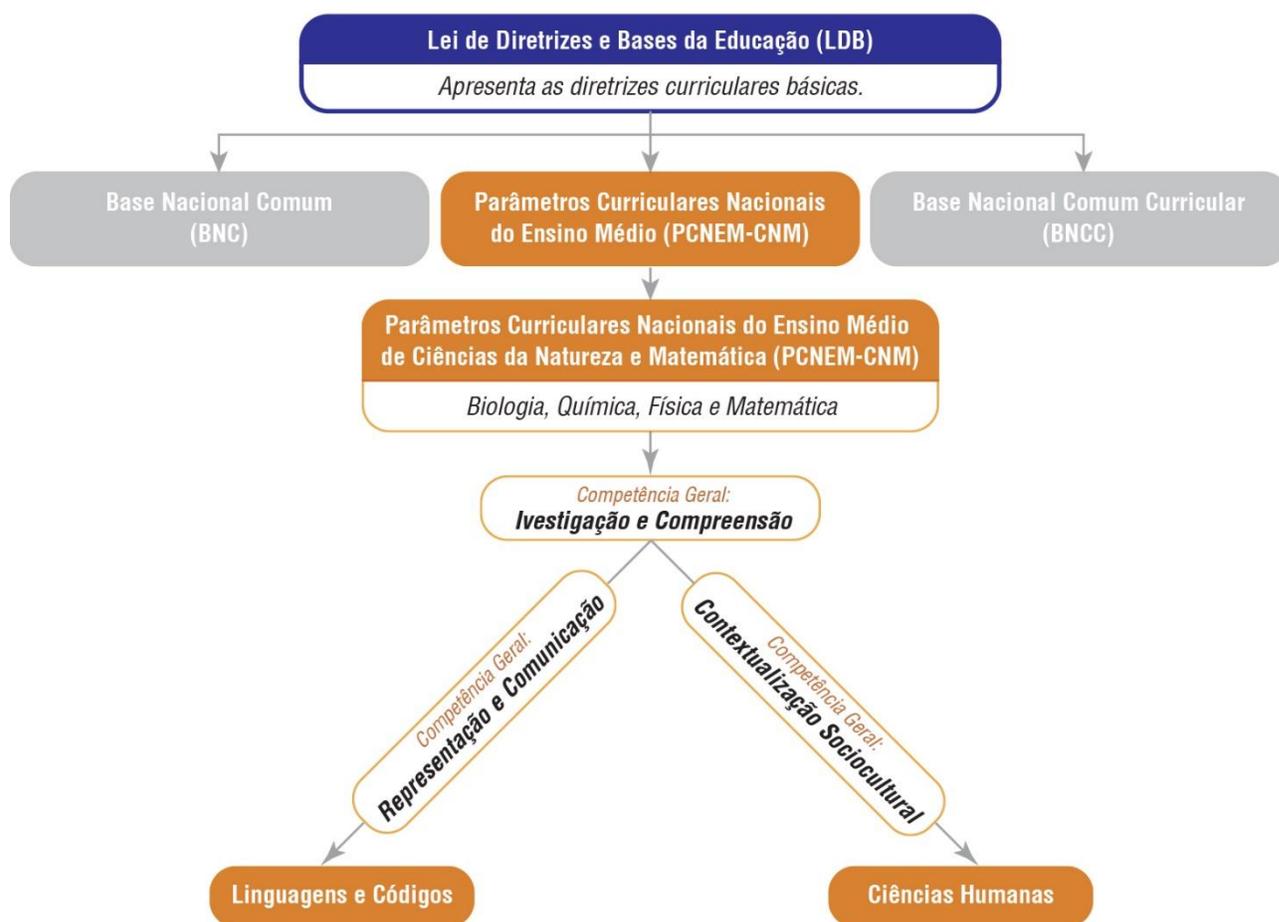
O motivo de escolha dos PCNEM de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, em detrimento de outros parâmetros de outras áreas, deve-se por conta do caráter prático que as disciplinas dessa área proporcionam. Para Reses (2010), essas

disciplinas permitem que os alunos façam experiências com o conteúdo trabalhado nas aulas teóricas, conhecendo e observando organismos e fenômenos naturais; e também manuseando equipamentos. Nesse sentido, por meio do manuseio de objetos de aprendizagem como games, simuladores e animações interativas os alunos podem desenvolver atividades práticas. Essa divisão por área também facilita a organização dos chamados conjuntos de competências: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sociocultural.

Os procedimentos metodológicos comuns e linguagens compartilhadas entre as disciplinas Biologia, Física, Química e Matemáticas permitem que as competências gerais possam ser desenvolvidas em cada uma das disciplinas e de maneira orgânica pelo conjunto. As competências gerais no aprendizado e como elas se relacionam com a área pesquisada nessa dissertação são explicadas a seguir (BRASIL, 2002):

- Representação e comunicação: o desenvolvimento de códigos deve ser tomado como um aspecto formativo de interesse amplo, afim de promover uma competência geral de representação e comunicação.
- Investigação e compreensão: o conhecimento da investigação científica, que diz respeito aos seus procedimentos e métodos é algo que precisa ser desenvolvido em cada uma das disciplinas da área.
- Contextualização sociocultural: as especialidades de cada disciplina não impedem que elas sejam compreendidas como um todo no contexto sociocultural de uma competência geral, que transcende o domínio específico.

Segundo os PCNEM (Brasil 2002), para conduzir o ensino conectado às competências gerais é preciso atentar-se para as linguagens comuns, os conceitos e procedimentos na investigação e compreensão de diferentes processos naturais, e também para a contextualização no processo sociocultural entre as disciplinas da área; a fim de conseguir estabelecer as associações necessárias a partir dos diferentes discursos e práticas de cada uma das disciplinas. Nessa linha a Figura 1 a seguir demonstra de maneira esquemática como as disciplinas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias estão localizadas nos PCNEM e como elas interligam-se pela Representação e comunicação; pela Investigação e compreensão e também Contextualização sociocultural.



**Figura 1** - Diagrama que demonstra a localização das disciplinas Biologia, Química, Física e Matemática nos documentos oficiais e como elas se interligam pelas competências gerais.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Entender o significado das competências e habilidades no contexto educacional não é uma tarefa simples. Para Valente (2017), fatores como a escassez de literatura sobre o assunto, a omissão dos conceitos de competência e habilidades nas Diretrizes e Parâmetros Curriculares do Ensino Médio, a abordagem idêntica dada aos conceitos de competências e habilidades pelos PCNEM; e por fim, o fato do termo competência ora adotar as habilidades, ora diferenciar os dois conceitos, são situações que corroboram para uma difícil compreensão sobre o assunto.

Segundo a autora, embora a literatura sobre competências seja mais abundosa nas áreas de ensino profissionalizante e administração de empresas, a abordagem de competência no contexto educacional aparece nos documentos oficiais que a tratam como uma

direcionadora das ações de projetos educativos a serem iniciadas pelos sujeitos envolvidos no contexto educacional, nos livros que exaltam ou criticam a incorporação do modelo de competências e nos eventos onde a competência é o cerne da discussão.

De acordo com Ghiraldelli (2000), citado por Valente (2017), a ênfase dada recentemente à competência dentro do processo de aprendizagem, não deve, no entanto, restringir-se ao *aprender a fazer* e ao *fazer*, mas sim a princípios pedagógicos que valorizem mais a ação do que a teoria; que conduzam os alunos a encontrarem sentidos nos conteúdos curriculares. Nesse sentido, o ensino deveria ser pautado por uma metodologia que priorizasse a preparação do aluno para a capacidade de resolver problemas.

A noção de competência provém de várias fontes teóricas, para Ropé e Tanguy (1997), além de não ser um conceito novo, ele é polissêmico e na maioria das vezes vago. A relação da competência com o saber se estabelece na esfera escolar, onde ela tende a substituir a noção de saberes e conhecimentos; e também no contexto profissional, adotando a noção de qualificação.

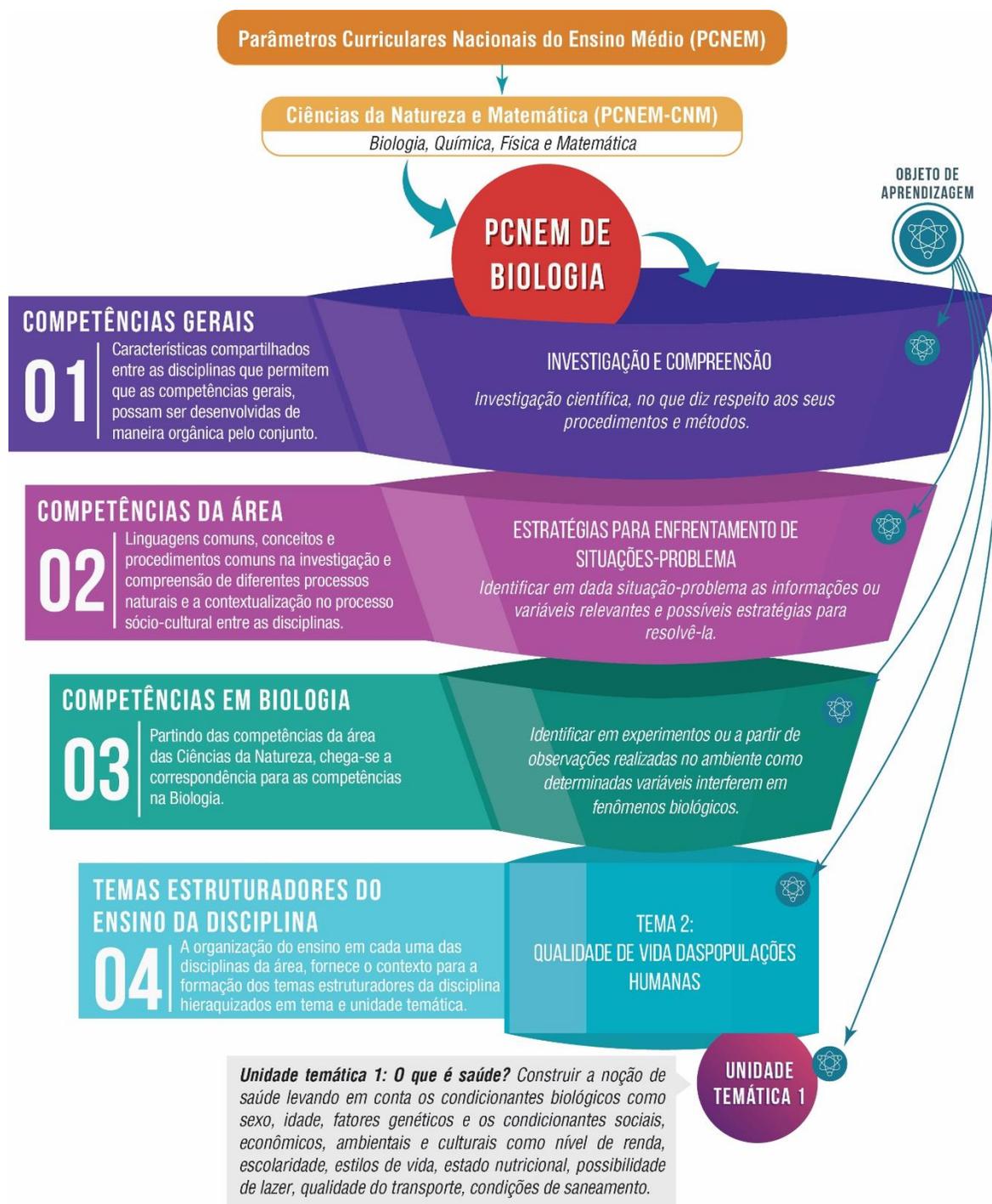
Para Valente (2017), formar pessoas competentes na escola não é o mesmo que formar pessoas competitivas. Porém, sendo os alunos competentes, logo, tendem a tornar-se, naturalmente competitivos no contexto profissional. Essa diferenciação entre o significado de competência entre as esferas escolar e profissional é fundamental para entender a relação de competência nos Documentos Oficiais. Os PCNEM adotam justamente essa perspectiva, trazendo a relevância da escola nos aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais; no estabelecimento dos objetivos, das competências e habilidades. Contudo, embora as Diretrizes e PCNEM diferenciem os termos competências e habilidades, e ainda relacionam esses termos às áreas de conhecimento das disciplinas que fazem parte do Ensino Médio, competências e habilidades não são conceituadas.

De acordo com o MEC, os PCNEM (BRASIL, 2000) trazem uma explicitação das competências específicas de cada área do conhecimento indicadas na BNC e das habilidades básicas, que se espera que sejam desenvolvidas pelos alunos do Ensino Médio em Biologia, Física, Química e Matemática. Os documentos foram estabelecidos para auxiliar equipes escolares a executarem os seus trabalhos, servir de estímulo e apoio à reflexão sobre a prática diária, ao planejamento de aulas e, sobretudo, ao desenvolvimento do currículo da escola.

Partindo de princípios definidos na nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação (BRASIL, 1996), o documento estabeleceu um perfil para o currículo do Ensino Médio apoiado em competências básicas que o estudante deve atingir através das habilidades descritas no PCNEM.

De acordo com o MEC, as Matrizes de Referência elaboradas pelo INEP, trazem as Competências e Habilidades do PCNEM-CNM. Para tal, ela relaciona duas competências: (i) as que expressam as possibilidades cognitivas dos estudantes para a compreensão e realização de tarefas para cada área do conhecimento, a essas tarefas dá-se o nome de competências do sujeito; (ii) com as competências relativas às áreas de conhecimento, no caso desse trabalho Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Em outras palavras, as competências do sujeito são eixos cognitivos, que, associados às disciplinas do EM atribuem ao aluno as habilidades, como: o domínio de linguagens, a compreensão de fenômenos, o enfrentamento e a resolução de situações-problema, a capacidade de argumentação e a elaboração de propostas (BRASIL, 2009).

Afim de explicar como os OA escolhidos para o uso possam estar alinhados com os PCNEM, é importante entender como se configura, de maneira esquemática, o desenrolar das competências nos documentos estudados. Para tanto, a Figura 2 apresenta o infográfico que foi elaborado para demonstrar de forma estruturada e esquemática o caminho traçado entre as competências dentro da disciplina de Biologia, escolhida como um exemplo aleatório, que se inicia nas competências gerais das disciplinas comuns a área e finaliza na unidade temática da disciplina de biologia:



**Figura 2** - Infográfico demonstrando a relação entre as competências dentro da disciplina de Biologia do PCNEM.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Outro aspecto importante que pode ser observado com o infográfico da Figura 2 é que o OA, que segundo Peruzi e Fofonka (2014) por meio da experimentação aliada a teoria, a aula prática pode constituir-se como um importante recurso facilitador no processo de ensino e aprendizagem, transformando o aluno em sujeito da aprendizagem em qualquer um dos estágios apresentados no infográfico e não somente no último estágio ilustrado como a Unidade Temática.

### **2.2.1 – Os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular**

Considerando o momento transitório da educação no Brasil, onde já existe a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio homologada, trazendo uma nova proposta para o currículo nacional do Ensino Médio e também todas as questões discutidas anteriormente sobre legislação curricular e cultura escolar, faz-se necessário situar este projeto de pesquisa de dissertação no momento atual da educação no Brasil. Onde os PCN sairão de cena, dando lugar a BNCC.

A discussão é relevante, pois os PCN quando implementados também expressavam o objetivo da BNCC que é de orientar os rumos da Educação Básica no País. E considerando o caráter inconstante da Legislação Curricular, faz-se importante abordar um capítulo que trata sobre projeções futuras da Educação no Brasil a nível regulatório.

Embora o assunto tenha ganhado maior visibilidade recentemente, com o governo Temer, o processo de reformulação do Ensino Médio, iniciou-se em 1996 pelo MEC (BRASIL, 1996), que organizou o processo de trabalho com intermédio da Secretaria de Educação Média e Tecnológica, ações na área da educação que buscavam melhorar o quadro de desvantagens nos índices de escolarização frente a outros países. Foi nesse contexto que o governo determinou pela LDB, a construção dos currículos para o Ensino Médio estabelecidos na Base Nacional Comum; e em seguida, no ano 2000, determinou também os Parâmetros Curriculares Nacionais que orientam o Ensino Médio (BRASIL, 2000).

A Reforma Curricular e a organização do Ensino Médio proposta pela LDB (BRASIL, 1996), vieram com a proposta de incorporar ao currículo as diretrizes gerais e orientadoras apontadas pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

(UNESCO) como fundamentos da educação na sociedade contemporânea daquele contexto: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser. É nesse contexto de Reforma Curricular, que o MEC, por meio da LDB traz BNC, determinando a construção dos currículos com o objetivo de aprendizagem em uma proposta de construção de competências e habilidades básicas, em substituição ao acúmulo de esquemas resolutivos pré-estabelecidos (BRASIL, 2000).

Diante este cenário, e com o intuito cessar a estagnação do Ensino Médio, o Governo Federal lançou em 2016 (BRASIL, 2017), um projeto de Reforma do Ensino Médio que faz parte de uma política mais abrangente de desenvolvimento social que prioriza novas ações na área da educação. Esta reforma é focada na especialização, com a flexibilização das disciplinas e o incentivo à expansão do ensino em tempo integral.

A partir desta reforma, foi organizada pelo MEC e já homologada a proposta de uma nova BNCC (BRASIL, 2017), que busca ser um conjunto de princípios norteadores dos currículos do Ensino Médio brasileiro. Ao estabelecer os conteúdos essenciais que deverão ser abordados em todas as escolas, ela busca caminhar no sentido da construção de competências e habilidades básicas que deverão ser ensinadas aos alunos. A BNCC pretende também estabelecer os direitos e objetivos de aprendizagem, ou seja, o que se considera indispensável que todo aluno saber após completar a Educação Básica.

A BNCC (BRASIL, 2017), é um documento de caráter normativo, ou seja, define as aprendizagens mínimas e essenciais que o MEC deseja que a escola desenvolva durante a Educação Básica. Conforme descrito na LDB a Base deve nortear os currículos das escolas em todo o Brasil. Por ser obrigatória, a escola não poderá construir o seu currículo fora da BNCC.

## 2.3 – Objetos de Aprendizagem

### 2.3.1 – Definição de Objetos de Aprendizagem

O *Learning Technology Standards Committee* (LTSC) é um grupo de pesquisa do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) (IEEE LTSC, 2016), que estuda a padronização de OA; define que qualquer entidade, digital ou não, que possa ser usada, reutilizada ou referenciada em um processo de aprendizagem pode ser considerado um OA. Entende-se por entidade, qualquer arquivo, *software*, mídia, apresentação disponibilizada na web com objetivo educativo.

Segundo Seleme e Munhoz (2011), essas entidades possuem algumas características que permitem defini-las como um OA: a disponibilidade em *just-in-time*<sup>1</sup>, a reutilização em diferentes contextos acessados simultaneamente por qualquer número de pessoas e a adaptabilidade às necessidades individuais dos estudantes ou dos objetivos de aprendizagem estabelecidos.

Segundo Wiley (2000), os OA podem ser definidos de maneira extremamente amplas, como qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada, reutilizada ou referenciada durante o aprendizado apoiado pela tecnologia. Entende-se como exemplos de entidades digitais: filmes, imagens digitais, podcasts, jogos, simuladores, animações interativas, infográficos interativos, software instrucional, dentre outros recursos apoiados pela tecnologia.

### 2.3.2 – Objetos de Aprendizagem PhET

Segundo Vicari *et al.* (2010), à medida em que os OA são cada vez mais utilizados no contexto de ensino, os espaços para armazenamento e disponibilização desses recursos chamados de repositórios também se multiplicam. Para Santos (2016), os repositórios de OA funcionam como uma biblioteca que reúne vários tipos de OA (simuladores, games, animações, imagens e vídeos) que podem ser disponibilizados para os usuários de maneira

---

<sup>1</sup> É um termo inglês, que significa na hora certa ou momento certo.

individual, agrupados em módulos de ensino ou mesmo em cursos completos destinados a utilização por alunos ou professores.

Fundado em 2002, o *Physics Education Technology PhET* (PhET, 2018) é um laboratório virtual desenvolvido pela *University of Colorado at Boulder*, localizada nos Estados Unidos da América e que possui inúmeras simulações de experimentos científicos na área de Ciências da Natureza e Matemática. Segundo Arantes *et al.* (2010), o PhET é uma iniciativa bem sucedida idealizada por Carl Wieman, ganhador do prêmio Nobel de Física de 2001, que foi concebido para desenvolver simulações de alta qualidade em diversas áreas da ciência. O repositório possui inúmeras simulações computacionais que vêm sendo muito utilizadas por professores e alunos em todo o mundo. Dados do PhET (PhET, 2018), mostram que mais de 360 milhões de OA já foram distribuídos pelo repositório.

As simulações são disponibilizadas nas seções: Simulações em destaque; Novas simulações; Pesquisa de ponta; Simulações traduzidas em vários idiomas. Segundo Arantes *et al.* (2010), as simulações são agrupadas em seções específicas para cada disciplina e todas elas são classificadas de acordo com o nível de ensino. Outro aspecto que merece destaque é a facilidade de acesso e a possibilidade de utilizar a simulação em vários tipos de equipamentos, sem a necessidade de recursos altamente específicos. Todas as simulações são planejadas, desenvolvidas e avaliadas antes de serem publicadas no repositório. Essa abordagem de produção é responsável para que a simulação se torne uma efetiva ferramenta de aprendizagem, podendo ser utilizada para ajudar a introduzir um novo assunto, construir conceitos ou competências, reforçar conteúdos estudados e fornecer uma reflexão sobre o assunto.

Todos os OA utilizados nessa pesquisa são do tipo simulações interativas de Biologia, Química, Física e Matemática, e estão disponíveis gratuitamente no repositório PhET (PhET, 2018). Como afirma Santos (2016), são simulações compostas por gráficos e controles intuitivos de arraste e clique de um elemento, manipular barras e botões, instrumentos de medidas que objetivam facilitar a compreensão e construção os conceitos estudados. Além de interativas as simulações destacam-se por serem divertidas, servindo assim, para aperfeiçoar um conteúdo ministrado de uma forma prática e assim facilitando o processo de aprendizagem.

Santos (2016), afirma ainda que o uso desses OA, por conta do caráter prático que as disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática proporcionam, podem configurar-se como um grande apoio para o professor aperfeiçoando o processo de ensino, possibilitando atribuir significado ao conceito prático da disciplina contextualizando-a ao cotidiano do aluno, dando significado ao conceito trabalhado e permitindo ao aluno visualizar o que está sendo estudado em seu contexto social.

A produção de um OA envolve várias áreas e aspectos. Para fins didáticos, esse trabalho propôs a divisão em duas grandes dimensões: as que envolvem os aspectos técnicos e outra que abrange os aspectos conceituais dos OA.

### **2.3.2.1 – Características técnicas dos Objetos de Aprendizagem**

Segundo Wiley (2000), assim como a tecnologia está cada vez mais presente em nosso cotidiano, e diante da crescente expansão dos meios de comunicação e informação, uma grande mudança também pode estar ocorrendo na maneira como os materiais educacionais são projetados, desenvolvidos e entregues àqueles que desejam aprender. Com o crescimento do número de OA produzidos, diversos são as instituições e autores que buscam apontar os padrões básicos que sejam compatíveis para o uso de um OA.

Tori (2003) define como principais características de um OA a sua reutilização, sua interoperabilidade entre os bancos de dados, suas possibilidades de distribuição, sua independência e sua capacidade de armazenamento. Em pesquisas realizadas por Handa e Silva (2008), independente do objetivo de aprendizagem que o OA é destinado, as seguintes características como reusabilidade, interoperabilidade, granularidade e metadado; devem ser comuns a todos os OA.

Nessa mesma linha, de acordo com Tarouco *et al.* (2003), citado por Arantes *et al.* (2010), para fins didáticos é possível sintetizar as características técnicas específicas que um OA deve apresentar. Características essas que foram consideradas nessa pesquisa de dissertação e são descritas a seguir:

- ***Acessibilidade***

Para o IEE LTSC, (IEEE LTSC, 2016), a acessibilidade está relacionada a possibilidade de acessar recursos educacionais em um local distante e usá-los em vários outros locais

Segundo Wiley (2000), os OA devem estar facilmente acessíveis via internet, sendo essa a razão de atingirem um público muito maior, se comparado aos canais tradicionais de distribuição como as mídias físicas tradicionais que existiam antes da internet; distribuição essa, que também viabiliza o acesso simultâneo pelos usuários.

- ***Metadados***

Os metadados são fundamentais para fazer as atualizações necessárias em um OA, seja para novas versões ou correções de erros. Para o IEE LTSC, (IEEE LTSC, 2016), os metadados, que são os dados de cadastro que cada OA carrega com duas informações, são os itens mínimos e um dos mais relevantes, sendo importante uma boa descrição das características para uma busca eficiente em um repositório de OA; por isso a importância da identificação por área de conhecimento e nível de escolaridade. O uso de repositórios para o armazenamento está estritamente associado aos metadados.

Para Wiley (2000), em repositórios com informações indexadas próprias da cada OA, como por exemplo: título, autores, colaboradores, tema, palavras-chave, versão, localização, licença e propriedade intelectual, entre outras; permitem uma pesquisa mais assertiva, em que o OA seja rapidamente localizado de maneira satisfatória, sem ter que navegar por todo o repositório e analisando todos os OA disponíveis. Essas informações estimulam, também as possibilidades de uso e reuso em diversos contextos educacionais, permitindo uma maior capacidade de interação e troca de informações entre dois ou mais repositórios.

O Projeto Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes, desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, tem uma proposta de metadados para OA indicando um número mínimo de informações que devem ser preenchidas no cadastramento para um repositório. Para Vicari *et al.* (2010), informações como o nome do objeto, o autor ou entidade que desenvolveu, linguagem de programação utilizada, descrição das principais

funcionalidades, palavras-chave para a recuperação ágil da informação e o tipo de material digital que está incluído dentro daquele recurso (fotos, vídeos e animações) são informações imprescindíveis para facilitar a pesquisa do objeto. Os metadados podem, ainda, ser mais amplos, e além de outras informações técnicas podem carregar características pedagógicas relacionadas ao uso e também ao objetivo de aprendizagem proposto pelo autor do OA.

- ***Interoperabilidade***

Segundo Audino e Nascimento (2010), refere-se à capacidade de serem utilizados em ambientes ou plataformas múltiplas que operam por meio de uma variedade de hardware e sistemas operacionais sem a necessidade de modificações ou adequações, buscando alcançar os objetivos esperados. Os componentes técnicos, de alguma maneira, devem ser capazes de integrar-se a outro ambiente atendendo as necessidades de passar as informações para o novo ambiente.

- ***Granularidade***

Segundo Wiley (2010), um OA deve conter componentes instrucionais em partes menores. Componentes instrucionais grandes, como cursos completos, diminuem a possibilidade de reutilização do OA. Não há um grau de granularidade mais apropriado para que a combinação de OA possa ser pedagogicamente efetiva. Contudo, OA menores podem ser mais facilmente combinados com um segundo. Para o autor, os OA devem ser internamente contextualizados até o ponto instrucional sobre determinado conteúdo a ser ensinado, que seja capaz de promover a sua combinação com um conjunto de outros OA ao mesmo tempo que impeça sua combinação com outros OA descontextualizados do tema. Quanto mais granular for um OA, maior será o seu grau de reutilização.

- ***Flexibilidade***

Para o IEE LTSC, (IEEE LTSC, 2016), os OA devem ser construídos para serem utilizados em múltiplos contextos, de forma flexível, apresentando início, meio e fim, não sendo necessário ser reescrito para cada novo contexto. A flexibilidade também é importante para garantir o fácil funcionamento e execução para que possam ser incorporados ao dia a dia do professor.

Para Adams *et al.* (2008), um dos objetivos do PhET é que os simuladores sejam uma ferramenta de aprendizagem muito flexível, capaz de ser utilizada em palestras, em lições de casa, em laboratórios e em todos os tipos de situações diferentes que possam ser profícuas para o processo de aprendizagem.

- ***Reusabilidade***

Um OA pode ser várias vezes acessado e reutilizável individualmente em diversos ambientes de aprendizagem, ou seja, em áreas do conhecimento similares ou distintas. Segundo Wiley (2000), por conta da opção de trabalhar com uma alta granularidade, os OA abordam componentes instrucionais pequenos, que geralmente lidam com uma pequena parte do conteúdo didático, ou seja, estão contextualizados geralmente com o desenvolvimento de poucas habilidades, o que gera a possibilidade de utilizar os objetos em múltiplos contextos de repositórios, plataformas educacionais, sítios, aplicativos móveis, dentre outros.

- ***Durabilidade***

Refere-se a possibilidade de continuar a ser usado por longo um período de tempo e, e dentro das possibilidades, independente de mudanças de tecnologias. Para o IEE LTSC, (IEEE LTSC, 2016), trata-se da garantia de reuso dos OA, mesmo com a mudança de tecnologia do ambiente que o objeto está acoplado; sem a necessidade de ter que refazer o projeto inteiro ou partes deles e sem manutenções de recodificação.

### **2.3.2.2 – Características conceituais dos Objetos de Aprendizagem**

Segundo Singh (2001), para se diferenciar das TDIC, um OA deve ser dividido em três partes bem definidas: (i) objetivo, que mostra aos alunos os objetivos de aprendizagem; (ii) conteúdo instrucional, traz os conteúdos necessários para os objetivos de aprendizagem sejam alcançados e (iii) prática e *feedback*; que abrange o registro da interação feito pelo aluno com o OA, confirmando se as hipóteses do aluno estão corretas ou se são dadas orientações para ele continuar com novas respostas.

Nessa mesma linha, Audino e Nascimento (2010), afirmam que a estrutura de OA deve considerar, dentre outras características, o contexto pedagógico, as necessidades e interesses dos alunos e o nível de interatividade que o OA proporciona ao aluno.

Para Arantes (2010), os OA devem ter outras características que devem ser observadas, como apresentar facilidades de uso por meio de uma interface visual que tenha uma combinação adequada e balanceada de textos, vídeos e imagens; a fim de possibilitar um acesso intuitivo para o público e também oferecer alto grau de interatividade para o aluno. Considerando as características conceituais descritas pelos autores as seguintes características foram estudadas nos OA dessa pesquisa:

- ***Usabilidade***

A usabilidade, basicamente, está relacionada à facilidade de uso de uma interface gráfica pelo usuário, considerando o nível de interação do aluno com o sistema. Segundo Johnson (2001), as interfaces são baseadas, atualmente, em metáforas; e apesar de representarem um meio de comunicação complexo, geralmente aparecem diante dos usuários com características simples, mas devem ser eficientes, fáceis de usar e funcionais a tal ponto que permita a um usuário navegar intuitivamente no OA.

A adequação estética das cores com as composições visuais, bem como a tipografia são aspectos que devem ser considerados nesse momento do projeto. Para Adams *et al.* (2008), a usabilidade nas simulações podem ser de três diferentes níveis:

- Não intuitivo - difícil de usar mesmo com instruções.
- Semi-intuitivo - fácil de usar após as instruções e demonstrações.
- Intuitivo - fácil de usar mesmo sem instruções.

Baseado nesses níveis, Adams *et al.* (2008), afirmam que é relativamente simples desenvolver uma simulação interativa nos níveis (i) e (ii), mas o desafio é desenvolver OA que estejam no nível (iii), sendo intuitivos e que não necessitem de instruções para o uso. Para os autores, baseado em diretrizes colhidas nas pesquisas, as simulações do PhET raramente apresentam problemas de usabilidade, e são focadas na capacidade de engajar o aluno a atingir as metas de aprendizado desejadas.

Para Adams *et al.* (2008), a aparência de uma simulação tem que ser clara e acolhedora, além de não poder ser intimidante; por isso não há muitos controles nos

simuladores. A usabilidade tem que se propor a facilitar a utilização do OA pelo usuário, considerando a necessidade de se manter a interação das funcionalidades com o OA. Ela está relacionada ao quanto o usuário consegue realizar uma tarefa de maneira utilizável e funcional. Refere-se à rapidez com que os usuários podem aprender a usar um OA e sua eficiência ao utilizá-lo.

- ***Interatividade***

Para Silva (1998), o conceito de interatividade é posterior ao conceito de interação - que se refere à simples transmissão de informações ou participação em apenas um sentido. Existe uma separação entre quem emite e quem recebe a mensagem; já na interatividade, não há uma separação entre o emissor e o receptor. Nesse sentido, a mensagem, quando é interativa, além de receber a informação é possível modificar e intervir na informação recebida, fugindo da passividade presente nos métodos tradicionais de ensino.

Para Audino e Nascimento (2010), a interatividade se estabelece pela relação entre o aluno e o OA por meio das interfaces gráficas. Quanto maior o nível de interatividade, maior será o envolvimento que o aluno estabelece com o OA. A medida de interatividade se refere ao quão proativo a configuração do OA permite que o usuário seja durante o processo de interação

Uma interface gráfica deve apresentar características que facilitem a interação do aluno com OA. Para Beauchamp e Kennewell (2010), um dos principais papéis reivindicados pelos OA na promoção da aprendizagem é a interatividade, que consiste na capacidade de responder de forma satisfatória às ações do aluno. Para o autor, têm crescido as evidências que permitem caracterizar a natureza das interações com as quais os alunos se envolvem, e categorias de interação:

- Nenhuma interatividade - entendida como um OA, que não necessita de estímulos e ações e que não apresentam respostas ao aluno, que tem um papel passivo. A ausência de interatividade acontece por exemplo quando o aluno está assistindo uma sequência de slides, um vídeo ou lendo textos e fotos em uma página da internet.

- Interatividade autoritária - a interação ocorre quando os estudantes navegam e são controlados por respostas predeterminadas e procedimentos padrões. O aluno pode estar usando software tutorial como participante na interação, com respostas predeterminadas que são didaticamente satisfatórias na ação imediata do aluno em cada estágio.
- Interatividade dialética - o aluno constrói a interação com mais liberdade para formular as interações desejadas. Vários recursos são selecionados e utilizados em conjunto para apoiar os alunos durante o processo, que baseado nas necessidades, preferências e interesses do aluno; com base em registros de ações anteriores, seja capaz de usar isso para decidir respostas satisfatórias.
- Interatividade Dialógica - permite a participação dos alunos em uma atividade, com uma influência elevada dentro do conteúdo proposto mediado pelos OA. A interação é feita por meio da criação e exploração e permite o teste de hipóteses, comparação e elaboração de material.
- Interatividade Sinérgica - a interação se dá com uma reflexão conjunta e colaborativa com outros alunos, utilizando ferramentas para armazenar, revisar e apresentar o que foi aprendido. Tanto o professor quanto os alunos são capazes de construir significados e ditar uma direção dinâmica na atividade, embora professor mantenha o controle do tema central.

Para Monteiro *et al.* (2006), as novas metodologias aplicadas no processo de aprendizagem, como as que envolvem a autonomia dada ao indivíduo no processo de aprendizagem, colocam a interatividade em destaque, dada a relevância que a mesma assume nesse contexto. Por essa razão, a interatividade, deve ser encarada como um dos principais fundamentos no desenvolvimento de objetos de aprendizagem.

- ***Design Instrucional***

Durante a produção, a área responsável por definir a organização da informação do conteúdo a ser apresentado no OA, é o *design* instrucional. Segundo Filatro (2004) o *design* instrucional pode ser definido como a etapa que busca planejar as principais tarefas que compõe a produção de conteúdo de um OA, como explica Filatro (2004):

Por essa razão, utilizamos o termo “*design* instrucional contextualizado” para descrever a ação intencional de planejar, desenvolver e aplicar situações didáticas específicas que, valendo-se das potencialidades da Internet, incorporem, tanto na fase de concepção como durante a implementação, mecanismos que favoreçam a contextualização e a flexibilização (FILATRO, 2004. p. 2).

Para o autor, é possível definir os estágios distintos das etapas de um projeto de *design* instrucional:

- *Análise*: identificação de necessidades de aprendizagem dos alunos, a definição de objetivos instrucionais e o levantamento das restrições envolvidas.
- *Design e desenvolvimento*: planejamento da instrução e a elaboração dos materiais e produtos instrucionais.
- *Implementação*: quando ocorre a capacitação e ambientação de docentes e alunos à proposta de *design* instrucional.
- *Avaliação*: acompanhamento, a revisão e a manutenção do sistema proposto.

Na relação com OA, Wiley (2000), define que o design instrucional, no que diz respeito às estratégias e critérios instrucionais deve desempenhar um papel importante no desenvolvimento. Com o objetivo de facilitar o aprendizado, um OA deve ser conectado ao designer instrucional em qualquer momento que tenha o objetivo de facilitar o aprendizado.

Segundo Adams *et al.* (2008), o processo de design instrucional no PhET, começa com a identificação dos objetivos de aprendizagem que estão sendo considerados para resolução com o simulador. Nessa etapa, o PhET, considera os depoimentos dos professores e as dificuldades dos alunos que são identificadas em pesquisas realizadas por eles. A partir dos objetivos de aprendizagem identificados, inicia-se a produção do esboço sequencial das simulações onde, por exemplo, serão definidos quais os controles que os alunos podem alterar.

## CAPÍTULO 3: METODOLOGIA

Neste capítulo, apresentam-se os procedimentos metodológicos utilizados para a realização desta pesquisa de mestrado.

### 3.1 Natureza da pesquisa

Uma pesquisa científica define-se como qualitativa, quantitativa ou ambas. De acordo com Marconi e Lakatos (2005), o método quantitativo é sustentado por informações numéricas e amostras amplas. Já no método qualitativo, os dados são analisados de acordo com o conteúdo psicossocial dos indivíduos e as amostras são reduzidas. Gil (2002) também estabelece definições sobre pesquisas quantitativas e qualitativas. Segundo esse autor:

Nas pesquisas quantitativas, as categorias são frequentemente estabelecidas a *priori*, o que significa sobre maneira o trabalho analítico. Já nas pesquisas qualitativas, o conjunto inicial de categorias em geral é reexaminado e modificado sucessivamente, com vista em obter ideais mais abrangentes e significativos. Por outro lado, nessas pesquisas os dados costumam ser organizados em tabelas, enquanto, nas pesquisas qualitativas, necessita-se valer de textos narrativos, matrizes, esquemas etc. (GIL, 2002, p.134).

Nesta dissertação de pesquisa considerou-se a pesquisa científica de natureza qualitativa, que de acordo com Neves (1996), compreende:

[...] Um conjunto de diferentes técnicas interpretativas que visam a descrever e decodificar os componentes de um sistema complexo de significados (NEVES, 1996, p.1).

### 3.2 Tipos de Pesquisa

Quanto aos tipos, Gil (2002), apresenta três classificações com base em seus objetivos, sendo: pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas. Para esse autor, a pesquisa explicativa “tem como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos” (GIL, 2002, p. 42). Já a pesquisa descritiva:

[...] tem como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma das suas características mais significativas está na utilização de técnicas padronizadas de coletas de dados, tais como o questionário e a observação sistemática (GIL, 2002, p. 42).

E a pesquisa exploratória tem como objetivo:

[...] proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado (GIL, 2002, p.45).

Frente aos conceitos apresentados acima, essa pesquisa caracteriza-se como sendo de cunho exploratório e descritivo por proporcionar maior familiaridade com o problema proposto, que busca descrever as características técnicas e conceituais dos OA contextualizados com os PCNEM-CNM.

### **3.3 Procedimentos Metodológicos**

Uma pesquisa pode ser classificada quanto à estratégia ou aos procedimentos técnicos utilizados, segundo Gil (2002), em relação aos seus procedimentos técnicos, uma pesquisa pode ser classificada como: bibliográfica, documental, experimental, levantamento, estudo de campo, estudo de caso e pesquisa ação. As pesquisas bibliográficas e documentais se distinguem das outras, pois os procedimentos técnicos utilizados na coleta de dados são chamados fontes de papel, sendo que as demais utilizam dados fornecidos por pessoas (GIL, 2002).

Portanto, quanto aos procedimentos técnicos, esta pesquisa adotou a pesquisa bibliográfica, que para Gil (2002, p. 44) é “desenvolvida com base em material já elaborado, constituída basicamente por livros e artigos científicos”. Também foi feito um estudo de caso, uma vez que Gil (2010) explica que este é caracterizado pela profundidade com que se analisa um determinado objeto, buscando conhecê-lo em sua totalidade da mesma forma que conhece

um único caso, de forma que domine um dado fenômeno a partir do seu estudo minucioso no repositório PhET (PHET, 2018).

Após serem apresentadas as classificações da pesquisa, faz-se necessário se discorrer sobre as etapas da pesquisa, a qual contém técnicas específicas. A seguir, são apresentados os procedimentos metodológicos, com detalhamentos dos instrumentos de coletas de dados, utilizados nesta pesquisa.

### 3.4 Etapas da Pesquisa

Essa pesquisa teve quatro etapas e todas realizadas em 2018, descritas a seguir:

- *Primeira etapa*

Foi realizado um levantamento bibliográfico dos documentos oficiais e referenciais históricos do Ensino Médio, para entender como se configuram os PCNEM e suas Matrizes de Competências e Habilidades. Buscou-se também um levantamento bibliográfico afim de definir as características técnicas (acessibilidade, metadados, interoperabilidade, granularidade, adaptabilidade, reusabilidade e durabilidade) e conceituais (usabilidade, interatividade e *design* instrucional) de OA para ser contextualizado com os PCNEM-CNM.

Essa etapa foi importante para definir a linha de estudo e planejar a pesquisa para se obter uma adequada revisão de literatura, se torna necessária para adquirir informações a respeito do assunto; além de caracterização do problema, classificação e definição. “Neste caso, a metodologia envolverá o procedimento de levantamento bibliográfico e os documentos referentes ao problema em questão” (MOTTA-ROTH e HENDGES, 2010, p. 119).

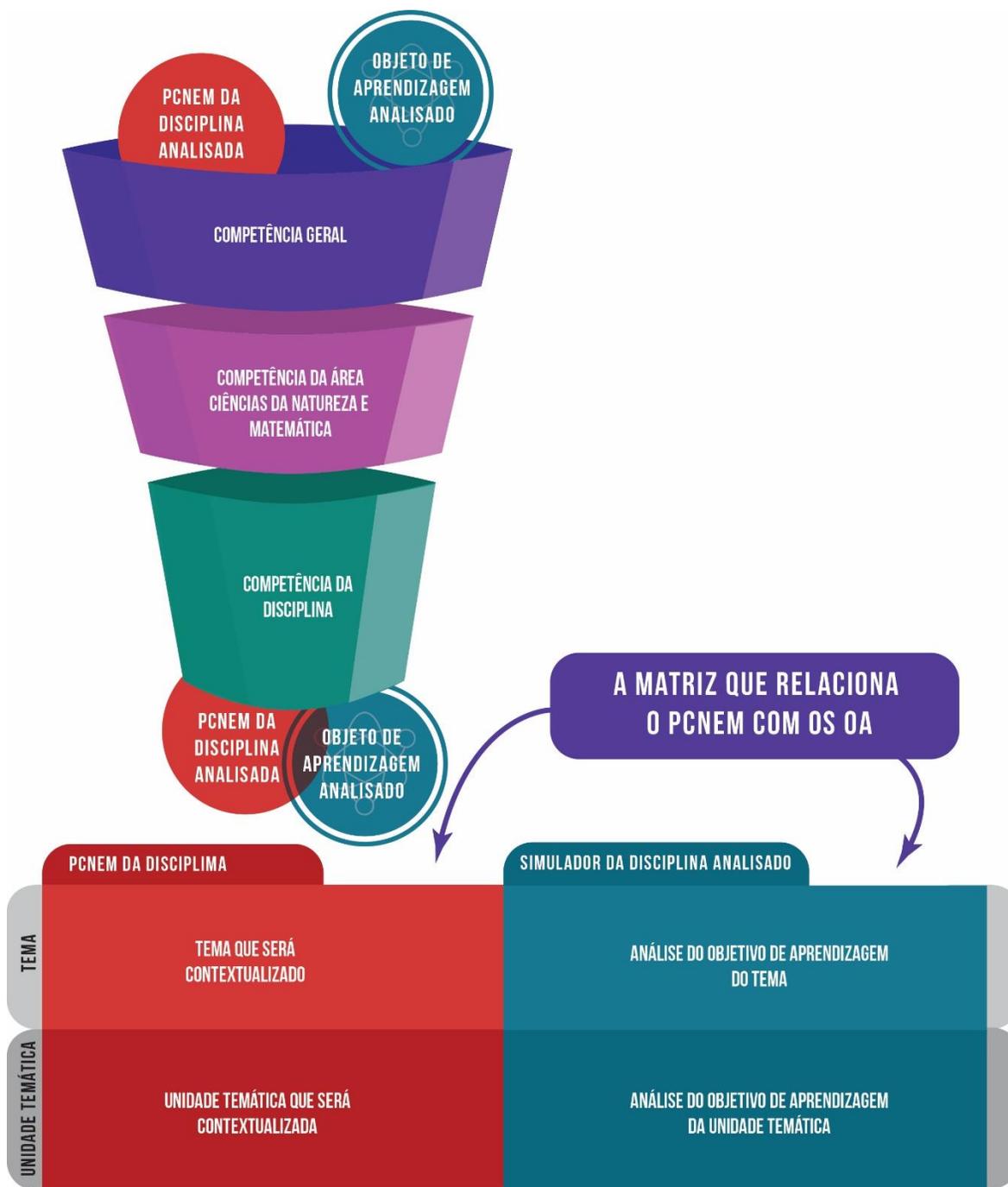
- *Segunda etapa*

Realizou-se aqui um estudo de caso com o *Physics Education Technology* PhET (PhET, 2018), que é um laboratório virtual desenvolvido pela *University of Colorado at Boulder*, localizada nos Estados Unidos da América e que possui inúmeras simulações de experimentos científicos na área de Ciências da Natureza e Matemática. O primeiro procedimento metodológico foi identificar, com base na

revisão de literatura, os padrões das características técnicas e conceituais de um OA do repositório PhET. Estabelecida as características básicas, foram definidos os quatro objetos, sendo um para cada disciplina que compõe a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: Biologia, Química, Física e Matemática, para posterior identificação com as características técnicas e conceituais especificadas.

- *Terceira etapa*

Nesta etapa, dedicou-se a interpretar os OA de Biologia, Química, Física e Matemática escolhidos na terceira etapa, sob a luz dos objetivos de aprendizagem de cada OA para então, verificar como esses objetos estão contextualizados às competências dos PCNEM-CNM. Afim de estabelecer um modelo pedagógico padrão para o uso de um OA, foi considerado o cruzamento dos objetivos de aprendizagem do OA com as competências dos PCNEM-CNM no que diz respeito ao tema e a unidade temática. Para tanto, foi utilizado o modelo de esquema didático ilustrado na Figura 3, que demonstrou como a matriz relaciona o Tema e a Unidade Temática de cada uma das disciplinas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, com os Objetivos de Aprendizagem dos OA analisados.



**Figura 3** - Infográfico com a matriz do Tema e a Unidade Temática com os Objetivos de Aprendizagem dos OA.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

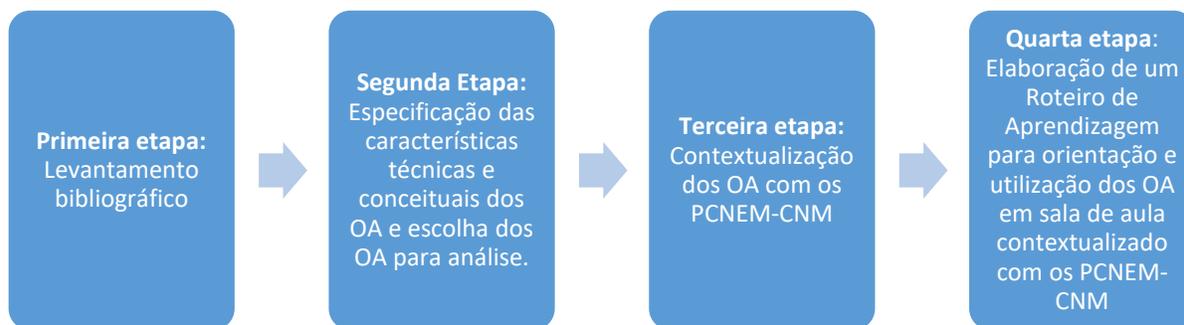
- *Quarta etapa*

Nesta etapa foi elaborado um Roteiro de Aprendizagem, em forma de guia didático, para exemplificar como os OA analisados da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias podem ser utilizados em consonância com os PCNEM-CNM.

Com a análise de resultados, esperou-se que o resultado tenha ajudado a compreender as seguintes questões:

- 1- Quais são as características técnicas e conceituais desejáveis de um OA que estejam contextualizado com as diretrizes dos PCNEM da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias?
- 2- Como escolher OA que possuam características técnicas e conceituais significativas e que estejam alinhados com os PCNEM?

Assim, tem-se na Figura 4, um esquema representando todas as etapas desenvolvidas nesta pesquisa de mestrado.



**Figura 4** - Esquema sintetizando as quatro etapas da pesquisa.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

## CAPÍTULO 4: APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A seguir são apresentados os dados da pesquisa, bem como suas análises de acordo com cada etapa dos procedimentos metodológicos apresentados no capítulo 3, Metodologias, desta dissertação.

### 4.1 - Primeira etapa: pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica que se encontra na Capítulo 2 desta dissertação, Referencial Teórico, levantou referências sobre os PCNEM afim de entender como os parâmetros se configuram. E também buscou referências para definição das características técnicas e conceituais dos OA analisados.

### 4.2 - Segunda etapa: identificação dos padrões técnicos e conceituais de um OA do PhET

Para a escolha do OA, realizou-se uma pesquisa nos principais repositórios de OA como a Escola Digital<sup>1</sup>, o Banco Internacional de Objetos Educacionais<sup>2</sup> e o Portal do Professor<sup>3</sup>. A escolha da PhET (PHET, 2018), em detrimento dos outros repositórios gratuitos avaliados deve-se ao fato dos OA disponíveis nesse repositório para área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, serem os que mais se adequaram aos requisitos das características técnicas (acessibilidade, metadados, interoperabilidade, granularidade, adaptabilidade, reusabilidade e durabilidade) e das características conceituais (usabilidade, interatividade e *design* instrucional).

Outro ponto que contribui para a relevância da escolha dos OA do PhET (PhET, 2018), em particular as simulações interativas, deve se ao fato do repositório já ter distribuído gratuitamente mais de 360 milhões de simuladores. As simulações são desenvolvidas com base em pesquisas com os estudantes e observações de uso dos OA em sala de aula, o que ajuda a entender como os alunos interagem com as simulações e o que faz de uma simulação, um OA educacionalmente eficaz. Outro ponto relevante, é que

---

<sup>1</sup> Disponível em: <[http:// rede.escoladigital.org.br/](http://rede.escoladigital.org.br/)>. Acesso em: 01 mai. 2017

<sup>2</sup> Disponível em: <[http:// objetoseducacionais2.mec.gov.br/](http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/)>. Acesso em: 01 mai. 2017

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>>. Acesso em: 01 mai. 2017

as simulações são continuamente testadas e avaliadas a fim de assegurar a eficácia educacional.

Como disseram Arantes *et al.* (2010), o PhET é uma iniciativa bem-sucedida, voltada para o desenvolvimento de simulações interativas de alta qualidade em diversas áreas das ciências e da matemática. O repositório possui inúmeras simulações computacionais, que vem sendo cada vez mais muito utilizado por professores e alunos em todo o mundo.

Segundo Wiley (2000), é possível definir que os OA possuem certas características comuns, o que os diferenciam uns dos outros, é o grau que essas características influenciam na qualidade do OA. Afim de demonstrar como essas características estão presentes nos OA escolhidos para essa pesquisa, relacionou-se os quatro OA do PhET (PHET, 2018), que foram analisados nessa pesquisa (simulador Comer e exercita-se, simulador Espalhamento de Rutherford, simulador Ótica geométrica e simulador Construtor de funções), com cada uma das características técnicas e conceituais descritas no Capítulo 2 e resumidas no Quadro 1 e Quadro 2:

**Quadro 1** - Resumo com as características técnicas de um objeto de aprendizagem

Características técnicas	
<b>1. Acessibilidade</b>	Facilidade de acesso via internet.
<b>1. Metadados</b>	Necessários para fazer as atualizações necessárias para novas versões ou correções de erros.
<b>2. Interoperabilidade</b>	Capacidade de serem utilizados em ambientes ou plataformas múltiplas.
<b>4. Granularidade</b>	Quanto mais granular for um OA maior será o seu grau de reutilização.
<b>5. Adaptabilidade</b>	Adaptável a qualquer ambiente de ensino.
<b>6. Reusabilidade</b>	Várias vezes acessado e reutilizável individualmente em diversos ambientes de aprendizagem.
<b>7. Durabilidade</b>	Possibilidade de continuar a ser usado por longo um período de tempo.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

**Quadro 2** - Resumo com as características conceituais básicas de um objeto de aprendizagem

Características conceituais	
<b>1. Usabilidade</b>	facilidade de uso de uma interface gráfica pelo aluno.
<b>2. Interatividade</b>	Relação entre o aluno e o OA por meio de interface gráfica.
<b>3. Design Instrucional</b>	Organização da informação do conteúdo a ser apresentado no OA.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Os Quadros (3, 4, 5 e 6) a seguir identificam os simuladores analisados e demonstram as características técnicas e as conceituais definidas no capítulo 2, e como essas características estão presentes em cada um dos quatro OA da PhET (PHET, 2018) analisados. As figuras (5, 6, 7 e 8) após cada Quadro dos quatro OA analisados, trazem destacados na cor verde os elementos da interface que pertencem a usabilidade e destacados na cor vermelha, os elementos que estão presentes na interface que se referem à interatividade.

▪ **Objeto de Aprendizagem 1 – Comer e exercita-se**

1. Área do PCNEM: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
2. Disciplina: Biologia
3. Tipo de OA: Simulador
4. Visão geral: Neste simulador, pode-se se simular o impacto da alimentação e do estilo de vida no peso corporal e no Índice de Massa Corporal (IMC) dos seres humanos ao longo do tempo. O simulador permite a escolha de alguns dados iniciais sobre o personagem e, após isso, escolher também os alimentos ingeridos e as atividades físicas realizadas.

**Quadro 3** – Análise das características técnicas e conceituais do Simulador Comer e exercita-se.

Características técnicas	Características conceituais
<p><b>1. Acessibilidade</b> Disponível em: <a href="http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/eating-and-exercise">http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/eating-and-exercise</a></p>	<p><b>1. Usabilidade</b> A Figura 5, mostra a interface do simulador, que pode ser dividida em duas grandes áreas, a representação gráfica do personagem e de seus controles e a representação do painel de controle dos gráficos da simulação.</p>
<p><b>2. Metadados</b> <i>PhET Interactive Simulations,</i> Copyright<sup>4</sup> 2004-2012 University of Colorado. <a href="http://phet.colorado.edu">http://phet.colorado.edu</a>. Simulador: <i>Eating &amp; Exercise</i>, Versão: 1.0.6. (69560) Data de criação: 26/10/2012. Equipe de projeto: Wendy Adams; Noah Podolefsky; Kathy Perkins; Kate Semsar; Franny Benay; Sam Reid.</p>	<p>O personagem é representado de maneira esquemática com um coração animado que vai alterando ao longo da simulação e um gráfico que monitora a alteração do coração. Na área que representa os controles da simulação, tem-se a representação visual dos alimentos que o personagem ingere e também das atividades físicas que ele pratica por dia. Os gráficos apresentam a ingestão de calorias diárias e a alteração do peso com o passar do tempo.</p> <p>De maneira geral a interface é de difícil navegação, pois conta com muita informação o que faz com que os elementos visuais compitam entre si e faz com que o usuário tenha que ativar muitos controles o que pode fazer com que ele deixe de manter o foco no objetivo do simulador. As imagens não passam uma representação tão fiel quanto ao alimento ou atividade física que buscam representar e as cores em tom muito claro acabam competindo um pouco com os gráficos e elementos que são mais relevantes para a simulação. Os elementos textuais não são nítidos e por conta do tipo de tecnologia que o simulador foi desenvolvido (Java), dependendo do formato de tela do computador do usuário pode acontecer de suprimir informações das caixas de textos. O nível de usabilidade para esse OA é semi-intuitivo.</p>

(Continua)

<sup>4</sup> Também denominado direitos de autor ou direitos autorais, impede a cópia ou exploração de uma obra sem que haja permissão prévia para tal.

<p><b>3. Interoperabilidade</b> Windows<sup>5</sup>: Windows XP/Vista/7/8.1/10, Java<sup>6</sup> última versão; OS<sup>7</sup>: OS X 10.9.5 ou superior, Java última versão; Linux<sup>8</sup>: Java última versão.</p>	<p><b>2. Interatividade</b> A Figura 5, mostra as interações do personagem: escolha do gênero, do índice de gordura corporal, a idade, a altura e o peso.</p> <p>Na área do painel de controle e dos gráficos da simulação há muitas possibilidades de interação que podem ser organizadas no grupo dos alimentos que o personagem irá ingerir por dia, sendo possível escolher as opções de comida, arrastar a comida para o prato dele e retirar a comida do prato. E no grupo que é composto por ações que permitem escolher o tipo de exercício físico que o personagem irá praticar, arrastar para o caderno de anotações dele e retirar o exercício do caderno. E o último grupo, que permite o controle dos gráficos da simulação, é possível reiniciar a evolução dos gráficos e também ampliar ou reduzir a escala.</p> <p>O painel geral de controle da simulação permite a interação com informações técnicas do simulador, alterar o sistema de medida do simulador, iniciar e pausar a simulação e também reiniciar toda a simulação.</p> <p>O nível de interação para esse OA é o dialógico e as ações do simulador não contam com um ajuste de movimento tão fino e podem em alguns casos não obedecer ao comando do usuário em certos momentos.</p>
<p><b>4. Granularidade</b> Abrange os assuntos: comida, exercício e energia.</p>	
<p><b>5. Adaptabilidade</b> Utilizado na educação básica e de nível superior. Utilizável em cursos livres que abordem o assunto.</p>	
<p><b>6. Reusabilidade</b> Permite a incorporação do endereço para download em qualquer Ambiente de Aprendizagem Virtual (AVA). Permite instalar a simulação para execução local.</p>	<p><b>3. Design Instrucional</b> <i>Descrição da simulação:</i> Quantas calorias existem em suas comidas favoritas? Quanta atividade física você teria que fazer para queimar essas calorias? Qual é a relação entre calorias e peso? Explore estas questões, escolhendo dieta e exercício e mantendo um olho em seu peso (PHET, 2018, on-line).</p> <p><i>Orientações:</i> 1 - Projetar uma dieta e regime de exercícios. 2 - Estimar o número de calorias necessárias para a sobrevivência básica. 3 - Estimar o número de calorias queimadas pelo exercício. 4 - Explique como a saúde do coração depende da dieta e do exercício. 5 - Explique como o IMC depende do peso e da altura (PHET, 2018, on-line).</p>
<p><b>7. Durabilidade</b> Esse simulador apresenta dificuldades com alguns navegadores. Como muitos do repositório da PhET, provavelmente será convertido para HTML5<sup>9</sup>.</p>	

Fonte: Elaborado pelo autor

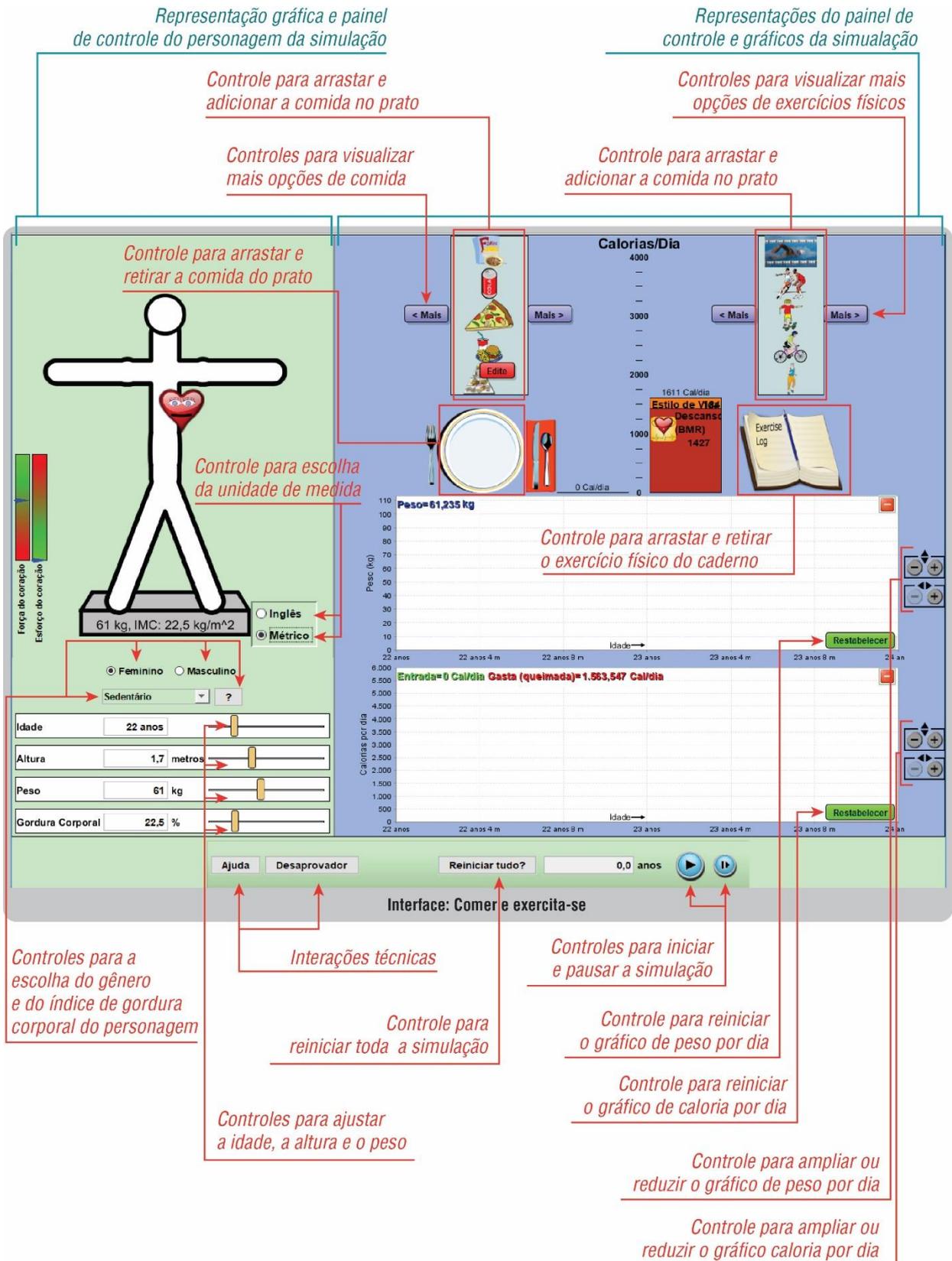
<sup>5</sup> Sistema operacional da Microsoft para computadores e dispositivos móveis.

<sup>6</sup> Linguagem de programação orientada a objetos.

<sup>7</sup> Sistema operacional da Apple para computadores.

<sup>8</sup> Sistemas operacionais que utilizam o núcleo Linux.

<sup>9</sup> HTML5 é a sigla para *HyperText Markup Language*, versão 5, que consiste em uma linguagem para estruturação e apresentação de conteúdo para a rede.



**Figura 5** - Esquema demonstrando na cor de verde a usabilidade e na cor vermelha a interatividade no Simulador Comer e exercita-se  
**Fonte:** Elaborado pelo autor

▪ **Objeto de Aprendizagem 2 – Espalhamento de Rutherford**

1. Área do PCNEM: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
2. Disciplina: Química
3. Tipo de OA: Simulador
4. Visão geral: Neste simulador, pode-se observar como funciona o experimento de Rutherford e interagir com ele controlando a energia das partículas alfa emitidas sobre a placa de ouro e a quantidade de prótons e nêutrons no núcleo.

**Quadro 4** – Análise das características técnicas e conceituais básicas do Simulador Espalhamento de Rutherford.

Características técnicas	Características conceituais
<p><b>1. Acessibilidade</b> Disponível em: <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering</a></p>	<p><b>1. Usabilidade</b> A Figura 6, mostra na página inicial representações visuais e textuais do nome do simulador e das duas possibilidades de simulação do experimento: Átomo de Rutherford e Átomo de Bolo de Passas.</p>
<p><b>2. Metadados:</b> <i>PhET Interactive Simulations, Copyright© 2004-2016 University of Colorado.</i> Visite <a href="http://phet.colorado.edu">http://phet.colorado.edu</a>. Simulador: Espalhamento de Rutherford, Versão: 1.0.11. Data de atualização: 25/09/2018. Equipe de projeto: Amy Hanson; Sam McKagan; Jesse Greenberg; Chris Malley; Dave Schmitz; Wendy Adams; Michael Dubson; Noah Finkelstein; Danielle Harlow; Ariel Paul; Kathy Perkins; Noah Podolefsky e Carl Wieman. Biblioteca de terceiros: almond-0.2.9.js; FileSaver-b8054a2.js; fontawesome-webfont-3.0.2.svg; game-up-camera-1.0.0.js; jama-1.0.2; jquery-2.1.0.js; lodash-2.4.1.js; pegjs-0.7.0.js; seedrandom-2.4.2.js; text-2.0.12.js</p>	<p>As duas possibilidades de simulações, de maneira similar, mostram uma representação visual do <i>Experimento de Rutherford</i>, que é ampliada no centro da tela e de onde é possível ver o comportamento das partículas alfa. Nas extremidades esquerda, direita e inferior de tela, tem-se as legendas e os controles da simulação.</p> <p>De maneira geral as imagens são bem nítidas e bem organizadas, a interface é mais escura, para privilegiar a experiência visual que a simulação proporciona e conta com cores que dão um contraste adequado e elementos textuais bem nítidos que evidenciam a relevância do conteúdo que é apresentado. Como grande diferencial, pelo fato do simulador ser em HTML5, ele se adapta bem a qualquer tamanho de tela de um dispositivo móvel. O nível de usabilidade para esse OA é intuitivo.</p> <p><b>2. Interatividade</b> Na interface página inicial da Figura 6, tem-se a possibilidades de escolha dos experimentos entre Átomo de Rutherford e Átomo de Bolo de Passas. O controle no canto inferior direito apresenta algumas possibilidades de interações técnicas relacionadas ao software, como a possibilidade mudar o contraste para uso em projetores.</p>

(Continua)

<p><b>3. Interoperabilidade</b> Windows: Windows 7 ou superior; OS: OS X 10.10 ou superior; iOS<sup>10</sup>: TMSF; Android<sup>11</sup>: TMSF; Chrome OS<sup>12</sup>: Chromebook; Navegadores<sup>13</sup>: Edge e Internet Explorer 11 ou superior, Firefox, Safari 9 ou superior, Chrome.</p>	<p>As interações na imagem do <i>Experimento de Rutherford</i> permitem alterar a escala do experimento e conta com um botão para acionar a liberação de partículas alfa. É possível pausar o experimento e retomar de onde se parou.</p> <p>As interações dos controles principais da simulação permitem: alterar a energia e exibir a trajetória das partículas alfa, alterar o número de prótons e nêutrons e reiniciar o experimento. A visualização <i>Átomo Bolo de Passas</i> permite a visualização do experimento em outro formato e somente com o controle das partículas alfa.</p> <p>O nível de interação do simulador é o dialógico, a maioria das ações dos elementos são feitas com cliques e respondem de maneira muito rápida aos comandos feitos.</p>
<p><b>4. Granularidade</b> Abrange os assuntos: núcleos atômicos, estrutura atômica e mecânica quântica.</p>	<p><b>3. Design Instrucional:</b> <i>Descrição da simulação:</i> Como Rutherford descobriu a estrutura do núcleo atômico sem poder enxergar o átomo? Simule o famoso experimento em que ele desmentiu o modelo do átomo de pudim de passas, observando partículas alfa jogadas contra átomos e determinando que eles deveriam ter um núcleo pequeno (PHET, 2018, on-line).</p> <p><i>Orientações:</i> 1 - Descrever a diferença qualitativa entre o espalhamento por núcleo carregado positivamente e átomo pudim de passas eletricamente neutro. 2 - Para o núcleo carregado, descrever qualitativamente como ângulo de deflexão depende: da energia da partícula incidente, do parâmetro de impacto e da carga do alvo (PHET, 2018, on-line).</p>
<p><b>5. Adaptabilidade</b> Utilizado na educação básica e de nível superior. Utilizável em cursos livres que abordem o assunto.</p>	
<p><b>6. Reusabilidade</b> Permite a incorporação do código completo da simulação no formato HTML5 em qualquer aplicativo, site ou AVA.</p>	
<p><b>7. Durabilidade</b> Por se escrito em HTML5, uma linguagem que vem sendo cada vez mais utilizada para desenvolvimento e suportada pela maioria dos navegadores e TMSF, esse simulador continuará a ser usado por longo um período de tempo.</p>	

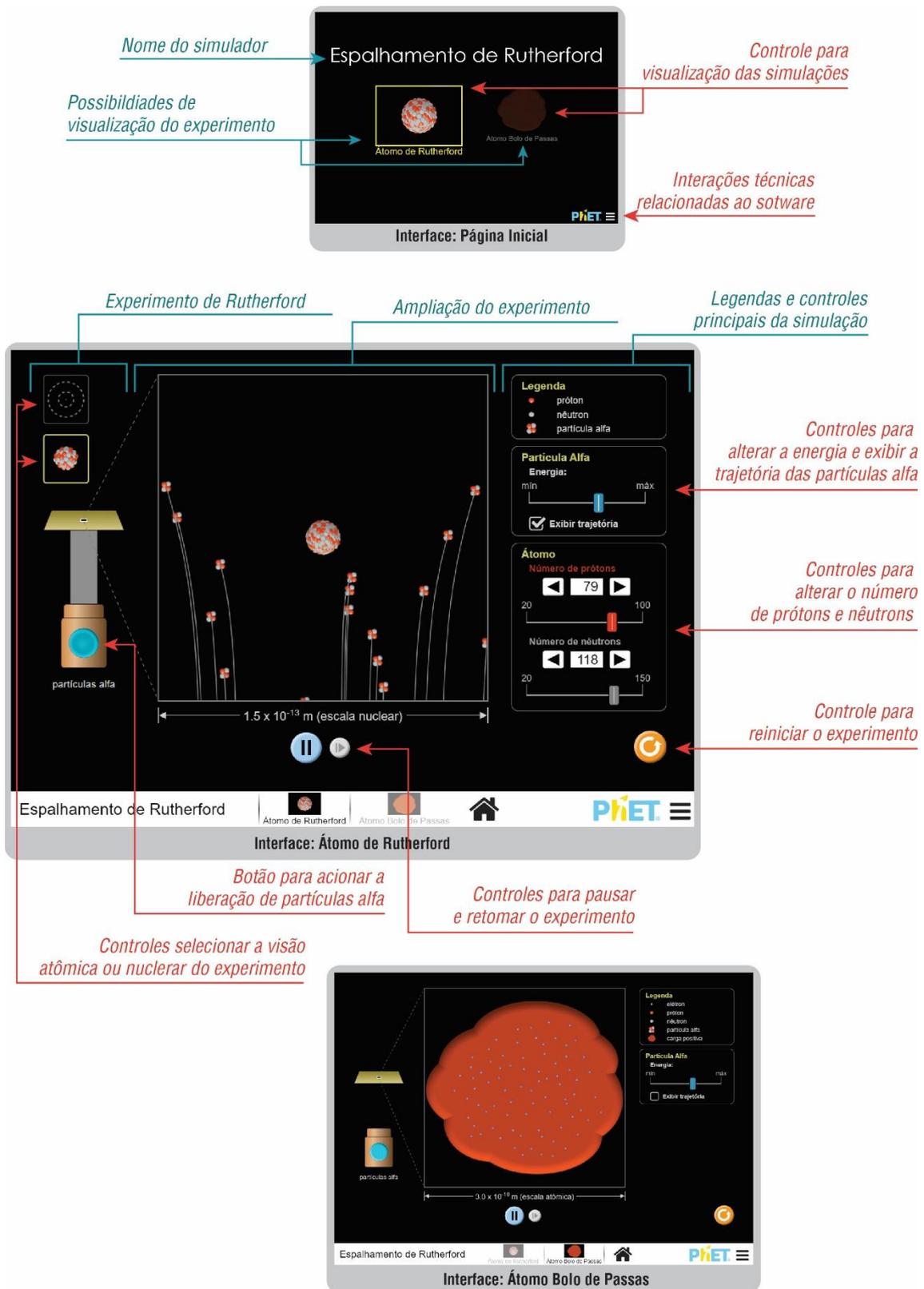
**Fonte:** Elaborado pelo autor

<sup>10</sup> Sistema operacional da Apple para dispositivos móveis.

<sup>11</sup> Sistema operacional da Google para dispositivos móveis.

<sup>12</sup> Sistema operacional da Google para Chromebook.

<sup>13</sup> Software que habilita a leitura de documentos HTML hospedados em um servidor da rede.



**Figura 6** - Esquema demonstrando na cor verde a usabilidade e na cor vermelha a interatividade no Simulador Espalhamento de Rutherford.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

▪ **Objeto de Aprendizagem 3 – Ótica geométrica**

1. Área do PCNEM: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
2. Disciplina: Física
3. Tipo de OA: Simulador
4. Visão geral: Este OA permite simular um tipo de lente para que o usuário possa ver, em tempo real, a imagem formada, de acordo com o tamanho e a posição em que o objeto se encontra em relação à lente, e também os feixes de luz que formam essa imagem.

**Quadro 5** – Análise das características técnicas e conceituais básicas do Simulador Ótica geométrica.

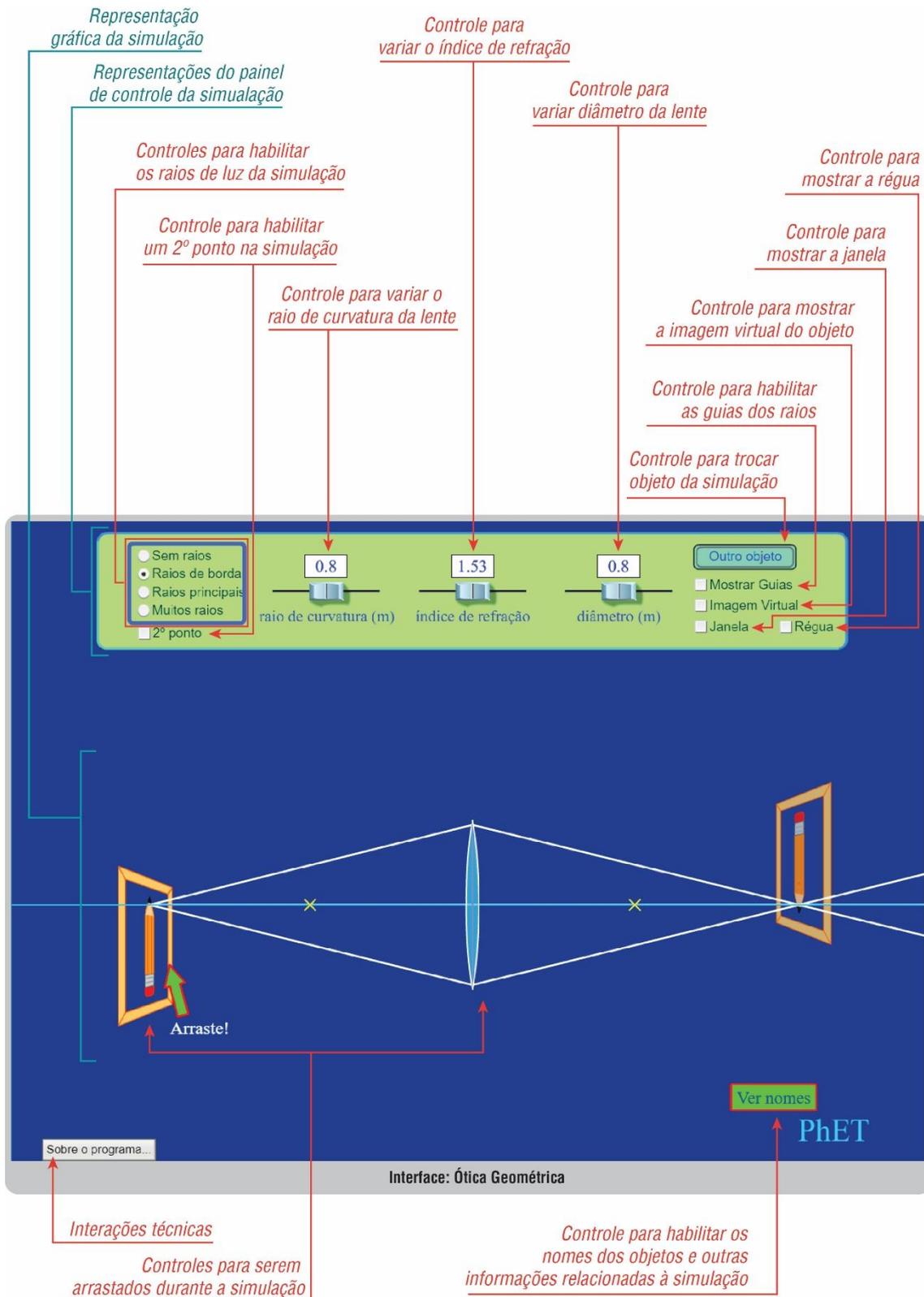
Características técnicas	Características conceituais
<p><b>1. Acessibilidade</b> Disponível em: <a href="https://phet.colorado.edu/pt/simulation/geometric-optics">https://phet.colorado.edu/pt/simulation/geometric-optics</a></p>	<p><b>1. Usabilidade</b> A Figura 7, mostra a interface do simulador que conta com um painel de controle com botões de clique e controles de arraste muito bem representados.</p> <p>A área onde acontece a simulação com a lente, fica evidenciada bem no centro do simulador e conta com elementos visuais que também são controles da simulação. Pelo fato desses controles não serem tão evidentes, há uma animação que indica onde há interatividade e como devem ser utilizados pelo usuário.</p> <p>De maneira geral a interface conta com cores que acentuam muito o contraste visual e embora os controles sejam bem intuitivos, a interface poderia contar com uma opção de cores mais adequada e também com imagens que representem melhor a experiência de uso com a lente. A simplicidade da interface permite ao usuário encontrar rapidamente possível o controle que deseja.</p> <p>Embora o simulador não seja em HTML5, ele se adapta bem a muitos tamanhos de tela de computadores, contudo não funciona em dispositivos móveis. O nível de usabilidade para esse OA é intuitivo.</p>
<p><b>2. Metadados</b> <i>PhET Interactive Simulations,</i> Copyright© 2004-2011 <i>University of Colorado.</i> Visite: <a href="http://phet.colorado.edu">http://phet.colorado.edu</a>. Simulador: <i>Geometric Optics</i>, Versão: 2.05.00 (52650). Data de construção: 05/06/2011. Versão do Flash: WIN 31,0,0,108. SO: Windows 10. Equipe de projeto: Michael Dubson; Michael Dubson; Kathy Perkins; Mindy Gratny, Danielle Harlow</p>	

(Continua)

<p><b>3. Interoperabilidade</b> Windows: Windows XP/Vista/7/8.1/10, Flash<sup>14</sup> 9 ou superior; OS: OS X 10.9.5 ou superior; Linux Flash 9 ou superior.</p>	<p><b>2. Interatividade</b> Na interface da Figura 7, os controles que ficam no painel de controle e na área da simulação que utiliza a lente, permitem regular várias possibilidades de simulação. No painel, é possível habilitar e desabilitar os raios de luz, ficar um segundo ponto, variar o raio de curvatura e diâmetro da lente e controlar o índice de refração. No canto direito do painel, ainda é possível trocar o objeto da simulação, habilitar e desabilitar as guias dos raios, mostrar uma imagem virtual do objeto e adicionar uma régua para auxiliar nas medições.</p> <p>Na área do simulador onde acontece a simulação com a lente é possível movimentar o objeto, para qualquer lugar do simulador e também há um controle no centro da simulação que permite movimentar a lente para qualquer lugar do simulador.</p> <p>Na parte inferior do simulador ainda existem alguns controles para habilitar os nomes dos objetos e outras informações técnicas relacionadas à simulação e um botão que traz informações técnicas relacionadas ao software.</p> <p>O nível de interação é o dialógico e as ações das interfaces tem uma resposta muito rápida e embora não se tenha uma usabilidade tão grande quanto a opção de cores e elementos visuais, os controles são bem funcionais e cumprem o seu papel.</p>
<p><b>4. Granularidade</b> Abrange os assuntos: refração, lente e ótica.</p>	
<p><b>5. Adaptabilidade</b> Utilizado na educação básica e de nível superior. Utilizável em cursos livres que abordem o assunto.</p>	
<p><b>6. Reusabilidade</b> Permite a incorporação do endereço para instalação em qualquer AVA.</p>	
<p><b>7. Durabilidade</b> Por ser escrito em uma linguagem que apresenta dificuldades com alguns navegadores, esse simulador provavelmente será convertido para HTML5.</p>	<p><b>3. Design Instrucional</b> <i>Descrição da simulação:</i> Como uma lente forma uma imagem? Veja como os raios de luz são refratados por uma lente. Veja como a imagem muda quando você ajusta a distância focal da lente, move o objeto, move a lente ou move a tela (PHET, 2018, on-line).</p> <p><i>Orientações:</i> 1 - Explique como uma imagem é formada por uma lente convergente usando diagramas de raio. 2 - Como alterar os efeitos da lente (raio, índice e diâmetro) onde a imagem aparece e como ela se parece (ampliação, brilho e inversão) (PHET, 2018, on-line).</p>

**Fonte:** Elaborado pelo autor

<sup>14</sup> Reprodutor de multimídia e aplicações.



**Figura 7** - Esquema demonstrando na cor verde a usabilidade e na cor vermelha a interatividade no Simulador Ótica geométrica

Fonte: Elaborado pelo autor

▪ **Objeto de Aprendizagem 4 – Construtor de funções**

1. Área do PCNEM: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
2. Disciplina: Matemática
3. Tipo de OA: Simulador
4. Visão geral: Este OA permite simular transformações no contexto de números ou figuras. O aluno pode escolher uma ou mais transformações e ver como alguns elementos da saída são relacionados com a entrada.

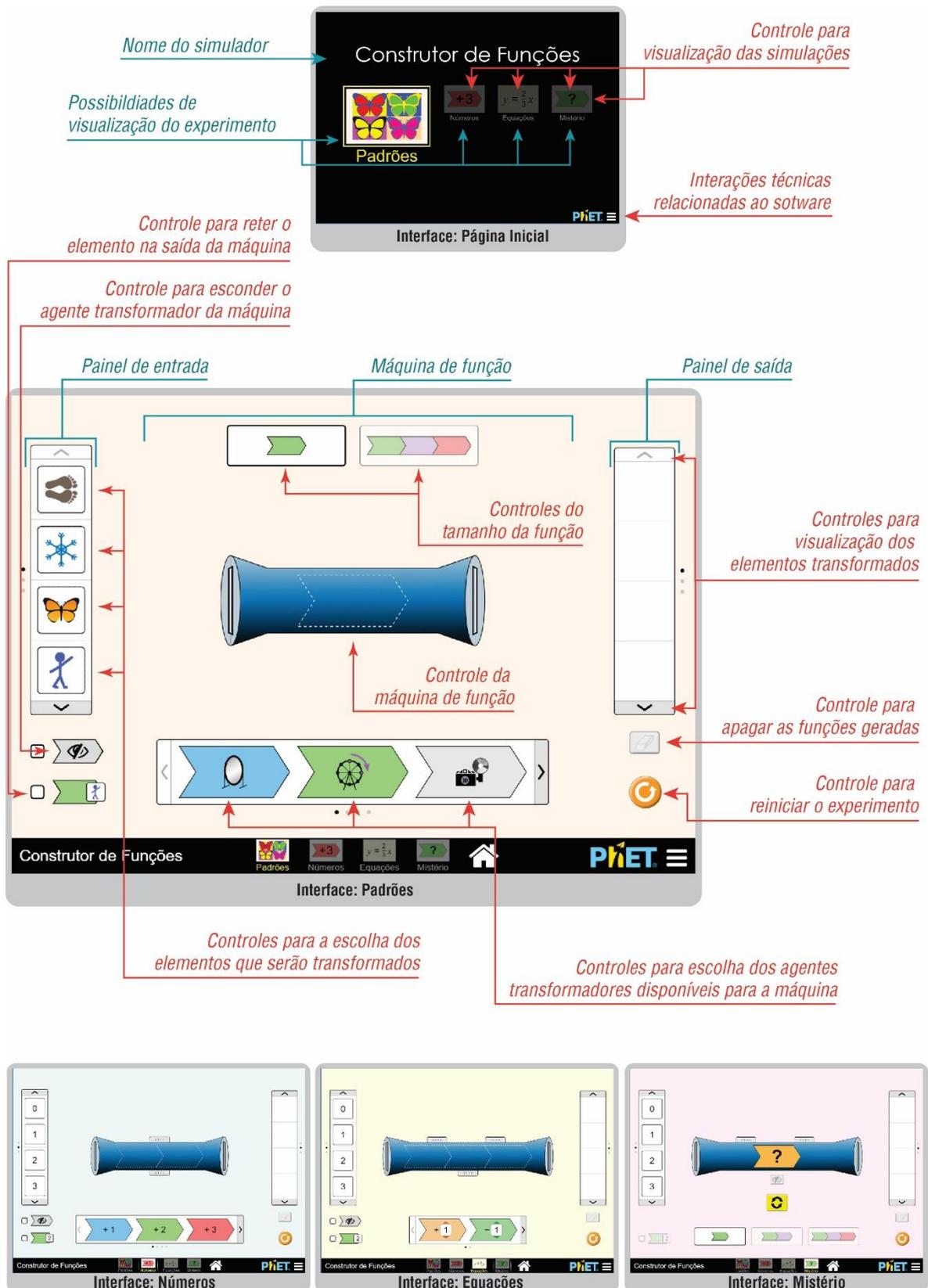
**Quadro 6** – Análise das características técnicas e conceituais básicas do Simulador Construtor de funções.

Características técnicas	Características conceituais
<p><b>1. Acessibilidade</b> Disponível em: <a href="https://phet.colorado.edu/pt/simulation/function-builder">https://phet.colorado.edu/pt/simulation/function-builder</a></p>	<p><b>1. Usabilidade</b> A Figura 8, mostra na página inicial representações visuais e textuais com o nome do simulador e as quatro possibilidades de transformação de funções da simulação: Padrões, Números, Equações e Mistério.</p> <p>As quatro interfaces para a utilização da máquina de função são semelhantes e basicamente compostas pelo painel de entrada dos elementos que serão transformados pela máquina e também com um painel de saída com os elementos obtidos após transformação.</p> <p>Como não há elementos textuais na interface, as imagens são bem nítidas e os ícones sinalizam muito bem os controles. As cores utilizadas são bem claras e conferem uma sobriedade ao utilizar o simulador. Como grande diferencial, pelo fato do simulador ser em HTML5, ele se adapta bem a qualquer tamanho de tela de um dispositivo móvel. O nível de usabilidade para esse OA é intuitivo.</p>
<p><b>2. Metadados</b> <i>PhET Interactive Simulations, Copyright© 2004-2016 University of Colorado.</i> <a href="http://phet.colorado.edu">http://phet.colorado.edu</a>. Simulador: Construtor de Funções, Versão: 1.0.14. Data de atualização: 25/09/2018. Equipe de projeto: Amanda McGarry; Chris Malley; Amy Hanson; Karina K. R. Hensberry; Ariel Paul; Kathy Perkins; Sam Reid; Beth Stade; David Webb. Biblioteca de terceiros: almond-0.2.9.js; BigInteger-cda5bcc.js; BigRational-8f8c2fa.js; easing-equations-r12; FileSaver-b8054a2.js; fontawesome-webfont-3.0.2.svg; game-up-camera-1.0.0.js; jama-1.0.2; jquery-2.1.0.js; lodash-2.4.1.js; pegjs-0.7.0.js; seedrandom-2.4.2.js; text-2.0.12.js; Tween-r12.js</p>	
	<p><b>2. Interatividade</b> Na interface página inicial da Figura 8, tem-se a escolha dos tipos de transformação que se deseja fazer e um controle no canto inferior direito que apresenta algumas possibilidades de interações técnicas relacionadas ao software, como a possibilidade mudar o contraste para uso em projetores.</p>

(Continua)

<p><b>3. Interoperabilidade</b> Windows: Windows 7 ou superior; OS: OS X 10.10 ou superior; iOS: TMSF; Android: TMSF; Chrome OS: Chromebook; Navegadores: Edge e Internet Explorer 11 ou superior, Firefox, Safari 9 ou superior, Chrome</p>	<p>Nas demais interfaces, de maneira semelhante, é possível realizar a configuração da máquina de funções com o tamanho da função e os agentes transformadores. Após a configuração da máquina é possível escolher os elementos que serão transformados e verificar os resultados movimentando o painel de saída.</p> <p>A simulação permite ainda reter o elemento que foi transformado dentro da máquina sem ir para o painel de saída e também esconder qual é o agente transformador da máquina.</p> <p>As interfaces Números, Equações e Mistério permitem um ajuste mais fino na máquina de funções.</p> <p>O nível de interação é dialógico e as ações das interfaces são realizadas arrastando os objetos, o que proporciona uma boa experiência de interação com a TMSF.</p>
<p><b>4. Granularidade</b> Abrange os assuntos: funções, pares ordenados, transformações e equação linear.</p>	<p><b>3. Design Instrucional</b> <i>Descrição da simulação:</i> Divirta-se com funções enquanto você reflete sobre História da Arte. Explore as transformações geométricas e transforme seu pensamento em funções lineares e divirta-se descobrindo as funções misteriosas (PHET, 2018, on-line).</p> <p><i>Orientações:</i> 1 - Definir uma função como regra, relacionando cada entrada com exatamente uma saída e agindo previsivelmente em entradas. 2 - Prever saídas de uma função usando entradas dadas. 3 - Compor funções para criar uma nova função. 4 - Interpretar, comparar e traduzir entre múltiplas representações de uma função algébrica (PHET, 2018, on-line).</p>
<p><b>5. Adaptabilidade</b> Utilizado na educação básica e de nível superior. Utilizável em cursos livres que abordem o assunto.</p>	
<p><b>6. Reusabilidade</b> Permite a incorporação do código completo da simulação no formato HTML5 em qualquer aplicativo, site ou AVA.</p>	
<p><b>7. Durabilidade:</b> Por se escrito em HTML5, uma linguagem que vem sendo cada vez mais utilizada para desenvolvimento e suportada pela maioria dos navegadores e TMSF, esse simulador continuará a ser usado por longo um período de tempo.</p>	

**Fonte:** Elaborado pelo autor



**Figura 8** - Esquema demonstrando na cor verde a usabilidade e na cor vermelha a interatividade no Simulador de Matemática Construtor de funções.

Fonte: Elaborado pelo autor

Então, a partir da análise das características técnicas e conceituais identificadas nos cinco OA do PhET (PHET, 2018), permitiu-se compreender que os simuladores contam com similaridades como as descritas a seguir:

- Na *Acessibilidade*, o endereço eletrônico em que o OA está hospedado, já traz o nome do OA explícito e também direciona diretamente para ele sem a necessidade passar por seções anteriores ou mesmo de realizar algum cadastro prévio para acessar o OA. Outro ponto importante são os servidores da PhET, que contam com uma alta disponibilidade, uma vez que estão hospedados em nuvem.
- Os *metadados* estão padronizados em todos os OA e foram preenchidos com as informações mais relevantes, como o endereço para acessar o PhET, o nome do simulador, a data de criação, a versão de atualização do simulador, a equipe responsável pelo projeto e no caso dos simuladores mais novos que foram convertidos para HTML5, a biblioteca de componentes técnicos que pertencem a terceiros.
- A *interoperabilidade* é alta até mesmo para os simuladores mais antigos, Comer e exercita-se e Ótica geométrica, que rodam em computadores com sistemas operacionais Windows, iOS e Linux. E muito alta para os simuladores mais novos, Espalhamento de Rutherford e Construtor de funções, que por serem desenvolvidos em HTML5, funcionam muito bem nos sistemas operacionais listados acima, além de funcionarem adequadamente em TMSF que carregam os sistemas operacionais iOS e Android.
- A *granularidade* dos objetos é muito bem definida e bem concisa, abrangendo em média, analisadas, por simulador três assuntos a serem explorados em cada uma das quatro disciplinas analisadas.
- A *adaptabilidade* se apresenta de maneira similar nos simuladores, sendo indicados para o uso com os assuntos indicados nos PCNEM-CNM na educação básica, no ensino superior ou em qualquer curso livre que aborde o assunto. Segundo Adams *et al.* (2008), o público alvo primário foram os alunos universitários com interesse em ciências e matemática. Contudo, o uso das simulações vem se mostrando pertinente nas escolas de educação básica.
- Sobre a *reusabilidade*, o simulador Comer e exercita-se, por ser construído em uma linguagem mais antiga (Java), ainda precisa melhorar nessa característica, uma vez que permite apenas a incorporação do endereço para ser baixado e

instalado, já que a instalação do projeto em computadores é necessária para se utilizar o OA. O simulador Ótica geométrica, embora também tenha sido em uma linguagem antiga (*Flash*) funciona bem em navegadores de notebook e por isso já conta com uma boa possibilidade de ser reutilizado em vários *sites* e AVA. Já os simuladores Espalhamento de Rutherford e Construtor de funções, por serem desenvolvidos em HTML5, proporcionam a reusabilidade, quase que total, uma vez que permitem a incorporação do código completo da simulação no formato HTML5 em qualquer aplicativo, site ou AVA.

- Quanto a *durabilidade*, dois dos quatro simuladores analisados, Comer e exercita-se e Ótica geométrica, por serem escritos respectivamente nas linguagens Java e Flash, estão encontrando dificuldade de se manterem no mercado, já que esses objetos não funcionam nas TMSF. Já os outros dois simuladores, Espalhamento de Rutherford e Construtor de funções foram reescritos em HTML5, e por funcionarem na grande maioria das TMSF, configuram-se como simuladores com uma alta durabilidade.

Quanto as características conceituais, percebeu-se as seguintes semelhanças entre os simuladores analisados:

- Sobre a *Usabilidade*, as simulações analisadas usam uma ampla variedade de aparências, controles, gráficos, interatividades e princípios de *design* que foram guiados pelos resultados obtidos em pesquisas de preferências com os usuários. Segundo Adams *et al.* (2008), as simulações criam ambientes animados, interativos, semelhantes aos jogos, que enfatizam as conexões entre os fenômenos da vida real e a ciência subjacente, ao mesmo tempo em que torna os modelos visuais e conceituais de cientistas especialistas acessíveis aos alunos.

O simulador Comer e Exercita-se, dentre os quatro analisados, é aquele que mais precisa melhorar os aspectos de sua usabilidade; pois o usuário, provavelmente, precisará de mais esforço para conseguir realizar uma tarefa, dificultando o aprendizado intermediado pelo OA. Por essa razão esse simulador pode ser considerado como semi-intuitivo, o que segundo Adams *et al.* (2008), é um simulador fácil de usar, mas somente após entender as instruções e presenciar demonstrações de uso do simulador.

Os outros três simuladores, de maneira semelhante, apresentam facilidade de navegação (usuário consegue acessar as informações desejadas rapidamente) e simplicidade (consegue-se encontrar os controles o mais rapidamente possível).

Características essas que definem esses simuladores como intuitivos; o que segundo Adams *et al.* (2008), são fáceis de utilizar, mesmo sem as instruções de uso.

- Sobre a *interatividade*, as interfaces gráficas dos OA apresentam características que facilitam a interação do aluno com simulador e permitem ser caracterizados como simuladores interativos. Pois como disseram Beauchamp e Kennewell (2010), os OA conseguem responder de forma satisfatória às ações que são feitas pelos alunos.

Outro ponto importante nos simuladores é a animação, que para Adams *et al.* (2008), é um dos motivos mais óbvios que justifica o uso de um simulador para apresentar um conteúdo. Para o autor, não há maneira mais clara para aprender sobre o comportamento de um OA do que interagir com ele e ver como ele se comporta, por exemplo, quando se ajusta alguns controles dos simuladores.

Quanto ao nível de interação dos simuladores, como disseram Adams *et al.* (2008), percebe-se que a escolha dos controles que podem ser manipulados dentro simulação existem alguns parâmetros que foram limitados intencionalmente, a fim de guiar o processo de aprendizagem do aluno. Os simuladores analisados proporcionam aos alunos interagirem, executando ações e apresentam *feedbacks*<sup>15</sup> dicas que ajudem o aluno no processo de aprendizagem.

De maneira geral, a interação dos OA analisados configuram-se como do nível dialógico, já que segundo Beauchamp e Kennewell (2010), nesse modelo de interação as atividades propostas para as simulações podem ser executadas para toda a turma em conjunto, podendo formular e testar hipóteses por meio de ações que levarão aos *feedbacks* intermediados por um projeto intencional didático; podendo ser demonstrado pelas características dos simuladores, de uma maneira que seria impossível para o professor fazê-lo sozinho.

Os simuladores analisados, por conta do nível de personalização possível nos experimentos, apresentam uma estrutura mais flexível para o uso, o que segundo Beauchamp e Kennewell (2010), exigirão, correspondentemente, mais capacidade do professor e dos alunos, para o trabalho efetivo em grupos. Nesse contexto, os simuladores analisados são mais que um mero participante da

---

<sup>15</sup> Também conhecido como retroalimentação é o retorno da informação ou do processo.

interação: configuram-se como uma ferramenta que promove a interação entre professor e alunos.

- No *Design Instrucional*, por conta do desenvolvimento das simulações feitas pelo PhET (PhET, 2018) serem com base em pesquisas realizadas com os alunos, essa característica é muito bem resolvida nos OA, já que todos eles trazem de maneira bem clara a descrição da experiência para o aluno, geralmente com perguntas provocadoras, numa linguagem divertida e apropriada para o aluno; trazendo instruções de uso do simulador e, por fim, um verbo de comando orientando como o aluno deve proceder. As orientações são apresentadas em tópicos curtos com formato de uma trilha que o professor deve percorrer com o aluno dentro do OA, geralmente começando com orientações relacionadas ao conteúdo a ser simulado e terminando com proposições de reflexões que devem ser feitas ao término da atividade.

De maneira geral, as características técnicas e conceituais identificadas no capítulo 2 dessa dissertação e contextualizadas nos simuladores analisados do PhET (PHET, 2018), apresentam-se muito bem resolvidas, o que permite a identificação, localização e funcionamento adequado para uso no processo de aprendizagem. Segundo Adams *et al.* (2008), nas pesquisas realizadas com alunos foram encontradas provas contundentes de que simulações que incorporam adequadamente a usabilidade, a interatividade e contexto de aprendizagem, podem fornecer um poderoso ambiente de aprendizado onde os alunos participam produtivamente.

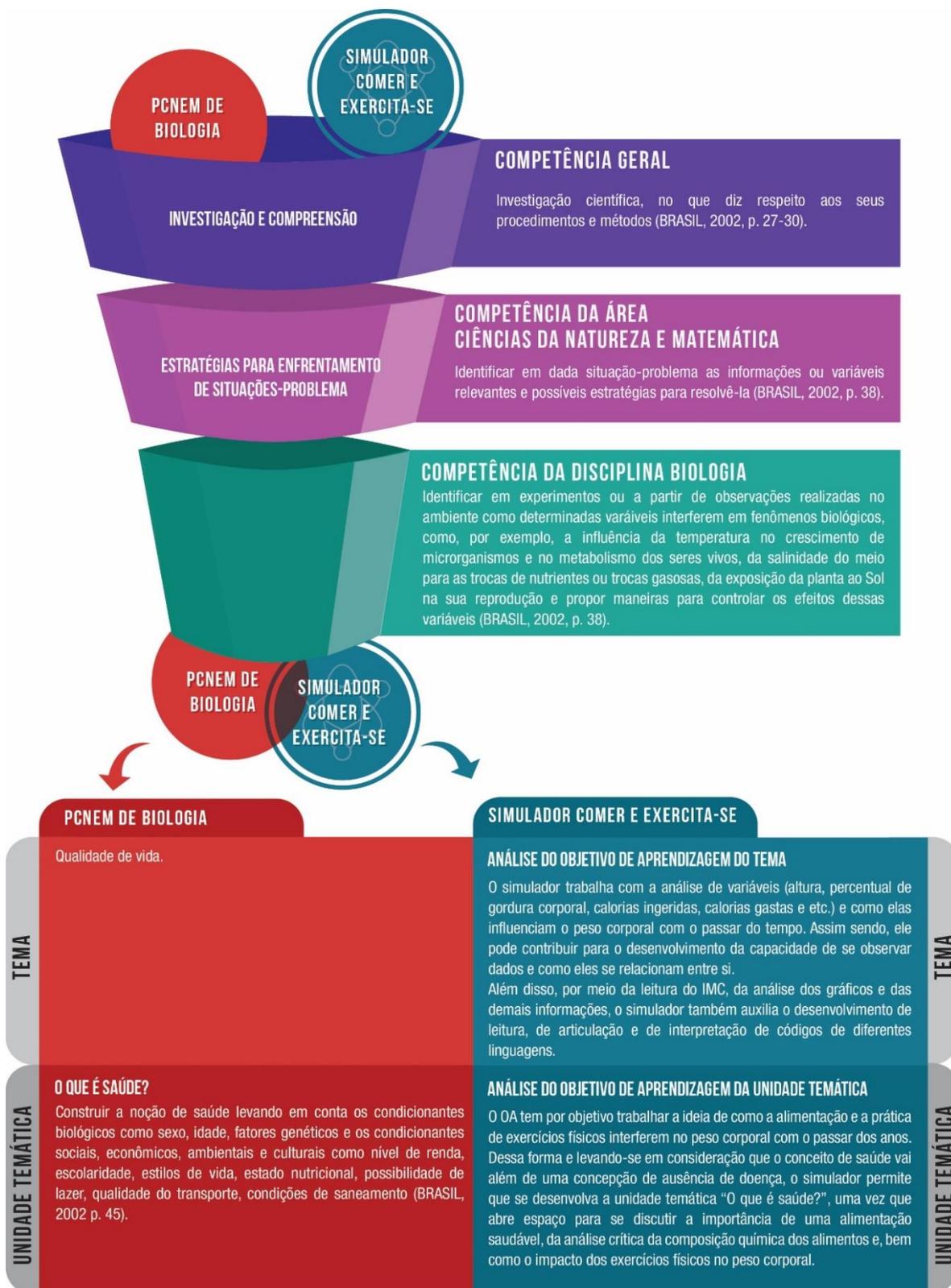
#### **4.3 - Terceira etapa: contextualização dos Objetivos de Aprendizagem dos OA com as competências dos PCNEM-CNM**

Após selecionar os OA e identificar neles as características técnicas e conceituais, para então relacionar os OA com as às competências dos PCNEM-CNM, adotou-se o modelo de matriz demonstrada na terceira etapa do capítulo 3 dessa dissertação, para cada um dos quatro OA analisados.

Nos infográficos que seguem, foram realizadas descrições mais aprofundadas em relação as competências gerais da área, competências específicas de cada disciplina e dos temas estruturadores do ensino nas disciplinas Biologia, Química, Física e Matemática, para posterior contextualização com o Objetivo de Aprendizagem do OA.

Com o objetivo de contextualizar os OA aos PCNEM-CNM de maneira mais didática, para cada OA analisado foi criada a matriz a seguir, que relaciona o PCNEM-CNM no que tange o Tema e a Unidade Temática e o OA no que se refere aos Objetivos de Aprendizagem, que é a intencionalidade pedagógica propriamente dita do OA (Figuras 9, 10, 11 e 12).

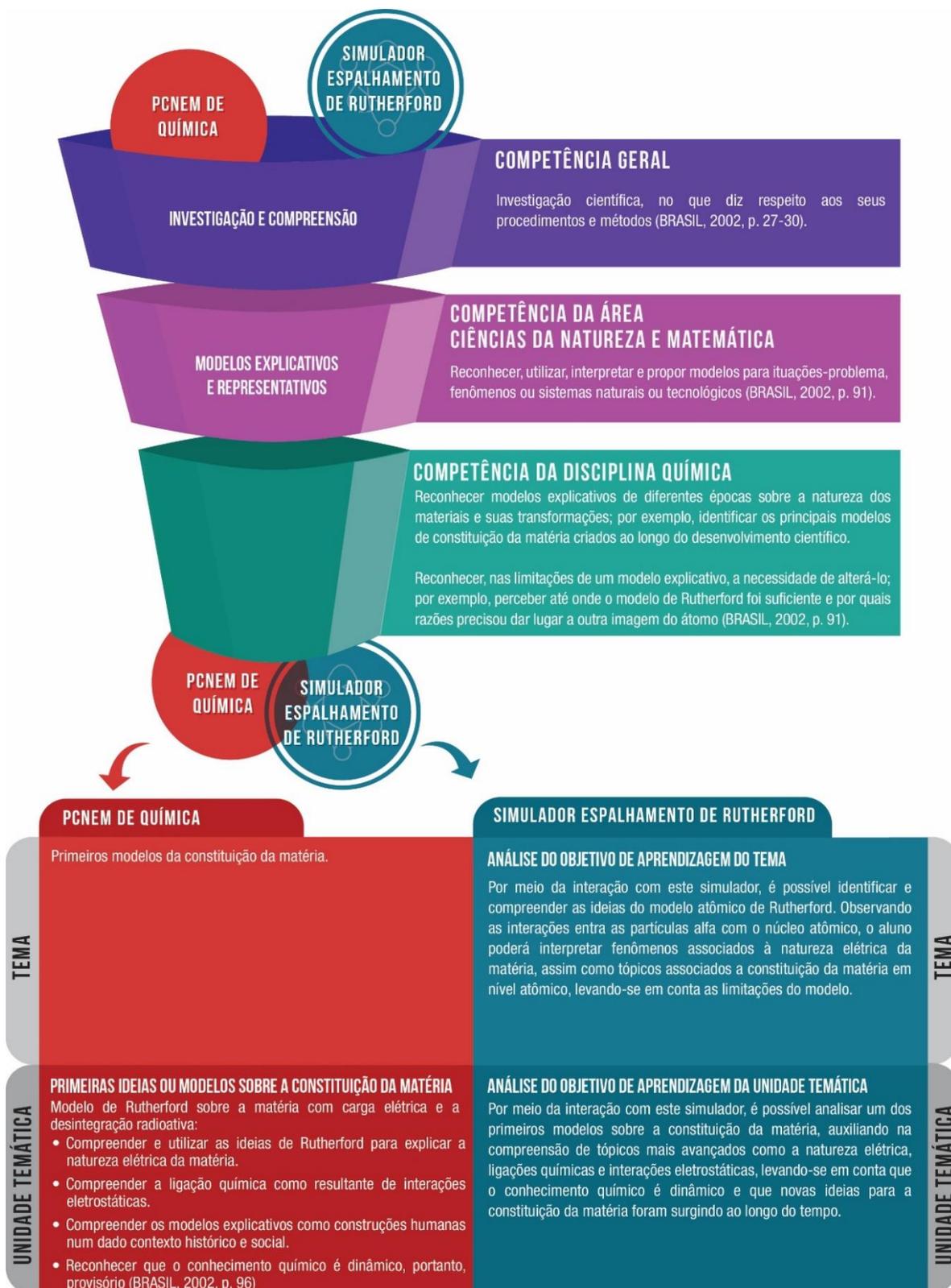
Para o Objeto de Aprendizagem 1 – Simulador de Biologia Comer e exercita-se, tem se o infográfico apresentado na Figura 9.



**Figura 9** - Infográfico demonstrando a relação entre o Tema e a Unidade Temática na disciplina de Biologia do PCNEM e os Objetivos de Aprendizagem do OA Comer e exercita-se.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

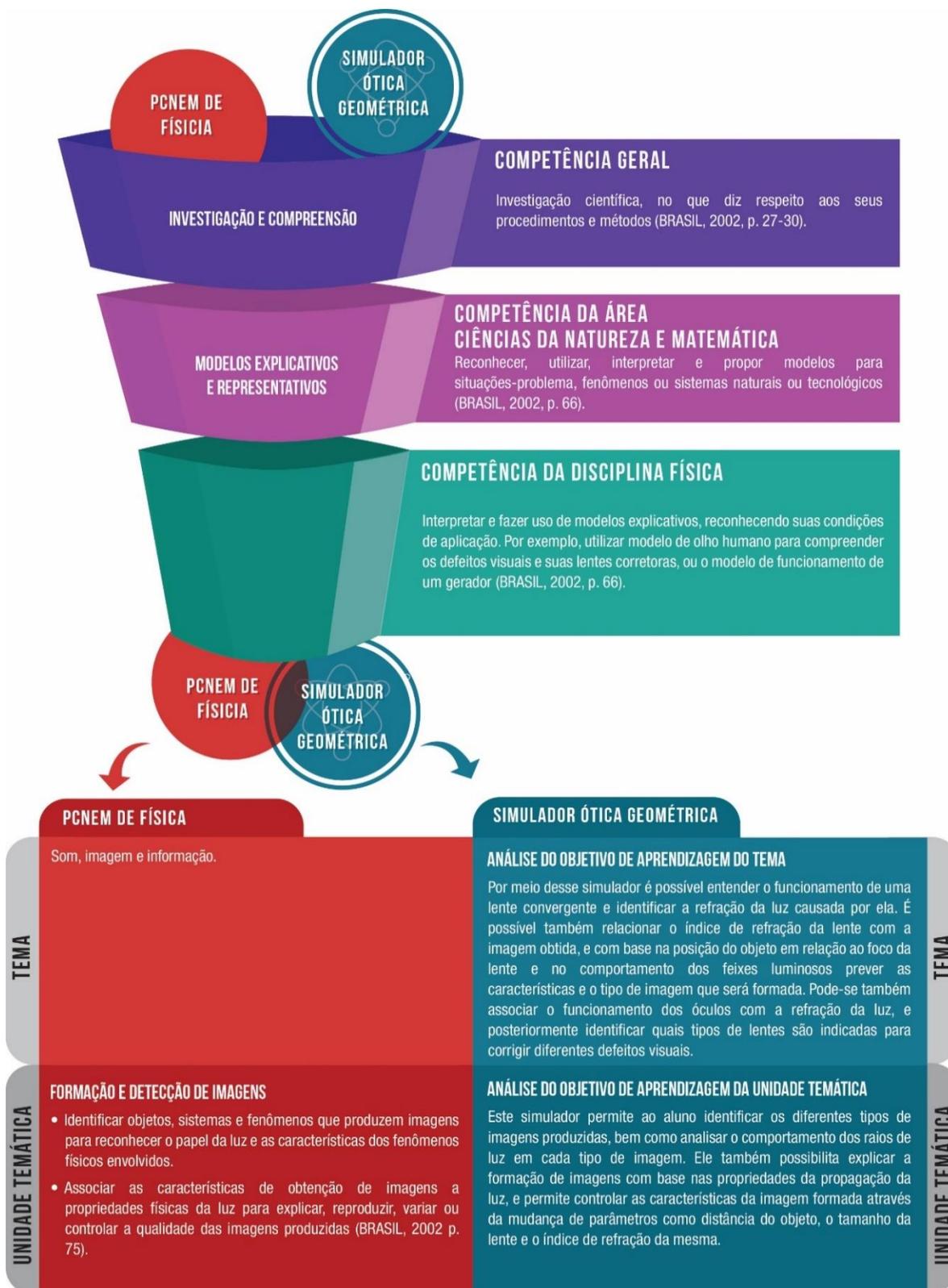
Para o Objeto de Aprendizagem 2 – Simulador de Química Espalhamento de Rutherford, tem-se o infográfico apresentado na Figura 10.



**Figura 10** - Infográfico demonstrando a relação entre o Tema e a Unidade Temática na disciplina de Química do PCNEM e os Objetivos de Aprendizagem do OA Experimento de Rutherford.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

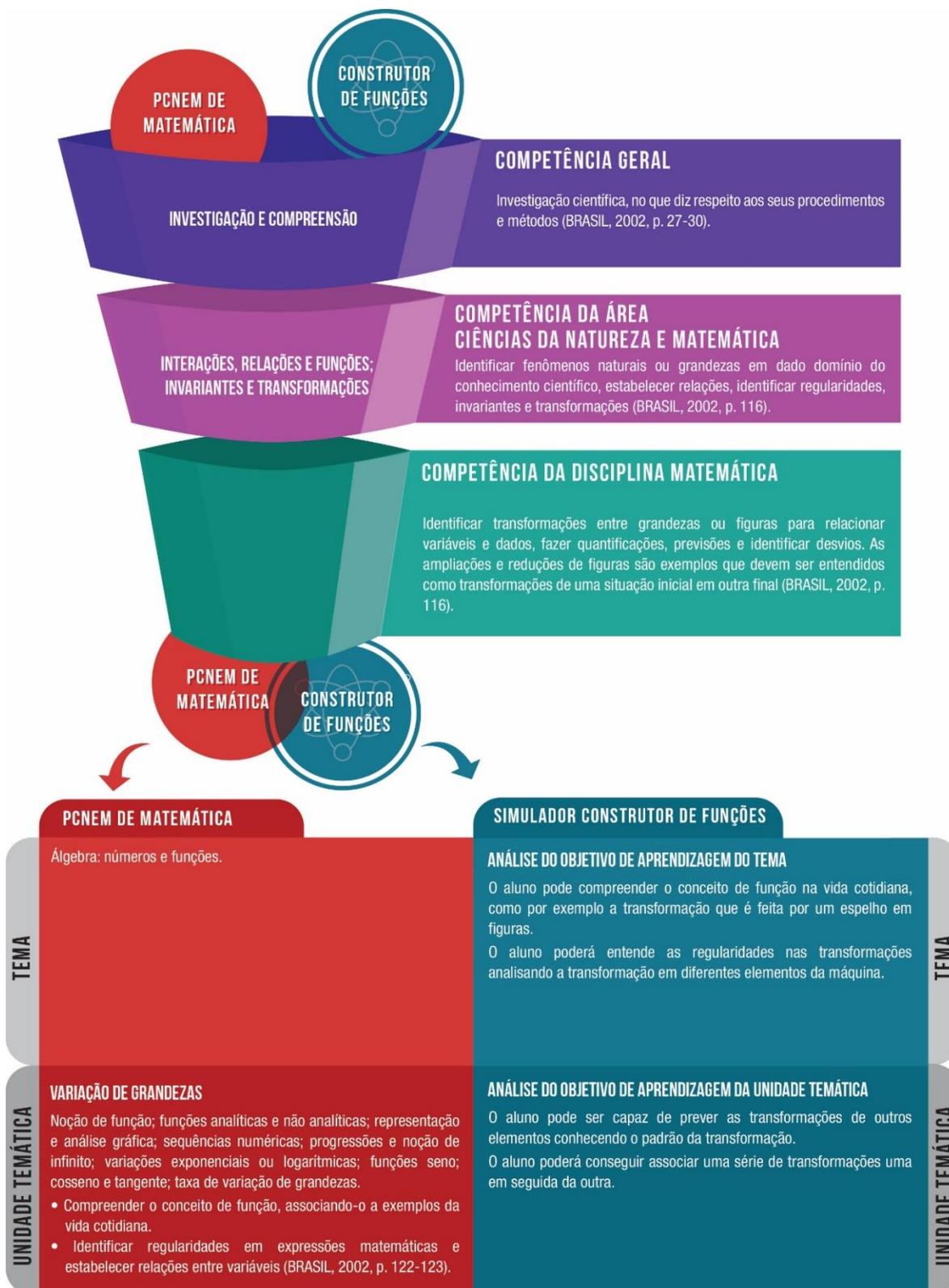
Para o Objeto de Aprendizagem 3 – Simulador de Física Ótica geométrica, tem-se o infográfico apresentado na Figura 11.



**Figura 11** - Infográfico demonstrando a relação entre o Tema e a Unidade Temática na disciplina de Física do PCNEM e os Objetivos de Aprendizagem do OA Ótica geométrica.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Para o Objeto de Aprendizagem 4 – Simulador de Matemática Construtor de funções, tem-se o infográfico apresentado na Figura 12.



**Figura 12** - Infográfico demonstrando a relação entre o Tema e a Unidade Temática na disciplina de Matemática do PCNEM e os Objetivos de Aprendizagem do OA Construtor de funções.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Então, finalizando esta etapa 3, pode se dizer que as variáveis Temas e Unidades Temáticas, que foram analisadas nos cruzamentos das matrizes dos infográficos das Figuras 9, 10, 11 e 12 se configuram como o último estágio das competências dentro dos PCNEM-CNM de cada uma das quatro disciplinas analisadas. Conforme descritas nos PCNEM (BRASIL, 2000), a organização de cada uma das quatro disciplinas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias fornecem o contexto para a formação dos temas estruturadores cada disciplina, que são hierarquizados em Tema e Unidade Temática.

A outra variável que integrou os cruzamentos das matrizes foram os Objetivos de Aprendizagem, sendo entendidos aqui como a intencionalidade pedagógica que se deseja com o uso dos simuladores, que a finalidade pedagógica que segundo Arantes *et al.* (2010), pode ser a de ajudar a introduzir um novo tópico ou a construir conceitos ou competências.

Ao contextualizar as competências descritas nos PCNEM de cada uma das disciplinas com os Objetivos de Aprendizagem de cada OA é possível perceber, na prática, como o processo de aprendizagem pode ser influenciado pelo uso dos simuladores. Como disse Reses (2010), as disciplinas de Biologia, Química, Física e Matemática, permitem que os alunos façam experimentos desenvolvendo atividades práticas por meio das simulações, contextualizando com o conteúdo trabalhado em sala de aula

Como disseram Peruzi e Fofonka (2014), por meio da experimentação aliada a teoria, a aula prática com o uso de um simulador, pode constituir-se como um importante recurso facilitador no processo de ensino e aprendizagem transformando o aluno em sujeito da aprendizagem e possibilita que sejam desenvolvidas habilidades e competências específicas nesse aluno. Como disseram Arantes *et al.* (2010):

A principal função da simulação consiste em ser uma efetiva ferramenta de aprendizagem, fortalecendo bons currículos e os esforços de bons professores. A finalidade de uso pedagógico da simulação pode ajudar a introduzir um novo tópico, construir conceitos ou competências, reforçar ideias ou fornecer reflexão e revisão final. O uso dessa ferramenta por professores pode ser bastante variado como o próprio grupo aponta: aulas expositivas, atividades em grupos na sala de aula, tarefas em casa ou no laboratório (ARANTES *et al.*, 2010, p. 29).

O cruzamento do Tema e da Unidade Temática dos PCNEM-CNM com Objetivos de Aprendizagem dos simuladores foi importante para demonstrar didaticamente em um

modelo pedagógico de matriz, como algumas das competências esperadas ao final da escolaridade básica, para cada uma das quatro disciplinas analisadas, podem ser ampliadas com o uso de um OA.

#### **4.4 - Quarta etapa: produção de Roteiro de Aprendizagem para o uso de OA contextualizado aos PCNEM-CNM**

Depois de realizar o cruzamento dos Temas e Unidades temáticas dos PCNEM-CNM com os Objetivos de Aprendizagem dos OA, conforme proposto na quarta etapa do capítulo 3 dessa dissertação, foi elaborado um Roteiro de Aprendizagem baseado em um guia didático, para exemplificar como os quatro OA analisados podem ser utilizados em consonância com os PCNEM-CNM.

As etapas a serem percorridas nos Roteiros de Aprendizagem conduzem os professores ao uso de um OA que atendam as características técnicas e conceituais, e que estejam alinhados aos PCNEM-CNM. Para tal, o roteiro foi produzido em uma sequência didática a ser seguida pelo professor em sala com uma aula expositiva, em atividades para grupos ou em laboratórios.

De acordo com o PhET (PhET, 2018), o objetivo dos Roteiros de Aprendizagem é encorajar os alunos a explorarem os comportamentos das simulações, questionando suas ideias e desenvolvendo novos modelos mentais. Nesse contexto, os Roteiros de Aprendizagem a seguir de cada um dos quatro OA, seguem os padrões de roteiros de aprendizagem que são compartilhados no site do PhET por professores e profissionais da educação de todo o mundo e foram estruturados em quatro etapas, cada uma considerando o contexto para cada uma das disciplinas (Figura 14).

Os Roteiros de Aprendizagem produzidos seguem a seguinte sequência didática demonstrada na Figura 13, em formato de diagrama de blocos:



**Figura 13** - Infográfico demonstrando a sequência didática aplicada no Roteiro de Aprendizagem para o uso do OA contextualizado aos PCNEM-CNM.

**Fonte:** Elaborado pelo autor

1. A primeira etapa, Intencionalidade Pedagógica, apresentará ao professor os Objetivos de Aprendizagem para a atividade proposta;
2. Na segunda etapa, Conexão com os PCNEM-CNM (BRASIL, 2002), serão demonstradas como as orientações explícitas no documento na forma de competência geral, competência da disciplina, Tema e Unidade Temática estão contextualizadas com o Roteiro de Aprendizagem.
3. Na terceira etapa, Percurso da atividade, será indicado qual OA será utilizado e como acessá-lo. Nesse momento, será indicado para o professor como será o percurso a ser percorrido utilizando o OA.
4. Na última etapa, Impacto na aprendizagem, serão apontados em tópicos alguns direcionamentos de aprendizagem que o aluno deverá ter sido capaz de adquirir. Esse momento servirá para identificar qual o deslocamento de aprendizagem que o aluno conquistou ao percorrer o Roteiro de Aprendizagem e é importante que o professor possa criar uma escala de verificação para avaliar qual foi o impacto causado pela atividade.

▪ **Roteiro de Aprendizagem 1 – Simulador de Biologia Comer e exercita-se**

**1. Intencionalidade pedagógica**

- Como é possível equilibrar a ingestão diária de alimentos com a prática de atividade física?
- O que pode ser feito para manter um estilo de vida saudável?

**2. Conexão com os PCNEM-CNM**

- *Competência geral:* Investigação e compreensão.
- *Competências da área:* Estratégias para enfrentamento de situações-problema.
- *Competências da Biologia:* Identificar em experimentos ou a partir de observações realizadas no ambiente como determinadas variáveis interferem em fenômenos biológicos.
- *Tema:* Qualidade de vida das populações humanas.
- *Unidade temática:* Construir a noção de saúde levando em conta os condicionantes biológicos como sexo, idade, fatores genéticos e os condicionantes sociais, estilos de vida, estado nutricional, possibilidade de lazer, qualidade do transporte, condições de saneamento (BRASIL, 2002. p. 45)

**3. Percurso da atividade**

- Acesse o simulador no endereço: <[http://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/eating-and-exercise](http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/eating-and-exercise)>
- Para começar, escolha gênero, idade, altura, peso e índice de gordura corporal do seu personagem.
- Escolha os tipos de alimentos que ele come e os exercícios físicos que ele pratica frequentemente e, após isso, clique no controle para iniciar a simulação.
- De acordo com essas escolhas, você verá as consequências no peso e no IMC. Observe atentamente o gráfico de peso e calorias ingeridas por dia.

**4. Impactos na aprendizagem**

Após a atividade, os alunos deverão ser capazes de:

- Entender o que se pode comer e fazer para se exercitar-se para regular o peso;
- Entender como se acelerar a queima de calorias;
- Entender as maneiras possíveis de atingir o nível de vida saudável.

**Figura 14** - Modelo de Roteiro de Aprendizagem do simulador de Biologia Comer e exercita-se

**Fonte:** Elaborado pelo autor

O Roteiro de Aprendizagem proposto para o OA Comer e exercitar-se, está contextualizado com o Tema e a Unidade Temática dos PCNEM-CNM, que fala sobre a qualidade de vida das populações humanas:

Construir a noção de saúde levando em conta os condicionantes biológicos como sexo, idade, fatores genéticos e os condicionantes sociais, econômicos, ambientais e culturais como nível de renda, escolaridade, estilos de vida, estado nutricional, possibilidade de lazer, qualidade do transporte, condições de saneamento (BRASIL, 2002, p. 45).

Ao utilizar o Roteiro de Aprendizagem, o professor pode demonstrar ao aluno no simulador a influência da alimentação e da prática de exercícios físicos no nosso organismo. Para começar, o aluno pode ser orientado a escolher o peso, a porcentagem de gordura corporal, a altura, a idade e o gênero da personagem. Posteriormente, o aluno elege as atividades físicas diárias e a alimentação, relacionando-as à quantidade de calorias ingeridas. É possível ver os impactos dessas escolhas no peso e na porcentagem de gordura corporal ao longo do tempo.

É importante que o professor chame a atenção dos estudantes para os gráficos, que apresentam a ingestão de calorias diárias e a alteração do peso com o passar do tempo e também reforce o papel dos lipídeos e dos carboidratos como principais fontes de energia para o nosso organismo.

Ao realizar a simulação, o professor deve atentar-se para o fato de que esse objeto não deve ser utilizado como um aconselhamento médico ou nutricional e que há outros fatores importantes a serem analisados em relação ao ganho de peso e / ou gordura e ao impacto da alimentação na nossa saúde. E também atentar-se para o fato de que o IMC, por não considerar a composição corporal, mas apenas o peso total, não é válido para atletas, crianças e gestantes.

▪ **Roteiro de Aprendizagem 2 – Simulador de Química Espalhamento de Rutherford**

**1. Intencionalidade pedagógica**

- Quais as semelhanças para cada modelo?
- Como os modelos são construídos pelos cientistas?

**2. Conexão com os PCNEM-CNM**

- *Competência geral:* Investigação e compreensão
- *Competências da área:* Modelos explicativos e representativos
- *Competências da Química:* Reconhecer, nas limitações de um modelo explicativo, a necessidade de alterá-lo; por exemplo, perceber até onde o modelo de Rutherford foi suficiente e por quais razões precisou dar lugar a outra imagem do átomo
- *Tema:* Primeiros modelos da constituição da matéria
- *Unidade temática:* Primeiras ideias ou modelos sobre a constituição da matéria. Modelo de Rutherford sobre a matéria com carga elétrica e a desintegração radioativa:
  - Compreender e utilizar as ideias de Rutherford para explicar a natureza elétrica da matéria.
  - Compreender a ligação química como resultante de interações eletrostáticas.
  - Compreender os modelos explicativos como construções humanas num dado contexto histórico e social.
  - Reconhecer que o conhecimento químico é dinâmico, portanto, provisório. (BRASIL, 2002, p. 96).

**3. Percurso da atividade**

- Acesse o simulador no endereço: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/rutherford-scattering](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/rutherford-scattering)>
- Utilize as ferramentas disponíveis para alterar as condições do experimento;
- Observe o que ocorre com a trajetória das partículas alfa ao se aproximarem do núcleo atômico e como o número de prótons e nêutrons interfere em suas trajetórias.

**4. Impactos na aprendizagem**

Após a atividade, os alunos deverão ser capazes de:

- Entender por que nosso modelo do átomo mudou após o experimento de Rutherford;
- Entender por que as partículas Alfa foram desviados pelo núcleo e não atraídas por ele.

**Figura 15** - Modelo de Roteiro de Aprendizagem do simulador de Química Espalhamento de Rutherford

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Percebe-se que em relação ao Tema e a Unidade Temática dos PCNEM-CNM, que trata sobre os Primeiros modelos da constituição da matéria, os conceitos estão bem contextualizados com o OA:

Primeiras ideias ou modelos sobre a constituição da matéria. Modelo de Rutherford sobre a matéria com carga elétrica e a desintegração radioativa:

- Compreender e utilizar as ideias de Rutherford para explicar a natureza elétrica da matéria.
- Compreender a ligação química como resultante de interações eletrostáticas.
- Compreender os modelos explicativos como construções humanas num dado contexto histórico e social.
- Reconhecer que o conhecimento químico é dinâmico, portanto, provisório (BRASIL, 2002, p. 96).

Ao utilizar o Roteiro de Aprendizagem, por meio da interação com o simulador Espalhamento de Rutherford, é importante que o professor oriente o aluno para a importância de identificar e compreender as ideias do modelo atômico de Rutherford. Observando as interações entre as partículas alfa com o núcleo atômico, o aluno poderá interpretar fenômenos associados à natureza elétrica da matéria, assim como tópicos associados a constituição da matéria em nível atômico, levando-se em conta as limitações do modelo. O OA permite simular um dos primeiros modelos sobre a constituição da matéria, auxiliando na compreensão de tópicos mais avançados como a natureza elétrica, ligações químicas e interações eletrostáticas, levando-se em conta que o conhecimento químico é dinâmico e que novas ideias para a constituição da matéria foram surgindo ao longo do tempo.

O OA poderá auxiliar a compreensão dos alunos sobre o experimento, uma vez que permite a visualização das trajetórias das partículas alfa ao atravessarem a lâmina de ouro. É importante que o professor estimule os alunos a interagirem com o simulador, aumentando a quantidade de prótons e nêutrons no núcleo atômico, e auxiliando-os nas análises de como essas alterações influenciam a trajetória das partículas.

▪ **Roteiro de Aprendizagem 3 – Simulador de Física Ótica Geométrica**

**1. Intencionalidade pedagógica**

- Como uma lente convergente forma imagem real, imagem virtual utilizando os feixes de luz?
- Como alterar as características do raio, do índice de refração e do diâmetro da lente?
- Onde a imagem se forma e como as características de formação podem ser abordadas na simulação?

**2. Conexão com os PCNEM-CNM**

- *Competência geral:* Investigação e compreensão
- *Competências da área:* Modelos explicativos e representativos
- *Competências da Física:* Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação. Por exemplo, utilizar modelo de olho humano para compreender os defeitos visuais e suas lentes corretoras.
- *Tema:* Som, imagem e informação
- *Unidade temática:*
  - Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem imagens para reconhecer o papel da luz e as características dos fenômenos físicos envolvidos.
  - Associar as características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas (BRASIL, 2002, p. 75).

**3. Percurso da atividade**

- Acesse o simulador no endereço: <<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/geometric-optics>>
- Movimente o objeto afim de perceber as imagens geradas pela lente para tentar compreender as relações físicas e matemáticas que existem nos conceitos de Óptica;
- Explore o simulador para melhorar a experiência, como por exemplo, habilitar / desabilitar os raios de luz, adicionar uma régua para auxiliar nas medições, variar o raio de curvatura da lente, etc. Explore todas essas possibilidades.

**4. Impactos na aprendizagem**

Após a atividade, os alunos deverão ser capazes de:

- Associar os conceitos físicos às ações do seu cotidiano;
- Entender quais são as grandezas que influenciam na óptica geométrica;
- Formular questionamentos e desenvolver conceitos próprios acerca dos problemas apresentados.

**Figura 16** - Modelo de Roteiro de Aprendizagem do simulador de Física Ótica Geométrica

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Em relação ao Tema e a Unidade Temática dos PCNEM-CNM que abordam Som, imagem e informação, percebe-se que o OA está contextualizado nos seguintes aspectos:

Identificar objetos, sistemas e fenômenos que produzem imagens para reconhecer o papel da luz e as características dos fenômenos físicos envolvidos. Associar as características de obtenção de imagens a propriedades físicas da luz para explicar, reproduzir, variar ou controlar a qualidade das imagens produzidas (BRASIL, 2002, p. 75).

À medida que o OA Ótica geométrica permite simular para entender o funcionamento de uma lente convergente e identificar a refração da luz causada por ela, possibilita explicar a formação de imagens com base nas propriedades da propagação da luz, e controlar as características da imagem formada através da mudança de parâmetros como distância do objeto, o tamanho da lente e o índice de refração da mesma o OA está muito alinhado com PCNEM-CNM.

No simulador o aluno consegue ver em tempo real, a imagem formada de acordo com a posição em que o objeto se encontra em relação à lente. É possível também relacionar o formato e o índice de refração da lente com a imagem obtida, e com base na posição do objeto em relação ao foco da lente e no comportamento dos feixes de luz responsáveis pela formação prever as características e o tipo de imagem que será formada.

O professor pode chamar a atenção para os tipos de imagens geradas pela lente e suas características. Pode estimular os alunos a explorarem outros materiais buscando identificar os possíveis instrumentos ópticos do cotidiano em que as lentes podem ser encontradas (nos óculos, nas câmeras fotográficas, nos projetores de imagem, dentre outros). Pode--se, por exemplo, associar o funcionamento dos óculos com a refração da luz, e posteriormente identificar quais tipos de lentes são indicadas para corrigir diferentes defeitos visuais. Isso contribuirá bastante para o conhecimento dos estudantes e facilitará sua explanação para os próximos assuntos relacionados ao tema.

- **Roteiro de Aprendizagem 4 – Simulador de Matemática Construtor de funções**
  - 1. Intencionalidade pedagógica**
    - Como definir uma regra descrevendo um conjunto de entradas para determinar a saída na máquina?
    - Como prever saídas de uma função usando uma determinada entrada na máquina?
  - 2. Conexão com os PCNEM-CNM**
    - *Competência geral:* Investigação e compreensão
    - *Competências da área:* Interações, relações e funções; invariantes e transformações
    - *Competências da Matemática:* Identificar transformações entre grandezas ou figuras para relacionar variáveis e dados, fazer quantificações, previsões e identificar desvios.
    - *Tema:* Álgebra: números e funções
    - *Unidade temática:* Primeiras ideias ou modelos sobre a constituição da matéria. Modelo de Rutherford sobre a matéria com carga elétrica e a desintegração radioativa:
      - Compreender e utilizar as ideias de Rutherford para explicar a natureza elétrica da matéria.
      - Compreender a ligação química como resultante de interações eletrostáticas.
      - Compreender os modelos explicativos como construções humanas num dado contexto histórico e social.
      - Reconhecer que o conhecimento químico é dinâmico, portanto, provisório. (BRASIL, 2002, p. 122-123).
  - 3. Percurso da atividade**
    - Acesse o simulador no endereço: <<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/function-builder>>
    - Começando na interface de “Padrões”, coloque uma das diversas transformações disponíveis na parte inferior dentro da máquina, depois coloque alguns elementos da esquerda na entrada da máquina e veja como eles se transformam;
    - Tente prever a saída dos outros elementos depois que entender a transformação. Faça isso com várias transformações. Depois coloque mais de uma transformação seguida da outra dentro da máquina;
    - Na tela de “Números” e “Equações”, faça o mesmo procedimento, mas agora como os elementos da entrada são números, você pode tentar escrever uma fórmula que associa os números da entrada com os da saída para a máquina.
  - 4. Impactos na aprendizagem**

Após a atividade, os alunos deverão ser capazes de:

    - Compreender o conceito de função na vida cotidiana;
    - Compreender as regularidades nas transformações analisando a transformação em diferentes elementos da máquina de função;
    - Prever as transformações de outros elementos conhecendo o padrão da transformação.

**Figura 17** - Modelo de Roteiro de Aprendizagem do simulador de Matemática Construtor de funções

**Fonte:** Elaborado pelo autor

Por fim, nesse último Roteiro de Aprendizagem, percebe-se que em relação ao Tema e a Unidade Temática dos PCNEM-CNM, que tratam sobre álgebra (números e funções) estão contextualizados com o OA:

Variação de grandezas: noção de função:

Funções analíticas e não analíticas; representação e análise gráfica; sequências numéricas; progressões e noção de infinito; variações exponenciais ou logarítmicas; funções seno; cosseno e tangente; taxa de variação de grandezas.

- Compreender o conceito de função, associando-o a exemplos da vida cotidiana.
- Identificar regularidades em expressões matemáticas e estabelecer relações entre variáveis. (BRASIL, 2002, p. 122-123).

O simulador permite que o aluno compreenda o conceito de função na vida cotidiana, como por exemplo a transformação que é feita por um espelho em figuras. Permite que o aluno entenda as regularidades nas transformações analisando a transformação em diferentes elementos da máquina de função. Com o simulador, o aluno é capaz de prever as transformações de outros elementos conhecendo o padrão da transformação, e consegue associar uma série de transformações uma em seguida da outra.

Depois de alguns experimentos de funções em vários contextos, o professor pode levar os alunos a notarem como a máquina representa uma função, da maneira que os elementos da esquerda estão no domínio, e os elementos da direita são as imagens. O professor pode adicionar várias transformações, uma em seguida da outra; o que representará uma função composta.

Espera-se que com os Roteiros de Aprendizagem, os professores possam utilizar as simulações interativas em sala de aula como uma possibilidade de fomentar o processo de ensino aprendizagem em uma busca por uma maior efetividade. Conforme disseram Arantes *et al.* (2010), as simulações podem ser utilizadas como demonstrações em aulas expositivas, facilitando a observação de conceitos abstratos em grupos que podem ser submetidos a um roteiro de atividades que permita ao aluno investigar os fenômenos, explorando todo o potencial das simulações e a relação entre as variáveis dos fenômenos.

Após detalhar e analisar as quatro etapas dos procedimentos metodológicos dessa dissertação, na primeira etapa, com a pesquisa bibliográfica foi possível entender como os PCNEM-CNM se configuram e quais são as características técnicas e conceituais dos OA, que foram escolhidos, analisados e contextualizados com as competências dos PCNEM-CNM na terceira etapa. Na última etapa em forma de Roteiro de Aprendizagem,

foi elaborado um guia didático exemplificando como cada um dos quatro OA analisados podem ser utilizados em sala de aula, contextualizados com os PCNEM-CNM.

#### **4.5 - Quinta etapa: verificação das hipóteses levantadas**

Nessa etapa, percebeu-se que durante as análises pode-se comprovar que as hipóteses foram confirmadas com os resultados. Como já se esperava, os resultados mostraram a comprovação da Hipótese A, de que as características técnicas e conceituais básicas de um OA da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias são relevantes para a escolha e uso do OA no processo de ensino aprendizagem. Percebeu-se que pela quantidade de características técnicas (acessibilidade, metadados, interoperabilidade, granularidade, adaptabilidade, reusabilidade e durabilidade) e características conceituais (usabilidade, interatividade e *design* instrucional) básicas para um OA, que realmente seja significativo quanto ao seu uso no processo de aprendizagem; que não é qualquer repositório que tem OA alinhados com essas características.

Possuir tais características, mesmo que um OA atenda em grau mínimo cada uma delas, é fundamental para a escolha e uso uma vez que elas influenciam diretamente no processo de ensino aprendizagem, sobretudo da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, pois segundo a análise realizada percebeu-se que pelo caráter prático, essa área proporciona ao aluno ao fazer experiências com o conteúdo trabalhado nas aulas teóricas, observando e manuseando. Nesse sentido, os OA que incorporam adequadamente essas características contribuem para assegurar a eficácia educacional dos objetivos de aprendizagem propostos para o uso.

A hipótese que sustentou que OA da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias escolhidos para o uso podem estar alinhados às diretrizes estabelecidas pelos PCNEM-CNM, também demonstrou o resultado que se esperava, uma vez que a análise comprovou, que mesmo OA desenvolvidos em outros países com outros currículos e outros contextos educacionais podem estar alinhados às diretrizes do PCNEM-CNM. Ao contextualizar as Competências, Temas e Unidades Temáticas das disciplinas que compõem os PCNEM-CNM com o Objetivo de Aprendizagem de cada OA analisado, percebeu-se, na prática, como o processo de aprendizagem pode ser influenciado de maneira positiva pelo uso de OA, demonstrando didaticamente, por meio de uma matriz, como os experimentos desenvolvidos por meio das simulações interativas podem ser contextualizados com o conteúdo trabalhado em sala de aula.

Na última hipótese sustentada nesse trabalho, de que é possível alcançar uma competência descrita no PCNEM-CNM com o uso de OA que cumpram as características técnicas e conceituais básicas das diretrizes estabelecidas pelos documentos, percebeu-se que com os Roteiros de Aprendizagem elaborado com base nos Temas e Unidades temáticas dos PCNEM-CNM e nos Objetivos de Aprendizagem é possível conduzir os alunos a explorarem os simuladores interativos desenvolvendo uma maior efetividade em alcançar uma competência específica nos documentos, ou mesmo desenvolver novos modelos mentais.

Após detalhar os resultados da pesquisa e suas discussões, o Capítulo 5, apresentará as considerações finais dessa dissertação.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, apresentam-se as considerações finais, retomando as questões levantadas e as hipóteses elaboradas no início desta pesquisa bem como a apresentação das limitações deste trabalho e das possibilidades de trabalhos futuros.

Posto que os desafios no que diz respeito a baixa qualidade do Ensino Médio não é recente e que a tecnologia, por estar cada vez mais presente em nosso cotidiano e também nas salas de aula, onde segundo dados do Cetic (CGI.br, 2016) 96,5% das escolas do país em áreas urbanas possuem acesso à internet e a popularização dos dispositivos TMSF já é uma realidade, os recursos tecnológicos podem ser um importante facilitador para melhorar os índices de escolarização e de conhecimento dos estudantes brasileiros.

Visto também que as novas tecnologias como os OA, podem ajudar no desenvolvimento ou reforçar uma competência nos alunos, e esses recursos, por serem gratuitos, fáceis de utilizar e funcionarem numa gama bem extensa de equipamentos constituem uma importante ferramenta didática no processo de ensino e aprendizagem, sobretudo nas disciplinas Biologia, Química, Física e Matemática; por conta do caráter prático que essas disciplinas proporcionam ao permitir a realização de experiências. Segundo Arantes *et al.* (2010), os OA analisados nesse trabalho serão cada vez mais utilizados pela presente geração de alunos, que já está inserida em um contexto totalmente permeado pela informática.

Esse trabalho, por meio de pesquisa bibliográfica, definiu as principais características técnicas e conceituais demonstrando como esses OA estão contextualizados com as competências descritas nos PCNEM da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Depois de identificar essas características, indicou-se como escolher OA adequados para cada uma das quatro disciplinas da área: Biologia, Química, Física e Matemática.

Para se verificar se o objetivo geral foi atendido, ou seja, apresentar as características técnicas e conceituais básicas de um OA de cada uma das quatro disciplinas – Biologia, Física, Química, Matemática – que compõem a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; contextualizado às competências explicitadas no PCNEM-CNM, partiu-se das seguintes questões da pesquisa:

- Quais são as características técnicas e conceituais desejáveis de um OA que esteja contextualizado com as diretrizes dos PCNEM da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias?

Respondendo à primeira questão da pesquisa, com base nas hipóteses levantadas no Capítulo 1, conclui-se, na Hipótese A, que o objetivo foi cumprido, pois as características técnicas comuns identificadas e analisadas dos quatro OA da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (acessibilidade, metadados, interoperabilidade, granularidade, adaptabilidade, reusabilidade e durabilidade) são responsáveis pela localização, identificação e funcionamento adequado no processo de aprendizagem.

As características conceituais comuns (usabilidade, interatividade e *design* instrucional) fornecem um ambiente de aprendizagem com uma efetiva participação do aluno. Essas características mostraram-se relevantes, pois à medida em que essas características estão presentes em cada um dos simuladores é um indicador de qualidade do OA, que pode facilitar a escolha e a utilização de um bom OA no processo de ensino e aprendizagem.

Para responder à segunda questão de pesquisa:

- Como escolher OA que possuam características técnicas e conceituais significativas e que estejam alinhados com os PCNEM?

Com base na Hipótese B, conclui-se que com uma matriz do PCNEM-CNM, adstrito aos OA, foi possível verificar por meio do cruzamento do Tema e a Unidade Temática de cada uma das disciplinas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias com os Objetivos de Aprendizagem dos OA, contextualizar didaticamente, a fim de demonstrar como algumas competências descritas nos PCNEM-CNM estão contextualizadas com a intencionalidade pedagógica dos simuladores escolhidos na análise. O cruzamento da matriz serve, portando, de base para a escolha de OA para o uso em sala de aula, que estejam contextualizados com os PCNEM-CNM.

Como terceiro e último objetivo cumprido, validou-se por meio de um Roteiro de Atividade que demonstrou através uma sequência didática para cada um dos OA analisados: (i) a intencionalidade pedagógica, (ii) a conexão com os PCNEM-CNM, (iii) o percurso da atividade e os (iv) impactos na aprendizagem; assim um professor pode, didaticamente, conduzir o uso de um OA que seja significativo para o processo

de ensino e aprendizagem (que atenda as características técnicas e conceituais básicas demonstradas na Hipótese A), alcançando uma competência descrita nos PCNEM-CNM e demonstradas na Hipótese B.

Sobre as limitações, vale lembrar que em razão da falta de aspectos práticos que outras disciplinas das outras áreas do conhecimento têm, que talvez explorar todas as características básicas identificadas nos OA desse trabalho, sobretudo que se referem às características técnicas, uma vez que aspectos como a experimentação, pode não ser possível verificar em todas as disciplinas do currículo brasileiro.

Outra limitação refere-se à questão de que os OA não representam um remédio para resolver todos os problemas que envolvem o processo de ensino e aprendizagem. Constituem parte de uma engrenagem que, por meio da relação de todos os aspectos técnicos e conceituais estudados nesse trabalho com os objetivos de aprendizagem que se deseja atingir, podem facilitar esse processo, mas não com uma solução única e isolada.

Considerando toda essa relevância da tecnologia no contexto educacional e o protagonismo que os OA assumem na tecnologia educacional, enquanto instrumento facilitador no processo de ensino e aprendizagem, esse trabalho foi escrito para ajudar os professores e demais sujeitos envolvidos na educação a escolherem um bom OA para um uso efetivamente alinhado aos PCNEM-CNM.

Quanto à continuidade desta pesquisa no futuro ou sua aplicabilidade na área acadêmica, observou-se que esta dissertação pode abrir o campo para mais pesquisas sobre o tema, sobretudo no que se refere à análise dos elementos técnicos e conceituais dos objetos de aprendizagem escolhidos; que podem servir como base para análises de outros OA, relacionados com as outras duas áreas de conhecimento dos PCN e suas disciplinas (BRASIL, 2000): (i) Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, que é composto pelas disciplinas Língua Portuguesa, Língua Estrangeira Moderna, Educação Física, Arte e Informática; (ii) Ciências Humanas e suas Tecnologias; pelas disciplinas História, Geografia, Sociologia, Antropologia, Filosofia e Política.

Espera-se ainda que considerando o atual momento transitório da educação no Brasil, em que breve os PCN (BRASIL, 2000) poderão sair de cena dando lugar a BNCC (BRASIL, 2017), e que os PCN, quando implementados, também expressavam objetivos similares aos da BNCC - que é de orientar os currículos das escolas em todo o Brasil; esse trabalho poderá servir de base para novas pesquisas que envolvam o uso

e desenvolvimento de OA e suas relações com as competências e habilidades expressas na BNCC.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, W.K.; REID, S.; LEMASTER, R.; MCKAGAN, S.B.; PERKINS, K.K.; DUBSON, M; WIEMAN, C.E. A Study of Educational Simulations Part I - **Engagement and Learning**. *Journal of Interactive Learning Research*, University of Colorado, United States, v. 19, n.3, p. 397-419, 2008. Disponível em: <<https://www.learntechlib.org/primary/p/24230/>>. Acesso em: 16 dez. 2017.

ADORNO, Theodor W. Educação --- para quê?. In: ADORNO, Theodor W. **Educação e Emancipação**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; IANNONE, Leila Rentroia; VALENTE, José Armando. Pesquisa TIC Educação: da inclusão para a cultura digital. In: **Comitê Gestor da Internet – CGI.br**. Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação no Brasil – TIC Educação 2015. Coord. Alexandre F. Barbosa. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2016, p. 55-67. Disponível em: <[http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC\\_Edu\\_2015\\_LIVRO\\_ELETRONICO.pdf](http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_Edu_2015_LIVRO_ELETRONICO.pdf)>. Acesso em: 28 dez. 2016.

ALMEIDA, M. E. B. Currículo e narrativas digitais em tempos de ubiquidade: criação e integração entre contextos de aprendizagem. **Revista de Educação Pública**, Cuiabá, v. 25, n. 59/2, p. 526-546, mai./ago. 2016. Disponível em: <<http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/educacaopublica/issue/view/260/showToc>>. Acesso em: 29 dez. 2017.

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: Usando Simulações do PhET. **Revista Física na Escola**, v. 11, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol11-Num1/a081.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

AUDINO, Daniel Fagundes; NASCIMENTO, Rosemy da Silva. Objetos de aprendizagem – diálogo entre conceitos e uma nova proposição aplicada à educação. **Revista Contemporânea de Educação**, Rio de Janeiro v. 5, n. 10, jul/dez, 2010. Disponível em: <[http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/gptem/grupos-de-pesquisa/pdf/2014/2014-2/objetos\\_de\\_aprendizagem.pdf](http://paginapessoal.utfpr.edu.br/kalinke/gptem/grupos-de-pesquisa/pdf/2014/2014-2/objetos_de_aprendizagem.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2018.

BEAUCHAMP, G; KENNEWELL, S. Interactivity in the classroom and its impact on learning. **Elsevier - Computers and Education**, v 54, n 3, p. 759-766, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131509002760>>. Acesso em: 08 ago. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9394 20 de dezembro de 1996**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm). Acesso em: 01 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Decreto nº 2.208, de 17 de abril de 1997**: Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 42 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.—Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D2208.htmimpressa.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2208.htmimpressa.htm)>. Acesso em: 01 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação **Decreto nº 5.154, de 23 de julho de 2004**: Regulamenta o § 2º do art. 36 e os arts. 39 a 41 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5154.htm#art9](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5154.htm#art9)>. Acesso em: 05 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação **Resolução nº 6, de 20 de setembro de 2012**, do CNE/CEB: Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio, 2012. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=11663-rceb006-12-pdf&category\\_slug=setembro-2012-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11663-rceb006-12-pdf&category_slug=setembro-2012-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 01 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Medida Provisória nº 746, de 22 de setembro de 2016**. Institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral, altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e a Lei nº 11.494 de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, e dá outras providências, 2016. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=48601-mp-746-ensino-medio-link-pdf&category\\_slug=setembro-2016-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=48601-mp-746-ensino-medio-link-pdf&category_slug=setembro-2016-pdf&Itemid=30192)>. Acesso em: 01 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (PCNEM-CNM)**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 06 dez 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - Linguagens, códigos e suas tecnologias**: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais (PCN+). Brasília, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 06 dez 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação **Matrizes de Referência**. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/educacao-basica/encceja/matrizes-de-referencia>>. Acesso em: 06 dez 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCCpublicacao.pdf>>. Acesso em: 06 dez 2017.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

CHERVEL, André. **L’histoire des disciplines scolaires**. Paris: Histoire de L’education, n.38, 1988, p. 59-119.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL – CGI.br. Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras. **TIC Educação 2015 (Livro eletrônico)**. Coord. Alexandre F. Barbosa. São Paulo: CGI.br, 2016. Disponível em: <[http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC\\_Edu\\_2015\\_LIVRO\\_ELETRONICO.pdf](http://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_Edu_2015_LIVRO_ELETRONICO.pdf)> Acesso em: 28 dez. 2016.

DELYRA, Jorge L. A universidade e a revolução informática. **Revista USP**, São Paulo, n. 35, p. 76-85, 1997. Disponível em: <<http://www.periodicos.usp.br/revusp/article/download/26877/28658>>. Acesso em: 25 abril 2017.

FERNANDES, Reynado; GREMAUD, Amaury Patrick. Qualidade na educação: avaliação, indicadores e metas. **Educação básica no Brasil: construindo o país do futuro**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Amaury\\_Gremaud/publication/237657219\\_Qualidade\\_da\\_Educacao\\_Avaliacao\\_indicadores\\_e\\_metas/links/543fdd9f0cf21227a11b9657.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Amaury_Gremaud/publication/237657219_Qualidade_da_Educacao_Avaliacao_indicadores_e_metas/links/543fdd9f0cf21227a11b9657.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2018.

FERREIRA, Antonio Cezar Ramos. **O uso do simulador PhET no ensino de indução eletromagnética**. 2016.101f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Fluminense Volta Redonda, 2016.

FILATRO, Andrea; PICONEZ, Stela Conceição Bertholo. *Design Instrucional Contextualizado*. **Congresso Internacional da Associação Brasileira de Educação a Distância**. Abril de 2004. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/049-tc-b2.htm>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 23<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1999.

GHIRALDELLI JR., Paulo. **Filosofia da educação**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

\_\_\_\_\_. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GRISPUN, Mirian P. S. Zippin. Educação Tecnológica. In: GRISPUN, Mirian P. S. Zippin (Org.). **Educação Tecnológica: desafios e perspectivas**. São Paulo: Cortez, 2002.

GROSSI, Márcia Gorett Ribeiro; LEROY, Fernanda Storck; ALMEIDA, Rangel Benedito Sales de. Neurociência: Contribuições e experiências nos diversos tipos de aprendizado. **Abakós**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 34-50, 2015. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/abakos/article/view/P.2316-9451.2015v4n1p34/8777>>. Acesso em: 16 ago. 2017

HANDA, Jaime Kenji; SILVA, Jaime Balbino G. Objetos de Aprendizagem (Learning Objects). **Coletânea Boletim EAD 1** – Unicamp. São Paulo, p. 115-118, 2008. Disponível em: <[https://www.ggte.unicamp.br/ggte/site\\_ggte/arquivos/publicacoes/Coletanea\\_BoletimEADisbn.pdf](https://www.ggte.unicamp.br/ggte/site_ggte/arquivos/publicacoes/Coletanea_BoletimEADisbn.pdf)>. Acesso em: 06 dez 2017.

IEEE LTSC. **Learning Technology Standards Committee**. 2016. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/>. Acesso em: 12 set. de 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Matriz de Competências de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias do Ensino Médio**. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/encceja/matriz\\_competencia/Mat\\_Cien\\_Nat\\_EM.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/encceja/matriz_competencia/Mat_Cien_Nat_EM.pdf)>. Acesso em: 13 set. 2016.

JOHNSON, Steven. **Cultura da interface**: como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Ed 34, 2010.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MARKOVA, Dawna. **O natural e ser inteligente**: padrões básicos de aprendizagem a serviço da criatividade e educação. São Paulo: Summus, 2000.

MONTEIRO, Bruno de S.; CRUZ, Henry Pôncio; ANDRADE, Mariel Andrade; GOUVEIA, Thiago; TAVARES, Romero; ANJOS, Lucídio F. C. Metodologia de desenvolvimento de objetos de aprendizagem com foco na aprendizagem significativa. **XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Brasília, 2006. Disponível em: <[http://rived.mec.gov.br/artigos/2006\\_XVIIISBIE.pdf](http://rived.mec.gov.br/artigos/2006_XVIIISBIE.pdf)>. Acesso em: 06 dez 2017.

MORAIS, Suzanne Silva Rodrigues de. Tecnologia e Educação. **Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online**. v.6, n. 1, jun. 2017. Disponível em: < [http://http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais\\_linguagem\\_tecnologia/article/view/12183](http://http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/anais_linguagem_tecnologia/article/view/12183)>. Acesso em: 10 set. 2018.

MOTTA-ROTH, Désirée; HENDGES, Graciela Rabuske. **Produção textual na universidade**. São Paulo: Parábola, 2010.

NEVES, José Luís. Pesquisa Qualitativa: características, usos e possibilidades. **Cadernos de Pesquisa em Administração**, São Paulo: v.1, n. 3, 1996.

PEDROSA, José G. **Fundamentos da Educação Tecnológica** - Programa de Pós-graduação em Educação Tecnológica. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. 06 mar. 2017, 19 jun. 2017. Notas de Aula.

PERUZZI, Sarah Luchese; FOFONKA, Luciana. A importância da aula prática para a construção significativa do conhecimento: a visão dos professores das ciências da natureza. **Revista Educação Ambiental em Ação** – n. 47, ano XII, mar-mai. 2014. Disponível em: <http://http://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=1754>. Acesso em: 14 ago. 2018.

PINTO, Álvaro Vieira. A Tecnologia. In: Pinto, Álvaro Vieira. **O conceito de Tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

RESES, Gabriela de Leon Nóbrega. **Didática e Avaliação no Ensino de Ciências Biológicas**. Centro Universitário Leonardo da Vinci – Indaial, Grupo UNIASSELVI, 2010.

RIVED. **Rede Interativa Virtual de Educação**. 2017. Disponível em: <<http://rived.proinfo.mec.gov.br/>>. Acesso em: 06 dez 2017.

ROPÉ, Françoise; TANGUY, Lucie (Orgs.). **Saberes e competências: o uso de tais noções na escola e na empresa**. Campinas: Papirus, 1997.

PHET. **Physics Education Technology**. 2018. Disponível em: < [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)>. Acesso em: 10 set 2018.

SANTOS, Railton Vieira dos. **A utilização do software livre PhET como material de apoio ao professor no processo de ensino-aprendizagem de física**. 2016 58 f. Dissertação(Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) Programa de Pós-Graduação em Física da Universidade Federal do Piauí, Piauí, 2016.

SELEME, Roberto Bohlen; MUNHOZ, Antonio Siemsen. A funcionalidade e flexibilidade dos objetos de aprendizagem. In: SELEME, Roberto Bohlen; MUNHOZ, Antonio Siemsen. **Criando universidades corporativas no ambiente virtual**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SILVA, Fabiany de Cássia Tavares. Cultura escolar: quadro conceitual e possibilidades de pesquisa. **Educar**, Curitiba, n. 28, p. 201-216, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/er/n28/a13n28.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

SILVA, Marco. Que é interatividade. **Boletim técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, maio/ago, 1998. Disponível em: <http://www.senac.br/boletim/boltec242d.htm>>. Acesso em: 06 dez 2017.

SINGH, Harvi. **Introduction to Learning Objects**. 2001. Disponível em: <<http://www.elearningforum.com/july2001/singh.ppt>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

TAROUCO, Liane M. R.; GRANDO, Anita R. S.; KONRATH, Mary L. P. Alfabetização visual para a produção de objetos educacionais. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (UFRGS), v. 1, n. 2, 2003. Disponível em: <[http://www.cinted.ufrgs.br/renote/set2003/artigos\\_anitapdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renote/set2003/artigos_anitapdf)>. Acesso em: 20 dez. 2017.

VALENTE, S. M. P. **Competências e Habilidades: pilares do paradigma avaliativo emergente**. 2017. Parâmetros Curriculares Nacionais e Avaliação nas perspectivas do Estado e da Escola. Universidade Estadual Paulista, Marília, 2002. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/268205635\\_COMPETENCIAS\\_E\\_HABILIDADES\\_PILARES\\_DO\\_PARADIGMA\\_AVALIATIVO\\_EMERGENTE](https://www.researchgate.net/publication/268205635_COMPETENCIAS_E_HABILIDADES_PILARES_DO_PARADIGMA_AVALIATIVO_EMERGENTE)>. Acesso em: 05 dez. 2017

VICARI, Rosa Maria; BEZ, Marta; SILVA, Júlia Marques Carvalho da Silva; RIBEIRO, Alexandre; GLUZ, João Carlos; PASSERINO, Liliana; SANTOS, Elder; PRIMO, Tiago Primo; ROSSI, Luiz; BORDIGNON, Alexandro; BEHAR, Patricia; FILHO, Raymundo; ROESLER, Valter. Proposta de Padrão de Objetos de Aprendizagem Baseados em Agentes (OBAA). **Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre, v. 8 n. 2, julho, 2010. Disponível em: <[http://obaa.unisinos.br/drupal7/sites/default/files/doc\\_files/publicacoes/15257-53544-1-PB.pdf](http://obaa.unisinos.br/drupal7/sites/default/files/doc_files/publicacoes/15257-53544-1-PB.pdf)> Acesso em: 24 set. 2018

TORI, Romero. **Tecnologias interativas na redução de distâncias em educação:**

**taxonomia da mídia e linguagem de modelagem.** 2003. 188 f. Tese (livre docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. São Paulo, 2003.

Wiley, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. In D. A. Wiley (Ed.), **The Instructional Use of Learning Objects: Online Version.** 2000. Disponível em: <<http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>>. Acesso em: 20 jun. 2018.