



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO**



**OBJETOS EDUCACIONAIS VIRTUAIS EM LIVROS DIDÁTICOS
DE FÍSICA: LIMITES E POTENCIALIDADES**

THAIANNE LOPES DE SOUZA REZENDE

UBERLÂNDIA, 2019

**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO**

**OBJETOS EDUCACIONAIS VIRTUAIS EM LIVROS DIDÁTICOS
DE FÍSICA: LIMITES E POTENCIALIDADES**

THAIANNE LOPES DE SOUZA REZENDE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia como requisito para obtenção do título de Doutora em Educação.

Linha de Pesquisa: Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Rogério Vargas Ustra.

UBERLÂNDIA, 2019

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

R467
2019 Rezende, Thaianne Lopes de Souza, 1993-
Objetos Educacionais Virtuais em Livros Didáticos de Física
[recurso eletrônico] : Limites e Potencialidades / Thaianne Lopes
de Souza Rezende. - 2019.

Orientador: Sandro Rogério Vargas Ustra.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-
graduação em Educação.

Modo de acesso: Internet.

Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2019.2508>

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Educação. I. Ustra, Sandro Rogério Vargas ,1969-, (Orient.).
II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em
Educação. III. Título.

CDU: 37

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Educação				
Defesa de:	Tese de Doutorado Acadêmico, 50/2019/240, PPGED				
Data:	Dezessete de dezembro de dois mil e dezenove	Hora de início:	[14h]	Hora de encerramento:	[18h43min]
Matrícula do Discente:	11613EDU013				
Nome do Discente:	THAIANNE LOPES DE SOUZA REZENDE				
Título do Trabalho:	"Objetos Educacionais Virtuais em Livros Didáticos de Física: Limites e Potencialidades"				
Área de concentração:	Educação				
Linha de pesquisa:	Educação em Ciências e Matemática				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	"Resolução de problemas e objetos educacionais virtuais nos livros didáticos: contribuições à inserção de física moderna e contemporânea"				

Reuniu-se no Anfiteatro/Sala 1G145, Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Educação, assim composta: Professores Doutores: Alice Helena Campos Pierson - UFSCar; Eduardo Adolfo Terrazan - UFSM; Eduardo Kojy Takahashi - UFU; Emerson Luiz Gelamo - UFU e Sandro Rogério Vargas Ustra - UFU, orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Sandro Rogério Vargas Ustra, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

[A]provado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação

interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Sandro Rogerio Vargas Ustra, Professor(a) do Magistério Superior**, em 17/12/2019, às 18:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alice Helena Campos Pierson, Usuário Externo**, em 17/12/2019, às 18:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **EDUARDO ADOLFO TERRAZZAN, Usuário Externo**, em 17/12/2019, às 18:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Emerson Luiz Gelamo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 17/12/2019, às 18:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Kojoy Takahashi, Usuário Externo**, em 17/12/2019, às 18:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1759927** e o código CRC **862EC229**.

Dedico esse trabalho a meus pais, Sandra e Monisley, que sempre me disseram que os estudos seriam a única herança que poderiam me deixar e que nunca mediram esforços para que eu alcançasse meus objetivos. Ao meu marido, Mário Sérgio, por sempre me apoiar e ter sido meu porto seguro durante essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente, a Deus que me deu o dom da vida, a quem me apego nos momentos difíceis e, que, com certeza, nunca me desamparou.

Aos meus pais, Sandra e Monisley, que sempre me apoiaram e me ensinaram que os estudos é um bem precioso e muito importante para me formar enquanto pessoa, enquanto profissional e enquanto filha. Agradeço por terem acreditado em mim, principalmente, por me ajudarem a me tornar quem hoje eu sou. Saibam que são tão vitoriosos quanto eu, pois mesmo com tantas dificuldades, nunca mediram esforços para me proporcionar as melhores oportunidades acadêmicas e pessoais. Essa tese também é de vocês, fruto das noites mal dormidas e das privações que passaram por tantos anos.

A meu marido, Mário Sérgio, que durante esses quatro anos de doutorado foi meu porto seguro e minha calma em meio a tantas inquietações. Agradeço por estar sempre ao meu lado, me impulsionando e me ajudando, mesmo nos dias mais difíceis em que estava tão impaciente e ansiosa. Você não titubeou ao abrir mão de certas atividades e também passou por algumas privações para que eu pudesse estudar e concluir esse trabalho. Saiba que tudo isso é fruto do amor e dedicação em mim colocados. Sou grata por mesmo na minha impaciência, você estar sempre feliz, brincalhão e compreensivo. E, claro, sou ainda mais grata por ser meu companheiro, por ter topado mudar de vida para que eu pudesse ir em busca do meu sonho. Você tem minha eterna gratidão, admiração e amor.

A todos os meus familiares que sempre me apoiaram e me incentivaram a seguir essa jornada de eterna estudante. Sempre estavam dispostos a me levar aos congressos, a assistir minhas apresentações, a buscar livros na biblioteca em que estudavam e, até mesmo, a ouvir minhas lamentações e inquietações. Com certeza, vocês fazem parte da construção dessa história!

Ao meu orientador, Sandro, que desde o início foi paciente e tanto me ajudou para a construção desse trabalho. Agradeço por sempre ter dedicado seu tempo para me orientar. Obrigada pelas indicações de leitura, pelas tardes de conversa e reuniões. Saiba que tem minha mais profunda admiração, pois aceitou trabalhar comigo nessa jornada, mesmo sabendo que

tínhamos pouco tempo para a conclusão, além disso, sempre entendia minha necessidade de estudar para concursos e me ajudava, lendo meus textos de estudos e também me indicando em que melhorar. Uma vez me foi dito que um professor estende as mãos, abre a mente e toca o coração; pode ter certeza que o senhor é esse professor, não mediu esforços em nenhum momento para me auxiliar. Deixo aqui minha eterna gratidão e admiração e espero que um dia eu possa ser pelo menos um pouco do professor que o senhor é. Obrigada!

Às minhas amigas da vida acadêmica: Dayane e Lorena, que estavam sempre comigo, me ajudavam a entender alguns textos e travaram comigo inúmeras discussões filosóficas. Sempre me ajudavam na UFU e fizeram grandes favores devido à distância que me encontro. Obrigada por se fazerem presentes nos momentos tão solitários pelos quais passei.

Aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado durante toda essa caminhada, em especial à Ariadne, que em tão pouco tempo de amizade me ajudou nas discussões e na formatação do trabalho e esteve ao meu lado nesses últimos momentos de inquietação. E também a minha amiga Taís, que nunca mediu esforços, mesmo distante, para me apoiar e me incentivar nessa jornada acadêmica, além de ser parte fundamental desse trabalho, pois dedicou o seu tempo para me ajudar na leitura e nas correções ortográficas.

À banca, por ter aceitado o nosso convite desde a qualificação até a defesa e fez grandiosas contribuições para a construção desse trabalho.

*Feliz é aquele que transfere o que sabe e
aprende o que ensina. (Cora Coralina)*

LISTA DE ABREVIACÕES

AC	Análise de Conteúdo
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BIOE	Banco Internacional de Objetos Educacionais
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CNPQ	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DAED	Divisão de Atividades Educacionais
EAD	Educação a Distância
GEMATEC	Grupo de Estudos de Metáforas e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MDA	Modelo Didático Analógico
MEC	Ministério da Educação
MECA	Metodologia de Ensino Com Analogias
AO	Objeto de Aprendizagem
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OED	Objeto Educacional Digital

OEV	Objeto Educacional Virtual
ON	Observatório Nacional
PNLD	Plano Nacional do Livro Didático
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PISA	Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes
RIVED	Rede Interativa Virtual de Educação
SEED	Secretária de Educação a Distância
TDIC	Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação
TWA	Teaching With Analogies
UFU	Universidade Federal de Uberlândia

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema das fases para Análise de conteúdo.....	43
Figura 2. Coleção edição 2015.....	50
Figura 3. Coleção edição 2018.....	56
Figura 4. OEV – Sistema Massa-mola.....	66
Figura 5. OEV – Defeitos de visão	71
Figura 6. OEV – Circuito simples.....	76
Figura 7. OEV – Atitudes para combater o aquecimento global	81
Figura 8. OEV – Poluição da Natureza	87
Figura 9. OEV – Observatório Nacional.....	90
Figura 10. Acesso a divulgação e educação em Ciência.....	91
Figura 11. Seção na área educacional	91
Figura 12. Objeto proposto na questão da prova do PISA 2015.....	98
Figura 13. Detalhes do objeto proposto na questão da prova do PISA 2015.....	99
Figura 14. Esquema da análise do OEV Sistema massa-mola.....	106
Figura 15. Esquema da análise do OEV Mr. Magoo	107
Figura 16. Esquema da análise do OEV Laboratório Virtual DC.....	108
Figura 17. Esquema da análise do OEV Aquecimento Global	109
Figura 18. Esquema da análise do OEV Poluição Ambiental.....	110
Figura 19. Esquema da análise do OEV Observatório Nacional	111
Figura 20. Esquema OEV do PISA 2015.....	112

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição dos OEV presentes na Coleção 2015	54
Gráfico 2. Finalidades dos OEV da Coleção 2015.....	54
Gráfico 3. Distribuição dos OEV presentes na Coleção 2018	60
Gráfico 4. Finalidades dos OEV da Coleção 2018.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Disposição da análise das figuras	38
Quadro 2. Descrição das dissertações	45
Quadro 3. OEV retirados da edição 2015 e incluídos na edição 2018 – Volume 1.....	62
Quadro 4. OEV retirados da edição 2015 e incluídos na edição 2018 – Volume 2.....	63
Quadro 5. OEV retirados da edição 2015 e incluídos na edição 2018 – Volume 3.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 1 - 2015.....	51
Tabela 2. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 2 - 2015.....	52
Tabela 3. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 3 - 2015.....	52
Tabela 4. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 1 - 2018.....	57
Tabela 5. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 2 - 2018.....	57
Tabela 6. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 3 - 2018.....	58

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
INTRODUÇÃO	1
OBJETOS EDUCACIONAIS VIRTUAIS E OS DOCUMENTOS OFICIAIS	7
1.1 – Objetos Educacionais Virtuais.....	7
1.2 – Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	12
1.3 – Os OEV nos editais do Plano Nacional do Livro Didático 2015 e 2018.....	14
OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS.....	17
2.1 – Breve histórico da perspectiva Bachelardiana.....	17
2.2 – Obstáculos epistemológicos gerais	20
2.3 – Obstáculos epistemológicos particulares.....	22
ANALOGIAS E METÁFORAS NO ENSINO DE FÍSICA	28
AS ICONOGRAFIAS DOS OBJETOS EDUCACIONAIS VIRTUAIS	36
DELINEAMENTO METODOLÓGICO E A ANÁLISE DE CONTEÚDO	40
ANÁLISE, RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
6.1 – Levantamento Bibliográfico	45
6.2 – Análise da coleção de livros didáticos do Edital 2015	48
6.3 - Análise da coleção de livros didáticos do Edital 2018.....	55
6.4 – Comparando as edições da coleção nos editais 2015 e 2018	61
6.5 – Análise de OEV das coleções 2015 e 2018	65
6.5.1. Sistema massa-mola.....	65
6.5.2. Ajude Mr. Magoo a observar o mundo com outros olhos	70
6.5.3. Laboratório virtual de circuito DC.....	76
6.5.4. Dez atitudes para você combater o aquecimento global.....	80
6.5.5. O que se sabe sobre o rompimento das barragens em Mariana (MG)	85

6.5.6. Observatório Nacional	89
6.6 – OEV presente na prova do PISA 2015	96
6.7 - Impresso x Digital: relações possíveis	100
INFERÊNCIAS E DESDOBRAMENTOS DA ANÁLISE.....	105
CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
REFERÊNCIAS	122

RESUMO

A presente tese contempla resultados de uma análise de livros didáticos de Física quanto à apresentação de objetos educacionais virtuais e sua articulação a contextos escolares típicos do Ensino Médio. Objetivamos compreender as principais características desses objetos, além de analisar seus limites e potencialidades, visto que, muitas vezes, apesar de propostos, não são utilizados em sala de aula. Apresentamos um levantamento bibliográfico sobre o tema e os resultados obtidos na análise dos três volumes de uma das coleções utilizadas em escolas públicas e aprovadas no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático em 2015 e em 2018. A fim de compreender como os OEV são propostos e possíveis contribuições, analisamos um dos objetos propostos na prova do PISA em 2015, adotando também uma abordagem qualitativa através da análise de conteúdo. A partir dos resultados obtidos foi possível concluir que os objetos educacionais virtuais são propostos em quantidade expressiva, mas ainda não apresentam atributos (viabilidade e orientações quanto à sua utilização pedagógica) que os destaquem como um recurso mais vantajoso em relação ao texto impresso nas condições usualmente encontradas nas salas de aula. No entanto, compreendemos a função desses objetos enquanto uma aproximação entre os conceitos envolvidos e um contexto mais familiar ou acessível ao aluno. Dessa forma, abordamos suas limitações e potencialidades, estabelecendo um paralelo com estratégias didáticas fundamentadas em analogias e metáforas propostas na área de Ensino de Ciências/Física. A partir dos resultados, discutimos possibilidades de inserção efetiva dos objetos educacionais virtuais em sala de aula visando uma aprendizagem efetiva.

PALAVRAS-CHAVE: Livro didático. Objetos educacionais virtuais. Ensino de Física.

ABSTRACT

This thesis contemplates the results of an analysis of Physics textbooks regarding the presentation of virtual educational objects and their articulation with typical high school contexts. We aim to understand the main characteristics of these objects, in addition to analyzing their limits and potentialities, since, although often proposed, they are not used in the classroom. We present a bibliographic survey on the theme and the results obtained in the analysis of the three volumes of one of the collections used in public schools and approved under the National Textbook Program in 2015 and 2018. In order to understand how OEVs are proposed, we generally analyzed one of the proposed objects in the PISA test in 2015, also taking a qualitative approach through content analysis. From the obtained results it was possible to conclude that the virtual educational objects are proposed in expressive quantity, but still do not have attributes (viability and orientations regarding their pedagogical use) that highlight them as a more advantageous resource in relation to the printed text in the usual conditions found in classrooms. However, we understand the function of these objects as an approximation between the concepts involved and a context more familiar or accessible to the student. Thus, we approach its limitations and potentialities, establishing a parallel with didactic strategies based on analogies and metaphors proposed in the area of Science/Physics Teaching. From the results, we discuss possibilities for effective insertion of virtual educational objects in the classroom aiming at effective learning.

KEYWORDS: Textbook. Virtual educational objects. Physics teaching.

INTRODUÇÃO

Desde criança, sempre gostei de estudar e minha mãe, observando esse meu interesse, começou a me ensinar, em casa, as vogais e em seguida o alfabeto. Com três anos de idade, entrei no Jardim II, assim chamado na época, em uma escola pública. A partir de então, tudo que era ensinado me fascinava e eu aprendia com grande empenho.

Fui crescendo e tomando gosto pelos números e pela ciência; estudar como fazer as operações, como os seres vivos são formados, os fenômenos naturais e isso tudo me encantava.

Além de sentir prazer em estudar, fui tomando gosto por ensinar os colegas que, às vezes, tinham algumas dificuldades em entender o que fora ensinado pelo professor, vendo isso, um professor de matemática que tive na 7ª série e na 8ª série do Ensino Fundamental, sugeriu que eu fosse monitora, e com isso, eu era gratificada com nota extra. Assim, começou minha experiência associada ao ensino.

Cada vez mais fui gostando de ensinar e chegando ao Ensino Médio, vi a necessidade de começar a trabalhar, pois assim teria meu próprio dinheiro e adquiriria experiência. Meu primeiro trabalho foi em uma escola particular da minha cidade, Ipameri - Goiás, onde inicialmente fui contratada para ser monitora da coordenação; nesse cargo eu realizava diversas funções. Entretanto, meu desejo era ter maior contato com os alunos; ao observar isso, a coordenadora me propôs auxiliar uma professora do Infantil II, com crianças na faixa etária de 3 e 4 anos e eu aceitei esse desafio.

Enquanto trabalhava, dedicava-me diligentemente aos estudos; chegando ao 3º ano do Ensino Médio, resolvi sair da escola em que trabalhava para poder dedicar meu tempo integral aos estudos e assim, conseguir entrar em uma universidade por meio do vestibular, até então, o processo seletivo utilizado pelas instituições na época.

Foquei minhas forças e meu tempo nos estudos e diante de minha predileção pelos números e pelos fenômenos naturais, considerando a dificuldade que seria para os meus pais se eu escolhesse um curso em que teria que morar fora, prestei vestibular no Instituto Federal Goiano

para Licenciatura em Matemática e na Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão para Licenciatura em Física, que eram cursos noturnos em outras cidades, próximas a minha, mas que eu teria a possibilidade de ir e vir todos os dias de ônibus.

Dessa forma, obtive aprovação em ambos os processos e chegou o momento difícil: escolher um dos dois. Eu gostava de números, mas para mim era ainda mais importante entender realmente os fenômenos da natureza, uma vez que a Física que me foi lecionada na escola tornou-se precária, pois sempre trocava de professor e cada vez ensinavam coisas diferentes e de maneira superficial. Pensando nesses aspectos, escolhi o curso de Licenciatura em Física, pois desejava aprender e conhecer a fundo a ciência para assim poder ensinar àqueles que têm dificuldades nessa disciplina.

Durante a graduação, sempre me dediquei bastante, mantive o foco e engajei-me firmemente nos estudos, mantendo uma rigorosa rotina. Durante o primeiro ano, não entrei em nenhum projeto de pesquisa, pois ainda estava identificando qual área seria mais interessante. No segundo ano, entretanto, surgiu a oportunidade de desenvolver um projeto de pesquisa voluntário na área de Física Estatística, com um dos professores do curso, interessada, propus a participar. Além desse projeto, surgiram vagas remuneradas para o PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) e como era na área de ensino, pela qual me interessava, concorri à vaga e me tornei aluna bolsista por dois anos e meio.

Creio que o PIBID foi crucial para o meu desenvolvimento no âmbito pedagógico, uma vez que quando estamos dentro da escola e na presença de um professor, podemos identificar as principais dificuldades da sala de aula e ver se é realmente a profissão que desejamos ter. Apesar de ver todas as dificuldades enfrentadas pelo professor, a área de ensino foi a que mais me interessou e decidi que era realmente isso que eu queria, pois desejava ser uma professora como nunca tive: que tentasse sempre realizar atividades diferentes em sala de aula, levar experiências, jogos lúdicos para tornar mais palpável e visível o que era ensinado.

Antes de terminar a graduação, comecei a lecionar em uma escola pública de minha cidade natal e, desde então, pude vivenciar de fato como é ser professor.

Sem pensar duas vezes, ao concluir a graduação, inscrevi-me para o Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado profissional da UFU e com muito êxito, obtendo aprovação. No mestrado, inicialmente, o projeto de pesquisa que havia proposto para o processo seletivo era uma sequência didática com o uso de experimentos, mas em uma conversa com o meu orientador do mestrado, ele me mostrou a importância de se realizar uma

pesquisa sobre as feiras de ciência e pude perceber que também tinha dificuldades com relação à sua realização e à compreensão do papel desses eventos. A partir disso, comecei a estudar, ler artigos, livros e a pesquisar mais sobre esse tema e, como resultado, confeccionei um material de apoio para professores que, assim como eu, tinham dificuldades em realizar feiras científicas, além de concluir a pesquisa, apresentando minha dissertação sobre os aspectos relevantes das feiras de ciências.

Enquanto estava no mestrado, mudei de cidade e continuei ministrando aulas em uma escola, onde permaneci durante quatro anos e meio, até dezembro de 2018. Nessa escola, sempre busquei realizar abordagens metodológicas diferenciadas, usando projetos, experiências, jogos lúdicos, simulações e animações. Dessa maneira, tentava aplicar, a meu modo, algumas ideias desenvolvidas em artigos e discutidas com colegas ao longo da caminhada do mestrado.

Finalizando o mestrado, em 2015, inscrevi-me no processo seletivo do Programa de Pós-Graduação em Educação – Doutorado, obtendo aprovação com um projeto de pesquisa sobre o uso de experimentação investigativa. Apesar de o tema do projeto inicial ser interessante, sentia falta de algo mais profundo e, durante uma conversa com o orientador, expus que em minha atuação em sala de aula costumava utilizar muito objetos educacionais virtuais (OEV) com os alunos para facilitar a visualização de alguns fenômenos físicos, considerados abstratos.

Recordo-me que, durante minha experiência estudantil, inclusive na universidade, raramente os professores utilizavam os OEV, sendo que só conheci alguns objetos de aprendizagem durante uma disciplina cursada na graduação chamada de “Informática para o Ensino de Física”. Nessa disciplina, aprendemos a usar alguns aplicativos como o *modellus* e o *scratch*, em que tais objetos podiam ser manipulados para a compreensão de alguns fenômenos físicos. Entretanto, meus estudos sobre os OEV aprofundaram durante uma disciplina no mestrado chamada de “Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências e Matemática”, na qual aprendemos várias formas de se utilizar as tecnologias digitais em sala de aula, elaborando atividades em que os alunos pudessem ser protagonistas do próprio processo de aprendizagem.

Após esse contato mais aprofundado com as tecnologias digitais, passei a utilizá-las enquanto metodologia de ensino na escola de atuação. Os OEV auxiliavam os alunos na visualização e manipulação de informações e isso colaborava para a aprendizagem desses alunos, uma vez que, como sabemos, na Física, muitos conceitos são bastante abstratos e a partir de uma visualização, os alunos parecem conseguir melhorar a sua compreensão.

Diante deste quadro, o **objetivo principal** de nossa pesquisa durante o doutorado foi analisar os objetos educacionais virtuais (OEV) de Física, propostos nos livros didáticos disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) nos editais 2015 e 2018, estabelecendo seus limites e potencialidades, buscando compreender suas relações com possíveis obstáculos epistemológicos. Além disso, investigamos potenciais contribuições de estratégias didáticas envolvendo analogias e metáforas no contexto dos OEV.

Essa pesquisa foi proposta pensando nas inovações que surgem no ensino de ciências e nos objetos educacionais virtuais que se encaixam como um dos recursos que colaboram para o processo de ensino-aprendizagem; os quais, mesmo com tantas aplicações disponíveis continuam longe de ser “acessíveis” aos alunos, uma vez que mesmo compondo parte do material didático fornecido pelo governo, como se pode ver a partir do PNLD, alunos e professores permanecem distantes de sua efetiva utilização.

Trata-se de um tema relevante, pois a partir dos objetos educacionais esperamos que o desenvolvimento das capacidades pessoais seja estimulado, bem como habilidades específicas, culminando em contribuições concretas para a aprendizagem.

Inicialmente, identificamos os livros didáticos de Física, tanto do PNLD 2015 quanto do PNLD 2018, utilizados nas escolas de Uberaba/MG. Focamos nas edições da coleção mais utilizada do PNLD na região.

Assim, configuram-se como **objetivos específicos** dessa pesquisa:

- Categorizar, conforme as finalidades de uso, os objetos educacionais virtuais propostos nas coleções.
- Estabelecer os limites e as potencialidades dos OEV enquanto ferramenta didática para o processo de ensino-aprendizagem.

A estrutura da tese contempla as seções propostas/descritas a seguir.

Na seção “Objetos Educacionais Virtuais e os Documentos Oficiais”, tratamos sobre os objetos educacionais virtuais, detalhamos, portanto, as definições encontradas e suas características, bem como os pesquisadores tratam esse tema. Fizemos ainda, uma abordagem sobre o que os documentos oficiais tratam e como abordam o uso desses objetos enquanto ferramenta didática, sendo assim, fizemos uma abordagem sobre como os objetos são propostos/encarados na BNCC (Base Nacional Comum Curricular) e também nos Editais 2015 e 2018 do PNLD para a sua inclusão nos livros didáticos.

Na seção “Obstáculos Epistemológicos”, abordamos a perspectiva Bachelardiana sobre como o conhecimento científico deve ser entendido enquanto construção humana, mais especificamente sobre as modificações dos conhecimentos científicos ao longo do seu desenvolvimento e para isso devemos compreender o espírito científico, assim, fizemos uma abordagem sobre os obstáculos epistemológicos e como são compreendidos por Bachelard. Essa discussão foi feita para a compreensão das suas implicações aos OEV.

Na perspectiva de compreender o uso dos OEV, na seção “Analogias e Metáforas no Ensino de Física”, discorremos como as analogias e as metáforas podem ser entendidas como ferramentas didáticas, como podem ser utilizadas, bem como os modelos propostos podem facilitar o seu uso. Além disso, discutimos suas relações com os OEV, implicações ao serem usadas nos livros didáticos e também como se destacam no uso dos objetos, expondo suas características e limites.

Na seção “As Iconografias dos Objetos Educacionais Virtuais”, tratamos sobre como as imagens podem ser entendidas dentro da proposta/construção de um objeto, isto é, abordamos como a iconografia pode ser compreendida, quanto aos seus objetivos, e como pode contribuir para a utilização dos objetos propostos nos livros didáticos.

A seção “Delineamento Metodológico e a Análise de Conteúdo” contempla o delineamento da pesquisa, isto é, tratamos da metodologia de análise escolhida para amparar a pesquisa, a qual se encontra baseada em algumas etapas na Análise de Conteúdo.

Na seção “Análise, Resultados e Discussões”, apresentamos os resultados e as análises realizadas sobre os OEV, essa seção é composta por 7 subseções. Assim, na primeira subseção, fizemos uma abordagem inicial quanto aos trabalhos que aparecem com a mesma temática, um levantamento bibliográfico. Na segunda e na terceira subseções, descrevemos uma análise quantitativa dos objetos propostos nas duas edições da coleção escolhida. Na quarta subseção, analisamos as formas como os editais do PNLD se diferem de um ano para outro na apresentação das duas edições analisadas. Na quinta subseção, exibimos uma análise específica de seis objetos escolhidos da coleção estudada; assim, focamos em relação aos limites e potencialidades desses OEV. Na sexta seção, abordamos uma análise reflexiva que busca comparar o material impresso e o material virtual quanto às suas contribuições para o processo de ensino-aprendizagem.

Ainda na seção “Análise, Resultados e Discussões”, na última subseção, realizamos uma análise de um dos objetos utilizados na prova do PISA de 2015 com o objetivo de conferir os objetos propostos na avaliação para que buscássemos ideias de como realizar a análise dos OEV

nos livros didáticos. Além disso, mostramos que avaliações externas já contemplam a inclusão das TDIC na metodologia de ensino bem como em processos avaliativos.

Na seção “Inferências e Desdobramentos da Análise”, tratamos sobre as inferências e encaminhamentos relacionados aos objetos analisados, buscando interpretar as suas relações, isto é, apontando semelhanças e diferenças a partir dos seus limites e suas potencialidades.

Por fim, apresentamos as nossas considerações a respeito da pesquisa, destacando pontos principais, além de uma reflexão sobre a importância de mais estudos sobre esses objetos para que possa ocorrer uma implementação efetiva e eficaz.

OBJETOS EDUCACIONAIS VIRTUAIS E OS DOCUMENTOS OFICIAIS

1.1 – Objetos Educacionais Virtuais

As inovações no Ensino de Ciências destacaram-se na década de 1950 com o desenvolvimento de vários projetos norte-americanos sediados em importantes universidades e institutos de pesquisa, que se estenderam ao Brasil, com foco na experimentação e desenvolvimento de materiais didáticos próprios. Com o desenvolvimento da área de Educação em Ciências, viu-se a necessidade de novos estudos e inovações para a melhoria da aprendizagem, surgindo várias vertentes como as concepções alternativas, história e filosofia da ciência, uso dos modelos mentais e resolução de problemas e, atualmente, com advento tecnológico e da internet, destacam-se os objetos educacionais virtuais, também chamado de objetos de aprendizagem, com o intuito de aprimorar a troca de informações, buscando consolidar conhecimentos.

De acordo com Wiley (2000), com o avanço tecnológico, surgiu uma tecnologia educacional chamada de objeto de aprendizagem, que “são elementos de um novo tipo de instrução baseada no paradigma orientado a objetos da ciência da computação” (WILEY, 2000, p. 2, tradução livre). A ideia da criação desses objetos era a de que pudessem ser reutilizados em diferentes contextos de aprendizagem e de forma acessível via internet.

Vale lembrar que inicialmente não existia um consenso sobre a definição desses objetos de aprendizagem, tornando-se necessária a criação de uma entidade que padronizasse essa nova tecnologia, o Comitê de Padrões de Tecnologia de Aprendizagem (LTSC - *Learning Technology Standards Committee*) do Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE) em 1996 (WILEY, 2000). Ao mesmo tempo, dois outros projetos foram criados para auxiliar na promoção de tais objetos, sendo eles o projeto Aliança de Autoria de Aprendizagem a Distância e Redes de Distribuição na Europa (ARIADNE - *Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe*) e Sistemas de Gerenciamento Instrucional (IMS- *Instructional*

Management Systems). Assim, começaram a desenvolver padrões para os objetos de aprendizagem, nos fornecendo algumas definições.

Entende-se que os objetos de aprendizagem (OA) têm conceitos muito amplos, entretanto, de modo geral, compreendemos como qualquer recurso suplementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para um contexto de aprendizagem, como afirma Tarouco, Grandó e Konrath (2003). Além disso, trata-se de materiais didáticos desenvolvidos para apoio no processo de ensino-aprendizagem (CARNEIRO e SILVEIRA, 2014).

Já que se trata de um conceito amplo para esse trabalho vamos compreender esses OA como arquivos digitais que são adaptados para o uso no processo de ensino-aprendizagem, logo, temos um dos tipos de objeto de aprendizagem que vamos chamá-lo de objetos educacionais virtuais (OEV).

Existem algumas definições para os objetos educacionais virtuais que se entrelaçam e estabelecem algum consenso. Para Wiley (2000) e Miranda (2014), os objetos educacionais virtuais podem ser qualquer fonte digital que poderá ser utilizada para a aprendizagem. Para Leão e Souto (2015), são recursos digitais dinâmicos, interativos e reutilizáveis em diferentes ambientes de aprendizagem elaborados a partir de uma base tecnológica e que foram desenvolvidos com fins educacionais, possibilitando tanto o uso de imagens, fotos, quanto trechos de vídeos, animações, página na web, simulações, entre outros. Já para Arantes e colaboradores (2010), são objetos digitais disponíveis na web projetados especificamente com objetivos educacionais.

Dessa forma, os objetos educacionais virtuais se mostram como uma ferramenta didática que utiliza a elaboração de um material didático envolvendo conteúdo, interdisciplinaridade e recursos tecnológicos, que possibilita repensar a educação considerando os espaços virtuais como espaços alternativos de aprendizagem diferentemente dos objetivos dos livros didáticos. Podemos entender os OEV como recursos disponíveis na rede (internet) que podem ser utilizados com fins educacionais, de acordo com o objetivo do professor.

O uso de OEV permite melhorar o processo de aprendizagem, uma vez que possibilita aos alunos mais tempo para formular hipóteses, auxilia na interpretação das soluções, bem como aproxima os conceitos científicos aos conceitos prévios e familiares dos alunos (MACEDO, 2009).

Os OEV carregam algumas características (LONGMIRE, 2000; BETTIO, 2003) como:

- a flexibilidade – construídos com início, meio e fim, os objetos são flexíveis, podendo ser reutilizados sem nenhum tipo de manutenção;

- a facilidade para atualização;
- customização – dada sua independência, os objetos podem ser utilizados em diversas áreas e para diferentes objetivos;
- interoperabilidade – associada à reutilização dos objetos em plataformas e ambientes variados;
- aumento de valor de um conhecimento – considerando a possibilidade de sua reutilização, o objeto pode ser melhorado, levando à sua consolidação;
- indexação e procura – a padronização dos objetos permite facilitar sua busca em diferentes bases/bancos.

Neste contexto, os OEV podem ser páginas da web, animações, simulações, laboratórios virtuais, vídeos, imagens, entre outros. Entretanto, muitas vezes, é comum haver confusão sobre o que tratam as animações, as simulações e os laboratórios virtuais. Existem características específicas que permitem diferenciá-los quanto à interatividade entre o estudante e o aplicativo.

As animações são sucessivas imagens em movimento, que limitam os estudantes a apenas assistir. Figueiredo e Brasil (2017) afirmam que:

no caso das animações, a interatividade é praticamente zero. O professor ou o próprio estudante iniciam a animação e, a partir de então, ficam limitados a assistir a uma sucessão de imagens em movimento que representam: (i) entidades e processos concebidos por um modelo científico; (ii) objetos e eventos que compõem um fenômeno natural; (iii) elementos que compõem a estrutura e o funcionamento de uma máquina ou aparato tecnológico (FIGUEIREDO; BRASIL, 2017, p. 93).

Desse modo, usando animações os alunos não podem interagir, apenas poderão visualizar um fenômeno, sem ao menos investigar o que está acontecendo. Nas animações os alunos têm acesso ao mesmo tipo de informações que descrevem ou narram um fenômeno, podendo fornecer até valores quantitativos, mas tais valores não surgem da interação entre o estudante e a animação, isto é, já são valores dados na animação.

As simulações permitem que os estudantes as manipulem podendo ter um grau de interatividade baixo, médio ou alto, isso depende das variáveis que os alunos podem alterar e as observações que estudantes podem verificar. Segundo Figueiredo e Brasil (2017), quanto maior o número de variáveis os estudantes puderem manipular e mais complexas forem, maior será a interação entre o estudante e a simulação. Além disso, as simulações podem apresentar

informações quantitativas, mas não se trata de uma característica dominante. Uma característica que permite diferenciar as simulações dos demais OEV é que predominam as representações de processos de modelos científicos, que pertencem ao mundo da ciência, ou seja, está relacionado a interação do estudante com a simulação visando ao estudo de uma teoria desenvolvida por um dos cientistas.

Além disso, Cenne (2007) aponta alguns benefícios do uso de simulação com os estudantes como:

- permite que os alunos testem e gerem suas próprias hipóteses;
- apresentam uma versão simplificada da realidade pela desmitificação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos;
- tornam conceitos abstratos mais concretos;
- reduzem a ambiguidade e ajudam a identificar relacionamentos de causa e efeito na descrição de fenômenos complexos;
- engajam os estudantes em tarefas, muitas vezes, com alto nível de interatividade;
- servem como preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório;
- auxiliam os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta;
- acentuam a formação de conceitos e promovem a mudança conceitual. (CENNE, 2007, p 21).

Já os laboratórios virtuais possuem um grau de interatividade médio e alto, uma vez que se aproximam dos laboratórios reais, sendo possível realizar experimentos muito parecidos com os reais. Dessa forma, é possível realizar medidas, isto é, obter informações quantitativas, já que nos laboratórios virtuais há “ícones que remetem aos equipamentos necessários para a realização de experimentos e que também são encontrados nos laboratórios reais” (FIGUEIREDO, BRASIL, 2017, p. 94). Entretanto, os laboratórios virtuais abordam tanto o cotidiano quanto a teoria científica.

Os professores podem assumir uma postura de mediador desse advento tecnológico, construindo relações e refletindo sobre as informações e os conteúdos, ou seja, é necessário que tenham uma postura dinâmica, reflexiva e crítica sobre sua atuação, atendendo às novas demandas da profissão.

Nesse sentido, Leão e Souto (2015) afirmam que se torna ainda mais importante uma formação que incentive a utilização das novas tecnologias para uma prática voltada a favorecer

processos de aprendizagem, possibilitando aos estudantes momentos em que os recursos da informática sejam utilizados para a educação.

No Brasil, por volta de 2000, começou um trabalho para a inclusão desses objetos na educação brasileira, por parte de incentivos do governo. Um desses incentivos a Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED), um programa da Secretaria de Educação a Distância (SEED), que tinha por objetivo a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de OEV (NASCIMENTO, 2005).

Atualmente, na página do Ministério da Educação está disponível o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), que é um repositório de objetos educacionais de acesso público em vários formatos e para todos os níveis de ensino, contando no total com 19842 objetos publicados em março de 2018.

Além disso, existem outros projetos que disponibilizam OEV, como o PHET COLORADO, que é uma página na web criada em 2002 e fomentada pela Universidade de Colorado que cria simulações interativas gratuitas de matemática e de ciências, as quais se baseiam em pesquisas extensas na educação e envolvem os alunos em um ambiente intuitivo para poderem aprender através da exploração e da descoberta, como afirma na descrição do site.

Dessa forma, com tantas características positivas, os professores podem se valer das potencialidades desses recursos refletindo sobre informações, conteúdos e recursos pedagógicos, construindo relações significativas para os estudantes. Mas, torna-se necessário que tenham uma postura dinâmica, reflexiva e crítica sobre sua atuação, atendendo às contínuas demandas da profissão.

Assim, Leão e Souto (2015) apontam que é essencial para os processos de ensino-aprendizagem o incentivo na formação dos professores quanto à utilização de novas tecnologias como ferramenta didática. Nesse sentido, possibilita-se que os estudantes desenvolvam atividades didáticas em que os recursos da informática sejam utilizados de forma criteriosa.

No entanto, muitos docentes ainda não atuam nesse contexto devido às condições de trabalho adversas, isto é, por falta de formação necessária, por convicções contrárias ou mesmo por falta de acesso a esses recursos. Ainda há uma quantidade expressiva de não nativos da cultura digital, ou seja, aqueles que não nasceram neste período e necessitam de algum esforço para se inserirem nessa cultura digital, convivendo em meio a tantas transformações tecnológicas.

No Ensino de Física, os recursos tecnológicos podem contribuir para a compreensão de vários conceitos e fenômenos que, muitas vezes, são bastante abstratos, auxiliando na

aprendizagem. Além disso, permitem aplicações muito diversificadas, associadas a medições, representações gráficas, avaliações, apresentações, modelagens, animações e simulações.

Desse modo, utilizar os OEV juntamente com a metodologia de ensino possibilita uma aproximação da ciência com o aluno, uma vez que ao usar tais objetos os alunos podem visualizar e manipular situações que se baseiem em fenômenos físicos, tornando a ciência mais compreensível para eles.

Uma das fontes de sugestões de OEV consiste nos próprios livros didáticos, os quais possuem seções que trazem indicações desses objetos para serem utilizados por professores e alunos de forma autônoma, em busca da compreensão dos conceitos físicos abordados em cada capítulo. Nas escolas públicas, os livros didáticos são aprovados no âmbito do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

Considerando que os livros didáticos são desenvolvidos a partir de uma série de orientações e exigências presentes nos editais publicados no âmbito do PNLD, uma das formas de se compreender os OEV é o exame criterioso desses documentos. Além disso, buscamos entender o que se fala sobre esses objetos no novo documento que norteará a educação básica atualmente, a nova base curricular, denominada de Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

1.2 – Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

Algumas mudanças na estrutura do Ensino Médio brasileiro vêm acontecendo desde 2017, sendo conhecida como Reforma do Ensino Médio ou Novo Ensino Médio, a qual se estabelece a partir da Lei 13.415, 16 de fevereiro de 2017.

Em paralelo a essa reforma, estava em andamento um novo documento que serve de parâmetro para a educação básica conhecido como Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que foi homologada em dezembro de 2018.

Esse documento orienta quanto a educação deve ser integral relacionando quatro pilares: cognitivo, social, emocional e ético. Nesse caso, estabelece que a educação deve afirmar valores e estimular ações para que os estudantes se tornem protagonistas da transformação humana, isto é, a BNCC visa a construção de competências e habilidades para que o estudante seja protagonista do seu processo de aprendizagem, se tornando mais autônomo.

Dessa forma, dentro da Ciências da Natureza e suas Tecnologias os estudantes devem construir três competências específicas:

- Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem os impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
- Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e dos Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
- Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

Como podemos observar, nas próprias competências aparecem a necessidade de se utilizar as tecnologias como ferramentas didáticas, a fim de que o estudante construa algumas habilidades e competências. Nesse sentido, os OEV auxiliam para esse processo de protagonismo e autonomia e se destacam em alguns trechos do documento ao se tratar das habilidades:

EM13CNT101 – analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

EM13CNT204 – elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem uso de dispositivos e aplicativos digitais (como software de simulação e de realidade virtual, entre outros).

EM13CNT209 – analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas

estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como software de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Percebemos que o próprio documento destaca a importância da utilização de OEV para o Ensino de Ciências, visto que auxilia na construção do conhecimento visando o protagonismo do estudante. Desse modo, podemos perceber essa importância, a partir do edital PNLD 2015 e 2018, que é um instrumento fundamental para o desenvolvimento dessa pesquisa.

1.3 – Os OEV nos editais do Plano Nacional do Livro Didático 2015 e 2018

O PNLD tem como principal objetivo subsidiar o trabalho pedagógico dos professores por meio da distribuição de coleções de livros didáticos aos alunos da Educação Básica. Essas coleções são produzidas por várias editoras e passam por avaliações realizadas por professores (da Educação Básica e universidades) credenciados ao PNLD, de acordo com os objetivos e critérios propostos pelos editais que orientam seu desenvolvimento.

Credita-se ao PNLD uma melhoria significativa da qualidade dos livros didáticos utilizados nas escolas públicas, principalmente, a partir desse processo de avaliação das obras propostas (DI GIORGI et al., 2014).

A avaliação dos livros didáticos de Física pelo PNLD iniciou-se em 2009, representando um avanço no sentido de ofertar subsídios para aulas que incorporassem estratégias didáticas mais favoráveis à aprendizagem, inovadoras e contemplando a contextualização, o uso de tecnologias e a interdisciplinaridade (GARCIA, 2012).

Entretanto, um aspecto restritivo à adoção de práticas mais inovadoras em sala de aula está associada especialmente à manutenção, pelos próprios professores, de uma forma “mais tradicional” de ensino de Física, pautada especialmente na exposição docente e na repetição de uma grande quantidade de exercícios (ZAMBON, TERRAZZAN, 2017).

Segundo o edital do PNLD de 2015 (BRASIL, 2013), os editores poderiam apresentar para a avaliação livros impressos e digitais, sendo que estes últimos necessariamente precisariam conter ícones para acesso aos chamados objetos educacionais digitais (OED)¹. As coleções que

¹ Assumimos aqui OED e OEV como sinônimos. Na seção 1, explicamos melhor essas definições.

incluem os formatos impresso e digital são denominadas Tipo 2 e aquelas que apresentam apenas o formato impresso de Tipo 1.

Os livros digitais deveriam abarcar o mesmo conteúdo dos livros impressos integrados a OED, isto é, incluir vídeos, imagens, áudios, textos, gráficos, tabelas, tutoriais, aplicações, mapas, jogos educacionais, animações, infográficos, páginas web e outros elementos. Além disso, precisariam disponibilizar um índice de referência dos OED. Dessa forma, os objetos poderiam ser acessados tanto pelo índice de referência como pelos ícones nas páginas em que estejam inseridos. O formato digital deveria ser “passível de disponibilização em ambiente virtual, em PDF e em DVD ROM” (BRASIL, 2013).

No Edital constam os requisitos mínimos de padronização:

4.2.19. Os livros digitais deverão ter, como requisito mínimo de padronização, acesso por multiplataformas e pelos principais sistemas operacionais, tais como Android 2.3 ou posteriores, IOS, Linux (ubuntu) e Windows 7 ou posteriores, para dispositivos como laptop, desktop e tablets (BRASIL, 2013).

Quanto aos livros impressos de coleções Tipo 2, estes devem apresentar uma identificação para os OED e permitir uma efetivação autônoma e suficiente da proposta didático-pedagógica da obra, independente dos livros digitais. Na sua versão digital, a coleção deveria apresentar “orientações ao professor quanto ao uso didático de seus recursos multimídia” (BRASIL, 2013).

Ao todo no edital do PNLD 2015 foram aprovadas 14 coleções, conforme está apresentado no Guia do PNLD 2015, entretanto 10 dessas coleções são do Tipo 2 e apenas 4 do Tipo 1.

É possível verificar uma descontinuidade no edital do PNLD 2015 para o edital do PNLD 2018 (BRASIL, 2017), uma vez que as coleções propostas para as avaliações deste deverão ser compostas apenas pelos livros impressos e em PDF, em que os arquivos em PDF não poderão ser impressos ou reproduzidos pelo Ministério da Educação (MEC). O edital exige que sejam incluídas referências a interfaces pedagógicas entre as áreas afins e também a outras áreas do conhecimento para conduzir os estudantes a atividades de experimentação e situações reais para consolidação da aprendizagem.

Analisando o edital de 2018, percebemos que, diferentemente do edital de 2015, não há uma ênfase em tratar dos OEV, não aparecendo nenhuma referência explícita a eles. Nesse

sentido, o edital se encontra mais resumido. Além disso, ao tratar dos critérios de avaliação do componente curricular da Física, o texto é idêntico ao contido nos critérios de avaliação presentes no edital de 2015.

Dessa forma, verificamos que ao retirar a possibilidade do livro didático digital, o edital deixou de contemplar a importância e os meios para a inclusão dos OEV para as novas versões dos livros didáticos desenvolvidos para 2018.

Pensando em compreender as características dos OEV sugeridos nos livros didáticos, no âmbito do PNLD 2015 e 2018, na perspectiva de sua utilização em sala de aula, torna-se relevante investigar também como se configuram os chamados obstáculos epistemológicos, discutidos por Bachelard (1996) nos OEV presentes nessas coleções de livros didáticos.

Para uma compreensão mais criteriosa quanto à utilização dos OEV para tornar a Física menos abstrata e mais “palpável”, os obstáculos epistemológicos associados a tais objetos representam um aspecto central para a aprendizagem científica pretendida, pois, como Bachelard (1996) sustenta, é em termos desses obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado.

Dessa forma, para estabelecer os limites e as potencialidades dos objetos propostos nas edições da coleção sob análise, torna-se relevante também identificar sua natureza analógica (ou metafórica) presente em cada objeto, o que justifica considerarmos os obstáculos epistemológicos e suas implicações para o trabalho em sala de aula.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

2.1 – Breve histórico da perspectiva Bachelardiana

Gaston Bachelard nasceu no final do século XIX, no ano de 1884, na cidade de Bar-sur-Aube na França. Era licenciado em matemática e letras, e também se dedicou à filosofia. Foi professor de Química, Física, Filosofia, História e Filosofia das Ciências. Buscou entender a construção do conhecimento científico, que resultou em várias obras sobre a epistemologia da Ciência, como “A formação do Espírito Científico”. Ele foi um epistemólogo do século XX que apresentou importantes contribuições para a filosofia da ciência, abordando alguns conceitos fundamentais como o espírito científico, o perfil epistemológico, o obstáculo epistemológico, a filosofia do não e o obstáculo pedagógico.

Segundo Bachelard, a filosofia da ciência é talvez a única aberta, pois se trata de uma filosofia diluída, distribuída, pluralista, capaz de lidar com os elementos tão diversificados da experiência e da teoria. Sendo assim, tem um caráter dual, isto é, se trata da coesão de uma dialética entre racionalismo e realismo. O racionalismo seria o campo da razão e da interpretação e o realismo forneceria ao racionalismo o material para suas interpretações. Para ele, ser científico é não privilegiar nem o pensamento, nem a realidade. Trata-se de considerar que o real é inventado e não descoberto, de tornar visível o invisível, num processo em que o domínio da fenomenologia é ampliado pelos dispositivos fenomenotécnicos (QUEIROZ, 2017).

As suas ideias eram que a ciência é baseada na coerência racional realizada e para a sua construção era preciso superar a subjetividade e vencer os obstáculos que aí interferem, isto é, Bachelard defende que não existe ciência pronta e sim que deve ser construída ao mesmo tempo em que modifica o conceito de ciência (BULCÃO, 1981).

Nesse sentido, Bachelard divide a evolução do pensamento científico em três etapas. A primeira etapa é chamada de estado pré-científico que compreende a antiguidade clássica até o século XVIII. A segunda etapa é denominada de estado científico, tendo início na segunda metade

do século XVIII até o início do século XX. E a última etapa é chamada de novo espírito científico, que caracteriza o pensamento científico contemporâneo, em que surgem novas teorias que contrariam conceitos até então aceitos como verdade absoluta.

O espírito científico também apresenta três etapas para seu desenvolvimento. O estado concreto, momento em que se vivem as primeiras imagens dos conceitos. O estado concreto-abstrato etapa em que se aplicam os conceitos da experiência física, isto é, tenta-se validar a abstração. E por fim, o estado abstrato quando o espírito tiver “desligado da experiência imediata e alcançado racionalizações que contradizem a realidade espontânea” (BULCÃO, 1981, p. 44).

A partir dessas etapas do desenvolvimento do espírito científico podemos inferir que para Bachelard não existe uma continuidade entre a ciência do passado e a ciência contemporânea, ou seja, a ciência contemporânea deve ser considerada como uma ciência viva, que se constrói a partir de retificações das teorias passadas, sendo necessário transpor obstáculos, pois “todo saber científico deve ser frequentemente reconstruído, o que nos leva a concluir que a retificação tem o poder de reformar o pensamento, sendo o principal motor da revolução científica” (BULCÃO, 1981, p. 45).

Nesse processo de construção da ciência a partir do real e do racional, compreendemos que é necessário a existência de obstáculos, uma vez que eles que impulsionam o desenvolvimento e o progresso científico. E ainda, de acordo com Bachelard, é preciso tomar consciência do fato de que a experiência nova diz não à experiência antiga, se isso não acontecesse, não se trataria de um experiência nova, sendo assim, existe uma ruptura entre o conhecimento sensível e o conhecimento científico, para isso, ele usa o termo "filosofia do não" e "filosofia da desilusão".

Compreendemos a filosofia do não como uma atitude de reconciliação e como uma atividade construtivista, uma vez que dialetizar o pensamento é aumentar a garantia de criar cientificamente fenômenos completos, de regenerar todas as variáveis degeneradas que a ciência havia desprezado no seu primeiro estudo. Além disso, podemos entender também que o conhecimento científico é fruto da desilusão, da ruptura com os antigos pensamentos para construir os novos.

Nessa filosofia do não e da desilusão, percebemos que a epistemologia de Bachelard é descontínuista, de ruptura com o conhecimento anterior, sobretudo com o conhecimento comum, isto é, “no fundo, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização” (BACHELARD, 1996, p. 17).

Sendo assim, nessa filosofia descontinuísta, Bachelard propõe os obstáculos epistemológicos que se referem às dificuldades inerentes ao processo de busca pelo conhecimento científico. Para ele, os obstáculos epistemológicos estão ligados à noção de “ruptura” e podem ser entendidos como “perturbações que se incrustam no próprio ato de conhecer e que constituem retardos ou causas da inércia do pensamento” (BULCÃO, 1981, p. 46).

Segundo Bachelard, considerar esses obstáculos é fundamental pois é:

em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos (BACHELARD, 1996, p. 17).

Assim, um obstáculo epistemológico pode ser compreendido como um sistema de conceitos sobre o desenvolvimento do pensamento, que impossibilita o pensamento pré-científico de criar a abordagem científica. Assim, um obstáculo epistemológico identifica elementos psicológicos que inviabilizam a aprendizagem de novos conceitos para a ciência.

Para a construção da ciência, o chamado espírito científico, por Bachelard, é necessária a formulação de uma pergunta, isto é, estabelecer um problema, pois assim é possível construir um conhecimento, uma vez que um obstáculo imposto sofreu uma ruptura, estabelecendo a nova ciência:

em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído (BACHELARD, 1996, p. 17).

Baseado na proposição de problemas a serem solucionados, Bachelard identifica os obstáculos epistemológicos como barreiras para a formação do espírito científico.

O obstáculo epistemológico pode ser entendido com a história do pensamento científico e pode ser estudado a partir da prática da educação. Fala-se da prática de educação, pois muitas vezes os docentes possuem o hábito de não se trabalhar com a história da construção da ciência e atribuem ao acaso todas as descobertas científicas.

Para superar os obstáculos epistemológicos é necessário fazer o espírito científico evoluir para criar a ciência. Desse modo, para atingir o enriquecimento, o espírito científico, é necessário colocar de lado a experiência e alguns hábitos de pensamento, que são típicos do espírito pré-científico.

Segundo Bulcão (1981), Bachelard classifica os obstáculos epistemológicos em gerais e particulares. Os obstáculos gerais estão relacionados às críticas constantes de Bachelard, ao realismo e ao racionalismo. Enquanto que os obstáculos particulares são implícitos nos gerais e mais específicos.

2.2 – Obstáculos epistemológicos gerais

Os obstáculos gerais se referem a duas atitudes radicalizadas que estão sempre presentes no processo de construção do espírito científico, que impactam de maneira direta no espírito científico, já que estão enraizados na cultura da sociedade.

O primeiro obstáculo geral, que para Bachelard deve ser o mais combatido, é a experiência básica, ou também chamado de experiência primeira, pois esse obstáculo impede a objetividade do conhecimento, já que se apresenta repleta de imagens.

Um exemplo desse obstáculo da experiência primeira, como mostram Trindade, Nagashima e Andrade (2017), é o uso de experiências para chamar a atenção de um estudante. Entretanto, pode ocorrer que os estudantes fiquem mais presos a beleza do experimento, do que a sua explicação, ou seja torna-se as imagens mais importantes do que as ideias. Nesse sentido, é importante que o professor saiba dar sentido à experiência para colaborar para a compreensão do conhecimento científico.

A partir do exemplo entendemos que o obstáculo da experiência primeira trata-se da observação fácil, que não estabelece uma base segura. São os conhecimentos iniciais que acabam se tornando verdadeiros e difíceis de serem suplantados, uma vez que são desenvolvidos através da intuição e interesse. Como afirma Bachelard, a experiência primeira pode ser comparada:

ao fato de oferecer uma satisfação imediata à curiosidade, de multiplicar as ocasiões de curiosidade, em vez de benefício pode ser um obstáculo para a cultura

científica. Substitui-se o conhecimento pela admiração, as ideias pelas imagens (BACHELARD, 1996, p. 36).

As ideias iniciais sobre fenômenos da ciência apresentam doutrinas fáceis, para que um público mundano, assim chamado por Bachelard, se interessasse pela ciência, como ele afirmava: “[...] para falar como filósofo, essas doutrinas apresentavam-se com a marca de um empirismo evidente e básico. É tão agradável para a preguiça intelectual limitar-se ao empirismo, chamar um fato de fato e proibir a busca de leis!” (BACHELARD, 1996, p. 37).

Nesse caso, para o espírito pré-científico a sorte supera a razão e a história é contada de forma divertida, a partir da intuição estabelecendo o acaso às descobertas para se aproximar de determinado público, o que acaba sendo mais fácil para a dita “construção” da ciência.

Assim, Bachelard alerta para uma construção racional da ciência bem explícita, para evitar que o pensamento se imobilize, por causa das emoções que o espírito científico carrega consigo. E segundo Bulcão (1981), um exemplo prático é o estudo da Física elementar que se mostra limitado, já que muitas vezes se mostra imobilizada, calcada na experiência imediata.

Por isso, Bachelard faz uma crítica à educação que tenta construir o saber a partir de ilustração de imagens a fim de torná-lo mais compreensível, o que é um erro, pois “a ciência é difícil e como tal deve ser ensinada. Recorrer a imagens seria comprometer a autenticidade das teorias científicas” (BULCÃO, 1981, p. 48).

A fim de evitar esse obstáculo da experiência imediata, seria necessário seguir um movimento epistemológico inverso, em que se parte do abstrato até chegar à experiência, esse seria o chamado “racionalismo aplicado”, conforme Bachelard afirma.

O segundo obstáculo epistemológico geral é a generalização prematura, também chamado de generalista. A generalização é uma característica marcante da ciência do século XVIII, a qual ainda exerce influência na construção da ciência atualmente.

O obstáculo generalista trata de um conhecimento que ofusca o pensamento, que toma características particulares como verdades e as generaliza para toda a ciência, sem haver qualquer discussão. Para Bachelard, “nada prejudicou tanto o progresso do conhecimento científico quanto a falsa doutrina do geral, que dominou de Aristóteles a Bacon, inclusive, e que continua sendo, para muitos, uma doutrina fundamental do saber” (BACHELARD, 1996, p. 69).

Segundo Bachelard (1996) esse obstáculo pode ser visto ao exemplificar quando o termo coagulação é utilizado. Em determinado momento histórico, o termo coagulação é

relacionado ao leite, à gordura, ao sangue, ao fel, chegando até mesmo a ser relacionado ao congelamento da água. Culminando em uma generalização que empobrece o conhecimento.

Nesse caso, o conhecimento pré-científico se deixa levar por generalizações indefinidas, em que a ciência do geral sempre é uma suspensão da experiência, um fracasso do empirismo inventivo. Isso acaba sendo tentador na construção da ciência, pois é possível fornecer uma resposta rápida, sem que haja sequer uma pergunta e essa resposta pode ser generalizada em diversas situações.

A tendência à generalização do conhecimento científico imobiliza o pensamento, impedindo assim o desenvolvimento da ciência, isto é, “bloqueia o dinamismo do pensamento na medida em que lhe dá uma clareza falsa e enganadora sobre os fenômenos, o que impede a proliferação dos conceitos” (BULCÃO, 1981, p. 50).

Sendo assim, na perspectiva bachelardiana sobre os dois obstáculos gerais, são feitas críticas a duas atitudes radicais diante do conhecimento: o empirismo e o racionalismo. O autor defende assim a união entre a razão e a experiência, mostrando que a ciência contemporânea é uma construção racional e a aplicação é um fator determinante na construção do espírito científico.

2.3 – Obstáculos epistemológicos particulares

Para Bachelard, os obstáculos epistemológicos particulares são obstáculos que estão implícitos nos obstáculos gerais, de modo que ambos caminham juntos. Classificam-se esses obstáculos particulares em: obstáculo verbal; obstáculo unitário e pragmático; obstáculo substancialista; obstáculo realista; obstáculo animista; obstáculo da libido; obstáculo quantitativo.

O obstáculo verbal ou verbalismo é um obstáculo particular, que reforça a ideia de que os hábitos verbais podem causar sérios impedimentos ao desenvolvimento e ao progresso científico (BULCÃO, 1981). Nesse sentido, surgem muitas palavras que em lugar de expressarem os fenômenos vão se tornar obstáculos para a construção da ciência.

O verbalismo consiste em usar uma linguagem inapropriada que não acompanha o progresso científico. Logo, apresenta uma falsa explicação para um conhecimento científico utilizando apenas uma palavra. Logo, hábitos de natureza verbal se constituem como obstáculos ao pensamento científico.

Conforme Bachelard (1996), esse obstáculo pode ser exemplificado a partir do uso da palavra esponja, que em determinado momento da construção do conhecimento científico era utilizada para descrever os mais variados fenômenos. Assim, essa palavra era uma evidência tão clara que chegou ao ponto de não precisar de mais explicação ao ser pronunciada.

Esse é um dos obstáculos mais perigosos, pois usando apenas uma palavra acaba apresentando um maior poder explicativo. Bachelard afirma: “o perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem” (BACHELARD, 1996, p. 101).

Por isso, para o desenvolvimento da ciência devemos estar atentos às palavras e às expressões utilizadas para detectar se estão causando algum bloqueio ao entendimento do progresso da ciência.

O obstáculo unitário e pragmático trata sobre o conceito de unidade em conjunto com o utilitário e se torna perigoso porque dá imediatamente explicação para algo de modo útil. Sendo assim, para o espírito pré-científico, a unidade é um princípio sempre desejado, sempre realizado sem esforço (BACHELARD, 1996, p. 108). Por isso, poderíamos entender esse obstáculo como uma extensão do verbalismo, logo seria um obstáculo epistemológico mais específico se caracterizando como particular.

Um exemplo desse obstáculo, dado por Bachelard (1996), é que o conhecimento muitas vezes é explicado baseando-o na Natureza, de modo que se atribui uma naturalidade ao se tratar de determinado fenômeno científico como único, sem entendê-lo de maneira compartimentada.

Outro obstáculo epistemológico particular é o substancialista, também chamado de substancialismo, que consiste em reunir em um único objeto as mais diversas instituições. Busca-se explicar a construção do pensamento científico a partir do seu interior, com a tendência de conhecer mais profundamente o conceito.

Bachelard (1996) exemplifica esse obstáculo como: “pensa-se como se vê, pensa-se o que se vê: a poeira gruda na parede eletrizada, logo, a eletricidade é uma cola, um visco” (BACHELARD, 1996, p. 129). Nesse sentido, percebemos que há adjetivos atribuídos a um substantivo.

Assim, o espírito pré-científico atribui à substância qualidades diversas, tanto a qualidade superficial como a qualidade profunda, assim como a qualidade manifesta e a qualidade

oculta. Esse obstáculo trata da realidade oculta do substancialismo e da íntima qualidade que deve abrir para expor seu conteúdo e aprofundar. Trata de ir do interior para o exterior, buscando justificativas evidentes para o conhecimento científico. Busca qualidades sem fazer relação.

Para Bachelard,

a substancialização de uma qualidade imediata percebida numa intuição direta pode entravar os futuros progressos do pensamento científico tanto quanto a afirmação de uma qualidade oculta ou íntima, pois tal substancialização permite uma explicação breve e peremptória. Falta-lhe o percurso teórico que obriga o espírito científico a criticar a sensação (BACHELARD, 1996, 127).

Para identificar esse obstáculo, basta analisar a quantidade de adjetivos acumulados a um mesmo substantivo, e aos poucos vai se aprimorando conforme adquire mais sinônimos.

Seguindo esse raciocínio, atribui-se uma quantidade expressiva de adjetivos com pouca precisão a uma ideia, logo para “o progresso da ciência deve diminuir o número de qualidades que seriam hierarquizadas, em lugar de justapostas” (BULCÃO, 1981, p. 52).

Na visão de Bachelard, um dos obstáculos mais difíceis de superar é o substancialismo, pois a noção de substância está fixada no inconsciente. Logo, é na busca de relações dos fenômenos e reconhecendo que as propriedades dos objetos se reduzam às relações delas com o homem, é que será possível vencer o obstáculo substancialista.

Nesse caso, evitando o obstáculo substancialista também estaremos evitando o obstáculo realista, o qual considera como verdade o que não é, trata-se de um instinto em que os indivíduos tomam como fatos reais o que na verdade não ocorreu. Assim sendo, adotam-se observações como verdade absoluta e de modo inconsciente acredita-se em determinadas convicções.

Um exemplo do obstáculo realista é dado por Trindade, Nagashima e Andrade (2017) ao usar uma imagem que apresenta as dimensões do homem e da molécula iguais, em que este segura com as próprias mãos a extremidade da molécula. Ao relacionar o mundo macroscópico e visual leva o estudante a construir um pensamento científico no nível da abstração mais perto da estabelecida pelo meio científico, isto é, tenta concretizar um conceito abstrato ao fazer uso de analogias que muitas vezes tiram todo o conteúdo científico.

Outro obstáculo particular é o animismo, que considera o conceito de vida em situações alheias à ciência biológica (BULCÃO, 1981). Nesse obstáculo, atribui-se vida a conceitos inanimados, isto é, considera a vida para explicar um fenômeno.

Exemplifica-se o obstáculo animista ao tentar explicar os fenômenos relacionados a eletricidade e magnetismo usando a magia, isto é, dando vida à esses fenômenos em que as suas propriedades era explicadas por meio de princípios vitais. Outro exemplo que muitas vezes aparece se trata de que um átomo é considerado como um ser que tem vida, chegando até mesmo a ter um sexo (masculino ou feminino).

Essa intuição de dar vida ao que não tem, pode levar à concepção generalizada, dando ideia de que há uma força vital que explica todo o universo, dando maior atenção àquilo que pode levar à vida.

Bachelard (1996) considera esse obstáculo como entraves quase normais que a objetividade encontra nas ciências puramente materiais, juntando uma intuição que considera a vida como um dado claro e legal.

Desse modo, no espírito pré-científico, é mais convincente e natural quando se usa a imagem animista, entretanto, é um falso esclarecimento.

O mito da digestão seria um exemplo claro do obstáculo animista, pois trata sobre qualquer evento que tem a ver com o estômago e passa a ter mais valor explicativo, uma vez que a digestão é uma função privilegiada, fonte de êxtase ou de sacrifício. Logo, inconscientemente se refere a um tema explicativo em que a valorização é imediata e sólida, conforme afirma Bachelard (1996).

Assim sendo, traz uma explicação rápida se baseando no que é real e antes de tudo um alimento. Logo, o alimento é uma posse, objeto de todo um sistema de valorização, que induz a construção da ciência de maneira errada.

O obstáculo da libido pode ser interpretado baseando-se no poder na vontade de dominar os outros seres humanos por parte do pesquisador, que busca dar uma explicação coerente para um fenômeno ou fato, baseado em suas experiências. Assim sendo, pode ser considerado uma vulgarização de mau gosto às margens de possibilidades indefinidas e misteriosas em torno de leis precisas, que satisfaz essa necessidade de mistério a partir de uma fonte impura. Como Bachelard (1996) destaca, se constitui em um obstáculo ao desenvolvimento do pensamento abstrato.

Podemos exemplificar o obstáculo da libido a partir do momento em que se usa um tratamento sexualizado para trabalhar as reações químicas, ou mesmo ao usar variações como o bom e o mau, o puro e o impuro ou o suave e o podre.

O último obstáculo particular é o quantitativo, que refere-se ao conhecimento quantitativo livre de erro, sendo objetivo e com maior validade. Podemos encarar como as primeiras representações matemáticas fundadas no realismo ingênuo.

Um exemplo desse obstáculo é que muitas vezes ao se ensinar a calcular determinada grandeza, sendo assim quando se aprende a quantificar alguns conceitos, acredita-se que entendeu todo o conceito, mesmo que não se saiba relacionar os conceitos envolvidos.

Para Bachelard, é necessário refletir para medir e não medir para refletir, isto é, faz-se o processo inverso expressa-se o quantitativo na busca de compreender o conhecimento científico, entretanto, deve-se entender primeiro o conhecimento científico para passar ao quantitativo.

Engana-se quem pensa que analisando o conhecimento quantitativo está livre do erro, pois ele traz consigo um erro a ser retificado. Segundo Bachelard (1996), esse conhecimento marca fatalmente o objeto com impressões subjetivas que precisam ser enxugadas; o conhecimento imediato é, por princípio, subjetivo. Logo, ao considerar a realidade como um bem, oferece certezas prematuras que entram o conhecimento objetivo.

Nesse sentido, Bachelard afirma a importância que o erro tem para a construção da ciência, logo este não deve ser desconsiderado. Sendo assim,

a matematização deve ser fruto de um trabalho, não podendo ser imediata nem precipitada. É necessário um estudo prévio que nos dê o alcance dos conceitos utilizados para, após essa reflexão, então, chegarmos à medição. É preciso que se estabeleçam critérios de medida e se analisem os meios técnicos e instrumentais para só os usar posteriormente, quando já se está em possibilidade de alcançar resultados precisos, embora essa precisão não signifique desprezo pelos erros ou perturbações que possam aparecer, mas sim o conhecimento da capacidade dos meios de medida (BULCÃO, 1981, p. 57).

Tais obstáculos epistemológicos impedem a compreensão da construção do conhecimento científico, uma vez que dificultam a construção do espírito científico. Para Bulcão (1981), a noção de obstáculo epistemológico está essencialmente na afirmação da ruptura entre o conhecimento comum e o científico, e uma crítica à posição positivista. Exercendo, portanto, uma influência no ensino de Ciências, constituindo muitas vezes obstáculos pedagógicos.

Alguns pesquisadores destacam os obstáculos epistemológicos na abordagem da Ciência e da Matemática, como: Lopes (1993); Borges (2007); Miranda (2007); Correia, Lima e Magalhães (2008); Pessanha e Pietrocola (2013). De acordo com esses autores, a ideia de obstáculo proposta por Bachelard se refere às dificuldades inerentes ao processo de busca pelo conhecimento científico e a partir da análise do processo histórico de construção do conhecimento científico que é possível identificar um obstáculo epistemológico.

Conforme Borges (2007), os obstáculos epistemológicos se revelam através dos erros específicos que são constantes e resistentes aparecendo como um meio de se mudar a ideia equivocada que se tem sobre o erro no contexto didático. Sendo assim, é a partir dos erros que se localizam os obstáculos epistemológicos.

Miranda (2007), também concede ao obstáculo epistemológico a importância do erro, que se torna revelador das dificuldades inerentes à construção do conhecimento científico. Lopes (1993) também afirma que as informações só se transformam em conhecimento quando o erro é modificado e o conhecimento é modificado.

Assim, o sujeito assume um novo papel para a compreensão da construção da ciência, isto é, deixa de ser um receptáculo de verdades absolutas captadas passivamente para ser o autor e produtor do conhecimento científico (BULCÃO, 1981).

Nesse sentido é que desejamos estudar e investigar os OEV presentes nos livros didáticos utilizando a noção de obstáculos epistemológicos, bem como as analogias e metáforas que se fazem presentes e são carregadas dentro desses objetos, os quais podem dificultar o processo de ensino aprendizagem e constituírem obstáculos pedagógicos.

ANALOGIAS E METÁFORAS NO ENSINO DE FÍSICA

As analogias fazem parte da história humana, já que estão intimamente ligadas ao surgimento humano como ser racional e dotado de intelecto (LARA, 2014). A partir do momento em que o ser humano começou a usar a linguagem percebe-se a presença de analogias, sendo assim, quase impossível separar o pensamento humano do uso das analogias para explicação e compreensão de algo (FRANCISCO JÚNIOR, 2009).

Analisando a história da ciência é possível perceber que a analogia foi utilizada por vários cientistas em relação à explicação de fenômenos; um exemplo seria “a analogia de um elevador em queda livre que Einstein teria usado para formular o Princípio de Equivalência da Gravidade e da Inércia” (LARA, 2014, p. 25).

Dessa forma, as analogias e as metáforas estão cada vez mais presentes no Ensino de Física, constituindo-se em uma metodologia consagrada nessa área de pesquisa (ROSA, CÓRICA, PEREIRA, 2016; SILVA, MARTINS, 2010; BOZELLI, NARDI, 2006). Existem pesquisas sobre suas potencialidades e sobre seus limites, como afirma Lara (2014), uma vez que alguns pesquisadores favorecem seu uso para aproximação de conceitos abstratos à linguagem de estudantes e outros destacam a necessidade de pontos de atenção em relação a concepções alternativas e a obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) que podem bloquear a aprendizagem do estudante.

Sabendo que as analogias são usadas de modo frequente no ensino de Física, observamos que seu uso consta inclusive como uma das exigências a ser observada no PNLD, ou seja, é um dos critérios da avaliação nos livros didáticos de Física, presente no item 3.4.2.3 sobre critérios eliminatórios específicos para o componente curricular:

- i. utiliza analogias e metáforas de forma cuidadosa e adequada, garantindo a explicitação de suas semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos/conceitos estudados, bem como de seus limites de validade (BRASIL, 2017, p. 58).

Silva e Martins (2010) entendem as analogias

como a comparação entre duas estruturas com estabelecimento de relações ou relação entre os dois domínios e consideram como metáforas as comparações realizadas de maneira direta que não estabelecem nenhuma relação. Neste caso, ao usarem uma analogia, ressaltam similaridades e desprezam algumas diferenças mas para uma melhor compreensão, ao compararmos duas coisas diferentes, é necessário explicitar as similaridades assim como as diferenças, para que o aluno saiba interagir com as analogias e metáforas dentro das limitações que oferecem (SILVA; MARTINS, 2010, p. 258).

Adúriz-Bravo e Morales (2002) afirmam que a analogia é um recurso heurístico auxiliar no Ensino de Física e das demais ciências naturais. Complementando esses autores, Silva e Terrazzan (2008) também oferecem uma definição para analogia:

[...] uma analogia é definida como uma comparação entre dois conceitos/fenômenos/assuntos que mantêm certa relação de semelhança entre ambos. Os elementos que constituem uma analogia são: o análogo (representa o conhecimento já familiar, é aquele onde há diferenças bem nítidas), o alvo (representa o conhecimento desconhecido) e as relações analógicas (conjunto de relações que se estabelecem, sejam elas de semelhança ou de diferença, permitindo a compreensão/entendimento do alvo) (SILVA, TERRAZZAN, 2008, p. 22).

Dessa forma, entendemos para o nosso estudo a analogia como uma explicação usando elementos já conhecidos pelo interlocutor, isto é, seria um conhecimento prévio para que sejam estabelecidas relações para entender algo que ainda não conheça, como afirmam Rosa, Córlica e Pereira (2016).

Complementando, Duit (1991) afirma que a analogia é uma ferramenta usada no ensino para comunicar conceitos abstratos e novos, realizando comparações entre um domínio conceitual não-familiar e um familiar, um conceito que pode ser observado com um não observável.

Lara (2014) ainda complementa que as analogias são compreendidas em conjunto ou como sinônimo de outras concepções, como metáforas, modelos e alegorias.

Nesse sentido, consideramos que as analogias são ferramentas didáticas que podem proporcionar uma melhor aprendizagem dos conceitos científicos, de maneira que se estabelece

uma comparação entre o conhecimento familiar do estudante com o conhecimento científico que se deseja ensinar.

Pode-se afirmar que a analogia facilita o conhecimento científico ao usar o seu poder discursivo, argumentando de forma palpável a comunicação científica e o desenvolvimento da ciência, logo, fornece uma nova forma de perceber o não observável; por isso uma analogia é culturalmente intencional e socialmente significativa na Ciência (DUARTE, 2005).

Conforme Silva e Martins (2010) e Rosa, Córlica e Pereira (2016), o uso das analogias e das metáforas podem auxiliar a aprimorar o ensino de Física, além de influenciarem na aprendizagem dos alunos e na construção de conceitos. Esses autores ainda afirmam que se tratam de recursos bastante utilizados nos livros didáticos (apesar desse uso ser pouco sistemático e explícito) e na explicação verbal de professores, uma vez que tem a função de ilustrar conhecimentos que geralmente são abstratos e distantes do cotidiano dos alunos. Dessa forma, potencializam uma leitura mais agradável e fazem com que a Física se torne além de bela, uma ciência auxiliadora para intervir em contextos cotidianos.

Na Educação em Ciências a analogia faz parte do processo de construção dos conhecimentos científicos, de modo que são feitas relações entre o conceito científico e o conceito prévio, como afirma Eyng (2011):

na perspectiva da educação em Ciências, elas são utilizadas no processo de construção das noções científicas entre um sistema conceitual científico e um sistema conceitual mais familiar e será essa a noção conceitual que será adotada neste trabalho, ou seja, a relação entre conceitos por meio da linguagem estabelecida entre o conceito alvo e o conceito análogo (EYNG, 2011, p.33).

Nesse caso, um dos papéis da analogia é sugerir a equivalência, sem estabelecê-la. Para Bunge (2013):

sem analogia não poderia haver conhecimento de qualquer espécie: a percepção de analogias é o primeiro passo para a classificação e a generalização. O primeiro passo apenas, pois uma classe natural (enquanto oposta a um conjunto arbitrário) é uma classe de equivalência, isto é, uma classe dotada de uma estrutura bem mais forte do que uma classe de similaridade. O primeiro papel da analogia é sugerir a equivalência, sem, contudo, estabelecê-la (BUNGE, 2013, p. 196).

Logo, vimos que essa ferramenta didática apresenta potencialidades que:

1. levam à ativação do raciocínio lógico;
2. organizam a percepção;
3. desenvolvem capacidades cognitivas como a criatividade e a tomada de decisões;
4. tornam o conhecimento científico mais inteligível e plausível;
5. facilitam a compreensão e a visualização de conceitos;
6. podem promover o interesse dos alunos;
7. constituem instrumentos facilitadores na mudança conceitual;
8. permitem perceber, de uma forma mais evidente, eventuais concepções alternativas;
9. podem ser usadas para avaliar o conhecimento e a compreensão dos alunos (ROSA, CÓRICA, PEREIRA, 2016, p. 365).

Essas potencialidades acabam se traduzindo em uma utilização mais ampla dessas ferramentas didáticas no ensino de Física. E para evitar o uso inadequado das analogias no ensino de Ciências, podemos contar com alguns modelos desenvolvidos, o primeiro deles, sendo um dos principais utilizados é o modelo desenvolvido por Glynn em 1991 e, posteriormente, reformulado em 1994, chamado de Teaching With Analogies (TWA). Esse modelo conta com seis passos que devem ser considerados para o ensino com analogias:

- 1) Introduzir o assunto alvo: aborda-se o conteúdo a ser estudado para depois se apresentar o análogo;
- 2) sugerir o análogo: certifica-se de que os estudantes conhecem e compreendem bem o análogo escolhido;
- 3) identificar as características relevantes do análogo: apresenta-se a explicação sobre as características existentes entre o análogo e o alvo;
- 4) mapear similaridades entre análogo e alvo: comparação das características do alvo e do análogo;
- 5) estabelecer as diferenças entre os dois domínios: detalham-se as diferenças existentes entre o alvo e o análogo;
- 6) esboçar conclusões: limitam-se as comparações válidas entre o alvo e o análogo.

O modelo TWA é bastante difundido:

foi desenvolvido a partir da análise do uso de analogias por professores e livros didáticos de diversos níveis educacionais, resultando numa proposta de ensino que se tornou uma das principais referências, influenciando grande parte das pesquisas sobre o Ensino de Ciências com analogias (LARA, 2014, p. 38).

Outro modelo para a utilização das analogias é o chamado Modelo Didático Analógico (MDA), proposto por Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001). Esse modelo aproxima o análogo concreto (cotidiano do estudante) do modelo científico. Esse modelo é centrado no professor, que deve conhecer bem o tema a ser ensinado, assim, as relações entre o alvo e o análogo devem ser estabelecidas de forma mais adequada ao processo de ensino-aprendizagem (LARA, 2014). Esse modelo requer três momentos:

- 1) Abordagem do MDA antes do tema específico: os estudantes devem formular hipóteses sobre os fenômenos, relacionando o análogo ao alvo. Sendo importante nessa etapa um registro para utilização na terceira etapa.
- 2) Apresentação da informação com uma linguagem mais próxima da Ciência erudita: aproxima o conhecimento científico a partir de uma linguagem próxima do cotidiano e em seguida utiliza-se uma linguagem mais erudita. Os estudantes elaborarão hipóteses que relacionem o alvo e o análogo, detalhando diferenças e semelhanças. Torna-se importante nessa etapa que o aluno faça seus registros para o momento posterior.
- 3) Metacognição ou autogestão da aprendizagem: o estudante faz uma “análise rigorosa para explicitar as transposições operadas nos processos analógicos, envolvem recortes, simplificações, aproximações, transferências e deslocamentos de conteúdos, bem como, os limites de validade conceitual e operacional e, o conjunto de operações inversas que permitem recuperar o modelo original” (LARA, 2014, p. 40).

Existe também a chamada de Metodologia de Ensino Com Analogias (MECA) que se trata de um modelo de ensino centrado no professor e foi desenvolvido pelo Grupo de Estudos de Metáforas e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência (GEMATEC), do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET – MG).

Segundo Lara (2014), esse modelo sistematiza a metodologia para o uso de analogias enquanto ferramenta didática, a qual apresenta o seguinte formato:

- 1) Área do conhecimento: define-se a área específica do conhecimento a ser trabalhada.
- 2) Assunto: conteúdo/conceitos científicos a serem estudados.
- 3) Público: adequação do análogo de acordo com os estudantes almejados.
- 4) Veículo: conhecimento familiar para apresentar o alvo para o aluno com uso da analogia.
- 5) Alvo: é o conteúdo a ser estudado pela analogia.

- 6) Descrição da analogia: apresenta-se a analogia para em seguida falar do alvo.
- 7) Semelhanças e diferenças: usam-se as semelhanças para aproximar o análogo do alvo, e abordam-se de maneira geral as diferenças (sem destacá-las nesse momento).
- 8) Reflexões: analisa-se a validade da analogia e suas limitações.
- 9) Avaliação: avalia-se qualitativamente a compreensão e a assimilação dos conceitos estudados a partir do uso de analogias.

Cachapuz (1989), também propôs o Modelo de Ensino Assistido por Analogias, o qual concentra tanto no professor quanto no estudante, em que o professor pode apresentar o análogo aos estudantes ou deixar que eles selecionem o que for mais familiar de acordo com o que deseja ser ensinado.

Apesar de existirem muitos modelos propostos para a utilização das analogias como os que foram apresentados, o que mais se usa é o modelo TWA (LARA, 2014), por esse motivo e por se tratar de um modelo que nos parece permitir trabalhar com efetividade o uso de analogias ao seguir os seis passos, que o escolhemos para fazer a abordagem a respeito dos OEV.

O uso de uma analogia pode ser valioso, entretanto, muitas vezes, acaba sendo deliberado (BUNGE, 2013) e perde o seu sentido real de estudo, ocasionando por vezes um obstáculo epistemológico que impede o entendimento completo da construção do conhecimento científico.

Apesar dos modelos apresentados, como o TWA, o uso de analogias possui algumas limitações, pois nem toda teoria pode ser descrita e ensinada usando tal ferramenta, como Bunge (2013) afirma: “contentemo-nos com a sua ajuda, mas desconfiemos deles, pois podem ser metáforas sugestivas mais do que descrições literais de uma realidade que, sendo mais escondida que aparente, não se deixa sempre representar de modo familiar” (BUNGE, 2013, p. 27).

Muitas vezes a analogia é confundida com o uso da intuição ou indução, entretanto, indo por esse viés percebemos limitações de seu uso, pois pode provocar situações conflituosas, gerando mais erros do que proporcionar acertos e acessibilidade ao que está sendo tratado (BUNGE, 2013).

Analisando as relações analógicas nos livros didáticos, percebemos, a partir de algumas pesquisas (LARA, 2014; DUARTE, 2005), que em grande parte, as analogias se mostram mal elaboradas e em geral não são explicadas de forma eficaz.

Nesse caso, as relações analógicas nos livros didáticos brasileiros, em vez de auxiliar, pode ocasionar um bloqueio na compreensão da ruptura entre conhecimentos científicos e

cotidianos, logo, na perspectiva bachelardiana, podemos chegar a um obstáculo epistemológico, como afirma Bulcão (1981):

para Bachelard as metáforas constituem uma sedução para a razão, pois parecem simplificar a explicação científica, já que uma única palavra nos sugere as diversas propriedades de uma substância. Na verdade, tais palavras são obstáculos, pois impedem construções racionais mais precisas, e o experimentador tem que vencer uma série de dificuldades relativas à não-exatidão a fim de ordenar a experiência (BULCÃO, 1981, p. 51).

Na perspectiva bachelardiana, o uso de imagens ou analogias para concretizar o conhecimento científico pode ocasionar, por exemplo, o obstáculo de experiência primeira, pois se coloca a experiência/visão acima da crítica, oferecendo uma satisfação imediata para o conhecimento.

Assim, considera-se a experiência primeira como o primeiro obstáculo a ser vencido, visto que temos a cultura baseada na observação e na experiência. Daí surge a crítica do uso excessivo de imagens, analogias e metáforas no ensino de Ciências. Não implica na negação ao uso de analogias e metáforas, Bachelard aponta para a necessidade de estarmos atentos à exaltação do sentido da visão como base fundamental para o conhecimento científico (LARA, 2014).

Nesse caso, percebemos que o uso de analogias e metáforas em sala de aula acontece de modo não planejado, de forma espontânea e o mesmo ocorre nos livros didáticos, assim, não há um estudo científico para o embasamento teórico na aplicação de analogias. Torna-se necessário aprimorar o uso das analogias e metáforas a fim de evitar os obstáculos epistemológicos, portanto, os professores devem ter cuidado ao fazer considerações baseadas em analogias pouco fundamentadas.

Torna-se importante compreender o papel das analogias e das metáforas no Ensino de Física, cabe a nós, pesquisadores, entendermos as analogias em seu sentido total, não só como um modo cognitivo de compreender um conceito, mas também como uma linguagem que muitas vezes é complexa e o estudante não compreende, pois não faz parte do seu vocabulário (LARA, 2014).

Visto que as analogias contemplam limitações e potencialidades, faremos uma análise dos OEV escolhidos observando alguns aspectos centrais às mesmas e contemplando também a iconicidade das imagens presentes nos objetos. Relativamente a este atributo, convém situar a relevância da visualização no próprio discurso científico:

O discurso científico, geralmente, comporta, no interior de sua escrita, textos visuais, fórmulas matemáticas, por exemplo. Tais textos não funcionam como mera ilustração, mas sim, no mínimo, como complementos do texto verbal. Não são raros os casos em que os textos visuais são responsáveis pela sistematização de informações não-contidas no texto escrito ou pelo menos superficialmente mencionadas no texto escrito (DIONÍSIO, 2006, p. 21).

Quanto a este atributo, tratamos na próxima seção.

AS ICONOGRAFIAS DOS OBJETOS EDUCACIONAIS VIRTUAIS

Sabemos que os livros didáticos de Física são permeados por imagens, ilustrações ou figuras, visto que são entendidas como uma das melhores formas de exemplificar-se um conceito físico, logo, tais recursos o tornam mais compreensível para os discentes.

Quanto aos tipos, as imagens podem ser consideradas em três tipos: imagens em si mesmas, através de formas puras (simples), abstratas ou coloridas; imagens figurativas, representativas de algo existente no mundo ou supostamente existente (associadas a figuras imaginárias, mitológicas, religiosas, etc.); e imagens simbólicas, as quais representam significados que extrapolam o visível através do simbolismo (SANTAELLA, 2012 apud RAMIL, 2018).

As imagens estão associadas a significados que podem ser compreendidos em um processo relacional, de forma mais ou menos explícita, requerendo um esforço dos envolvidos que nunca se esgota.

a imagem não se esgota a si mesma. Isto é, há sempre muito mais a ser apreendido além daquilo que é nela, dado a ler ou ver. Para o pesquisador da imagem é necessário ir além da dimensão mais visível ou mais implícita dela. [...] lacunas, silêncios e códigos que precisam ser decifrados, identificados, compreendidos. Nessa perspectiva, a imagem é uma espécie de ponte entre a realidade retratada e outras realidades, e outros assuntos, seja no passado, seja no presente (PAIVA, 2006, p. 19 apud RAMIL, 2018)

Alguns autores como Perales e Jimenez (2002), Silva (2008) e Santana (2018) realizaram estudos para entender como as imagens favorecem a explicação de um conceito científico, além de analisar como aparecem nos livros didáticos, buscando entender seus limites e potencialidades, já que são consideradas tão importantes para o ensino de Física.

Souza e Ustra (2018) apontaram que os livros didáticos apresentam junto à sua composição a indicação ao final de cada capítulo alguns OEV, sendo em sua maioria simulações

(sequência ou junção de imagens) e leituras complementares (artigos compostos por muitas fotografias ou imagens).

Entendemos que as imagens são definidas como a reprodução estática ou dinâmica de seres, objetos e cenas, por exemplo, que são obtida por meios técnicos. Sendo assim, as imagens são polissêmicas e abertas, permitindo várias interpretações e estão diretamente relacionadas à aprendizagem e a compreensão dos conceitos, a partir de processos cognitivos que estabelecem relação, isto é, a visualização da imagem remete aos conceitos, conforme Frederico e Gianotto (2016).

Em nosso estudo, buscamos entender sentidos atribuídos aos OEV, assim, focamos nossa atenção, também, para a forma como esses objetos são apresentados, isto é, nas imagens ou na sequência de imagens escolhidas para a representação dos conceitos científicos. Para isso, procuramos compreender também a iconografia presente nos OEV propostos nos livros didáticos.

A iconográfica pode ser entendida como uma linguagem visual que utiliza imagens para tratar de algum tema, uma vez que a imagem é uma forma de comunicação bastante empregada na aprendizagem (SILVA, 2008).

Escolhemos entender as imagens presentes nos OEV, pois elas representam um dos pilares que sustenta a ação docente em qualquer nível educativo, dessa forma, os professores usam as imagens para dar sentido a determinado conceito estudado.

As imagens presentes nos OEV ou em outras situações de estudo, como nos livros didáticos, são usadas para atrair os leitores, recordar informações, facilitar a memorização, instruir os estudantes, substituir palavras ou textos, provocar reações afetivas e atrativas, além de proporcionar a interação e a criação (PERALES, JIMÉNEZ, 2002).

De acordo com Santana (2018), para compreendermos o uso das imagens para representar um conceito científico devemos nos basear em três aspectos: no signo, no objeto e no interpretante. O signo significa tudo que é perceptível no contexto considerado e que representa algo. O objeto trata da coisa propriamente dita na imagem. O interpretante é a imagem criada na mente, isto é, o significado construído quando vemos algo ou imaginamos.

Entretanto, compreender os significados presentes em uma imagem extrapola o mero reconhecimento destes, ou seja: "reconhecer os motivos inscritos na imagem não significa que tanto o contexto interno quanto o campo de referências desses motivos tenham sido compreendidos" (SANTAELLA, 2012, p. 22 apud RAMIL, 2018).

Complementando, Perales e Jiménez (2002) afirmam que é importante compreender as finalidades das ilustrações, pois existe uma relação entre o local em que elas aparecem e as relações mútuas que estabelecem. Logo, estabelecem a importância da interpretação da imagem, que, em geral, deve-se pela elaboração de um modelo mental, que trata da interação entre os textos e imagens, assim, incluem os conhecimentos prévios e as expectativas dos sujeitos.

Para analisarmos as imagens devemos considerar seus aspectos formais (disposições, tamanhos e cores) e semânticos (significados que as imagens carregam). Nesse caso, inspiramo-nos nas categorias de análise propostas por Perales e Jiménez (2002) para interpretar as imagens/ilustrações presentes nos OEV escolhidos, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1. Disposição da análise das figuras

Categorias de análise	Descrição	Subcategorias de análise	Descrição
Função da sequência didática em que aparecem os OEV	Para que as imagens são usadas	Evocação	Referência a algo cotidiano do aluno
		Definição	Significado de um novo termo
		Aplicação	Exemplo que consolida uma definição
		Descrição	Contexto para compreensão do conceito
		Interpretação	Explicação de conceitos teóricos
		Problematização	Os alunos devem resolver um problema imposto
Iconicidade	Grau de complexidade que têm as imagens, e a aproximação do objeto representado	Fotografia	Fotos
		Desenho figurativo	Imitação da realidade
		Desenho esquemático	Relações entre os detalhes (ex. uso de letras)
		Desenho figurativo+sinais	Ilustrações que possuem signos relevantes
		Desenho esquemático+sinais	Relações entre os detalhes e as magnitudes não observáveis
		Sinais de descrição padronizada	Espaço homogêneo e simbólico com regras específicas
Relação com o texto principal	Referências mútuas entre texto e imagem ou ajuda para interpretação	Conotativo	O texto descreve os conteúdos sem mencionar sua correspondência com as imagens
		Denotativo	O texto estabelece correspondência entre a ilustração e o conteúdo
		Sinótica	O texto e a imagem se relacionam formando uma unidade indivisível

Funcionalidade	O que se pode fazer com as imagens	Inoperantes	São usadas apenas para observação
		Operativas elementares	Apresentam elementos de representação universal: gráficos, cotas
		Sintática	Apresentam elementos cujo uso exige conhecimentos específicos: vetores, circuitos elétricos, etc.
Legendas verbais do OEV	Textos que acompanham o OEV	Sem legendas	Não apresentam legenda
		Nominativas	Letras ou palavras apresentam alguns elementos da imagem/OEV
		Relacional	Apresenta descrição das relações entre os conteúdos e a ilustração

Fonte: Adaptado de Perales e Jiménez (2002)

A partir do quadro, a análise das imagens que constituem os OEV contemplará as principais categorias destacadas, buscando identificar a sua função na sequência didática, a sua iconicidade, a sua relação com o texto principal, o que se pode fazer com as imagens e como são caracterizadas quanto às legendas verbais.

Como veremos na próxima seção, no detalhamento da análise, desenvolvemos inicialmente a descrição das imagens dos OEV, em seguida, analisamos as analogias feitas com os conceitos científicos na tentativa de estabelecer uma relação, e, por fim, como os obstáculos epistemológicos podem surgir a partir do uso do OEV.

DELINEAMENTO METODOLÓGICO E A ANÁLISE DE CONTEÚDO

Para analisar e investigar os objetos educacionais virtuais que acompanham os livros didáticos de Física, tanto do PNLD 2015, quanto do PNLD 2018, inspiramo-nos nas estratégias da Análise de Conteúdo (AC) proposta por Bardin (2011).

Sobre a análise de conteúdo sabemos que surgiu no século XX, nos Estados Unidos, e, durante 40 anos, desenvolveu-se como método para analisar material jornalístico (CAREGNATO e MUTTI, 2006).

Inicialmente, de acordo com Bardin (2011), constituiu-se como uma técnica de investigação que visava à descrição objetiva, sistemática e quantitativa de um conteúdo presente na comunicação. Além disso, na década de 1940, carregava exigências de rigor e objetividade adquirindo “um caráter obsessivo, suscetível de encobrir outras necessidades ou possibilidades” (BARDIN, 2011, p. 25). Entretanto, por volta de 1950 e 1960, o método passou por um processo de expansão das aplicações técnicas, explorando o contexto em que se faz a análise.

Atualmente, a análise de conteúdo incorporou avanços tecnológicos e inovou metodologicamente, mas ainda se concentra na análise de comunicações. A análise de conteúdo pode ser definida, pois, como “um conjunto de técnicas de análise de comunicações” (BARDIN, 2011, p. 37); além disso, pode ser interpretada como:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (BARDIN, 2011, p. 48).

Não podemos confundir a linguística com a análise de conteúdo, apesar de ambas terem o mesmo objeto: a linguagem. Segundo Bardin (2011), a linguística tem como objeto a língua, no aspecto coletivo e virtual da linguagem, enquanto que a análise de conteúdo se importa

com a fala, o aspecto individual da linguagem, envolvendo variáveis de ordem psicológica, sociológica e histórica.

Bardin (2011) nos alerta que para o uso da análise de conteúdo como método de pesquisa não é necessário seguir com um conjunto de técnicas fechadas, pois é possível adaptá-la conforme são os objetivos da pesquisa, isto é,

não se trata de um instrumento, mas de um leque de apetrechos: ou, com maior rigor, será um único instrumento, mas marcado por uma grande disparidade de formas e adaptável a um campo de aplicação muito vasto: as comunicações (BARDIN, 2011, p. 37).

A análise de conteúdo se constituiu como uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda a classe de documentos e textos, diálogos, entrevistas, filmes, entre outras, conduzindo a descrições qualitativas e quantitativas, que busca ir além de uma simples leitura de um texto. Logo, através dela é possível atingir uma compreensão de seus significados, uma vez que “(...) tudo o que é dito ou escrito é suscetível de ser submetido a uma análise de conteúdo” (HENRY e MOSCOVICI, 1968 apud BARDIN, 2011, p. 38). Neste sentido, está entre o rigor da objetividade e a questionada subjetividade.

Para caracterizar uma análise quantitativa ou qualitativa, diferenciamos da seguinte maneira, a primeira abordagem se baseia na frequência de signos (palavras) ou características que se repetem ao longo do conteúdo do texto, isto é, obtém dados por um método estatístico, sendo mais rígida e mais objetiva, sendo mais controlada. No entanto, uma análise qualitativa, baseia-se em um procedimento intuitivo, apresentando características particulares, sendo mais maleável e adaptável a imprevistos.

A análise de conteúdo se organiza em três polos: 1) pré-análise; 2) exploração do material; 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação (FRANCO, 2005; BARDIN, 2011).

A pré-análise é fase de organizar, é o momento em que se esquematiza o desenvolvimento das próximas etapas. Nesse período, ocorre a sistematização das ideias e se escolhem os documentos a serem analisados, bem como se formulam as hipóteses, objetivos, e ainda, elaboram-se alguns indicadores para fundamentar a interpretação final. Lembrando que esses passos não precisam ser seguidos cronologicamente, apesar de estarem interligados.

Na pré-análise o pesquisador deve realizar uma leitura flutuante para estabelecer contato com os documentos. Em seguida, deve escolher os documentos constituindo o *corpus* da pesquisa. A formulação das hipóteses e dos objetivos se trata de uma afirmação provisória a ser verificada a partir dos procedimentos de análise. A referenciação dos índices e a elaboração de indicadores determinam e organizam os índices de análise. E a preparação do material deve ser feita antes da análise.

A exploração do material consiste em uma fase longa em que se codifica, decompõe ou enumera as operações. Enquanto o tratamento dos resultados obtidos e a realização da interpretação consistem na fase em que os resultados obtidos na exploração são tratados e validados, estabelecendo quadros de resultados, diagramas, figuras e modelos que condensam e põem em relevo as informações fornecidas pela análise. Nessa fase, é necessário codificar o material que se tem como afirma Bardin:

A codificação corresponde a uma transformação – efetuada segundo regras precisas – dos dados brutos do texto, transformação esta que, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo ou da sua expressão; suscetível de esclarecer o analista acerca das características do texto que podem servir de índices (BARDIN, 2011, p. 133).

A organização da codificação se baseia em três escolhas: o recorte (escolha das unidades); a enumeração (escolha das regras de contagem); a classificação e a agregação (escolha de categorias).

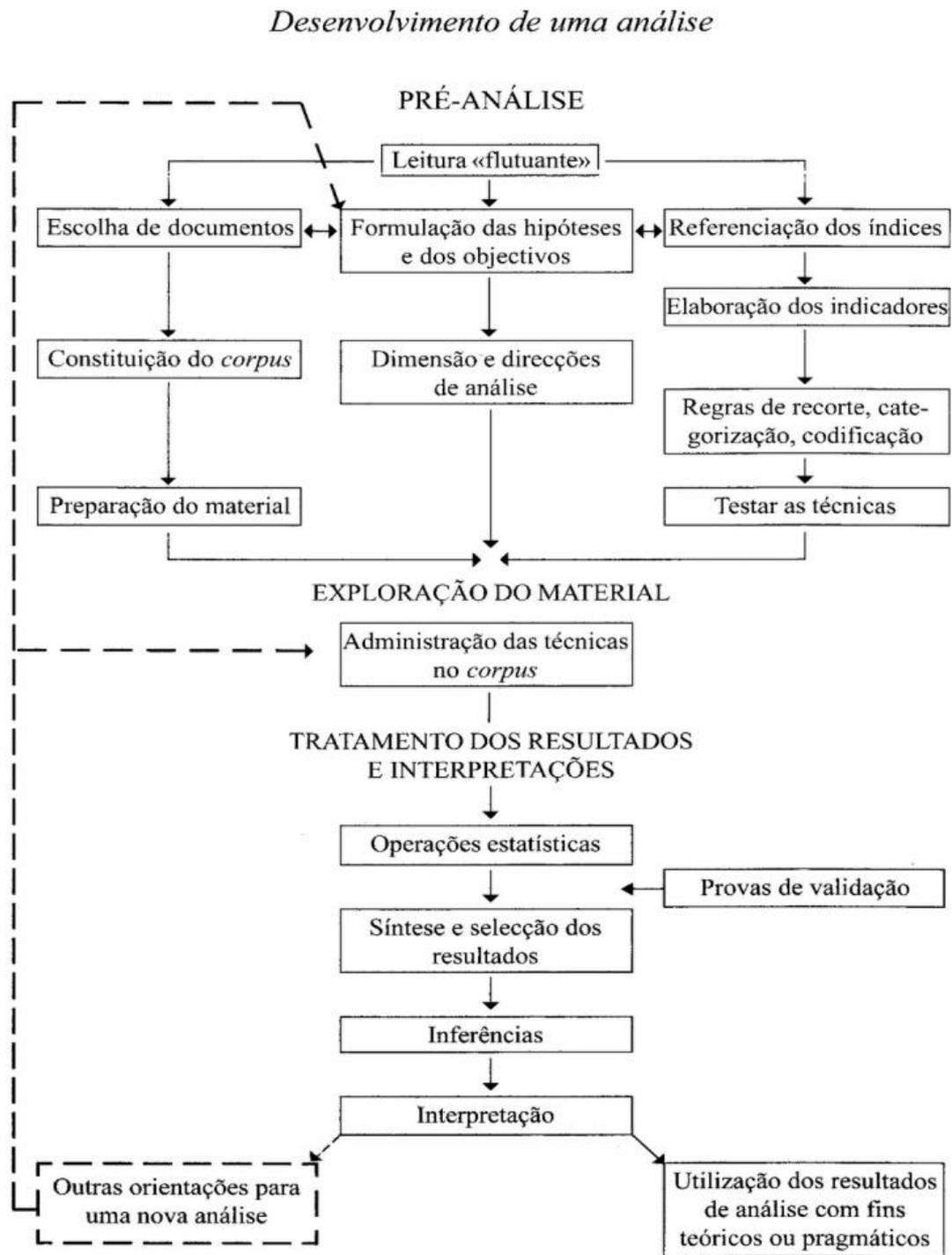
As unidades da codificação podem ser classificadas em unidades de registro e de contexto. As unidades de registro correspondem ao segmento de conteúdo considerado unidade de base, visando à categorização e à contagem frequencial sendo representadas por palavras ou temas.

As unidades de contexto servem para codificar a unidade de registro, cujas dimensões são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro, sendo uma frase para a palavra e um parágrafo para o tema.

Estabelecendo unidades, também é possível realizar uma categorização, não se constituindo como uma etapa obrigatória da análise de conteúdo. Na categorização é possível classificar os elementos que tenham características em comum, transformando-se em um grupo de unidades com um título em comum, devido à característica em comum que carregam. A categorização pode ser feita a partir de temáticas, verbos ou advérbios, ou expressões da linguagem. Para classificar as unidades em categorias, Bardin (2011) afirma ser necessária a

investigação do que cada uma delas tem em comum com outras. Objetivo da categorização: fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos.

Figura 1. Esquema das fases para Análise de conteúdo



Fonte: BARDIN, 2011

A partir da categorização, que são resultados da análise, o pesquisador pode realizar inferências que permitem a indução para investigar as variáveis inferidas a partir dos indicadores que possuem naturezas diversas e interpretar com base nos objetivos propostos inicialmente.

Bardin (2011) expressa, através de um esquema, como realizar uma análise de conteúdo a partir dos três polos propostos, como podemos ver na Figura 1.

Nesse sentido, com base na análise de conteúdo adequamos a nossa pesquisa utilizando apenas algumas etapas dessa metodologia. Logo, adaptamos as etapas de acordo com o andamento das análises, isto é, realizamos uma pré-análise do material/coleções dos livros didáticos, estabelecemos as categorias que os OEV se encaixavam de acordo com as suas finalidades, detectamos as unidades de contexto e realizamos as inferências com base nas análises.

Assim inicialmente identificamos a coleção de livros didáticos mais utilizada pelos professores e alunos na cidade de Uberaba/MG. Para chegarmos a essa coleção contatamos diretamente as escolas, através das suas secretarias e os professores que nelas atuavam. Trata-se da coleção: Física: Ciência e Tecnologia, dos autores Carlos Magno A. Torres, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares e Paulo Cesar Martins Penteado, da Editora Moderna.

Dentro da classificação do edital do PNLD 2015, essa coleção é do Tipo 2, contendo a versão digital e impressa. Utilizamos apenas a versão impressa, uma vez que ao contatar as escolas, essa foi a versão disponibilizada, já que muitas alegaram não conseguir acesso à versão digital. Além disso, a análise foi realizada sobre as edições 2015 e 2018 para identificarmos a ocorrência de diferenciações, assim estabelecendo uma comparação.

Após escolher a coleção de livros didáticos, comparamos as edições 2015 e 2018, analisando a sua composição e estrutura, em busca de identificar em que local os objetos são sugeridos.

Com os três volumes (livros do aluno e manuais do professor) que compõem a Coleção (aprovada nos editais PNLD 2015 e 2018), efetuamos uma pré-análise buscando identificar os OEV presentes. Em seguida, categorizamos de acordo com o objetivo do uso dos OEV e, durante a análise, separamos em unidades, o que nos auxiliou para identificarmos as analogias utilizadas e compararmos com os conceitos envolvidos e nos permitiu obter os resultados e as análises, os quais são apresentados na próxima seção.

Além disso, analisamos um dos objetos propostos na prova do PISA de 2015 para que tivéssemos mais parâmetros para análise, conferindo como os OEV são propostos nos livros didáticos e os propostos em uma avaliação externa.

ANÁLISE, RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 – Levantamento Bibliográfico

Uma das etapas dessa pesquisa consistiu em realizar um levantamento no Banco de Teses e Dissertações da Capes (Plataforma Sucupira) sobre o tema. Inicialmente, fizemos uma busca mais ampla através das palavras chaves: *objetos educacionais virtuais em física, objetos educacionais digitais em física, objetos de aprendizagem de física, objetos digitais e livros didáticos de física*. Limitamos a busca a partir do ano 2000.

Encontramos 26 dissertações que tratam desses objetos; dessas foi possível identificar que 23 das dissertações relatam sobre a aplicação ou propostas desses objetos em sala de aula e apenas 3 contemplam livros didáticos digitais e impressos.

Com base nos objetivos da pesquisa, nos limitamos à análise dessas 3 dissertações que investigam os OEV nos livros didáticos distribuídos pelo PNLD. Uma descrição geral encontra-se no Quadro 2.

A quantidade de pesquisas desenvolvidas em nível de pós-graduação ainda é bastante reduzida e está concentrada em trabalhos de mestrado. As dissertações foram defendidas no mesmo ano (2016), sendo duas delas orientadas pelo mesmo professor na mesma instituição.

Quadro 2. Descrição das dissertações

D1	Título	Entre o impresso e o digital: o papel de materiais digitais mediados pelos livros didáticos de Física
	Autor	Daniel Sucha Heidemann
	Orientador	Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia
	Ano/Instituição	2016/UFPR
	Objetivos	Investigar se e como os OED de acesso gratuito estão em consonância com o livro didático.

	Metodologia	Análise de conteúdo das coleções de livros didáticos do 1º ano do Ensino Médio.
	Resultados	<p>Fez uma separação entre os objetos ativos e passivos e também uma análise quantitativa. Notou-se que são complementares ao livro didático. Inexistência de orientações técnicas e pedagógicas relativas ao uso dos OED, podendo ocorrer devido à limitação de páginas solicitada pelo Edital PNLD 2015.</p> <p>Seja o material passivo ou ativo, a análise indicou que quanto mais superior for o processo cognitivo desenvolvido maior será a melhoria do processo de aprendizagem.</p>
D2	Título	OED e o livro didático de física: análise de sua presença numa coleção do PNLD 2015
	Autor	Ruan Carlos Guilherme Barbosa
	Orientador	Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia
	Ano/Instituição	2016/UFPR
	Objetivos	Verificar a relação entre o estabelecido pelo edital de convocação e o manual do professor e os livros digitais aprovados pelo PNLD 2015 para o ensino médio de Física.
	Metodologia	Escolheu-se uma das coleções para análise, sendo que a escolhida foi a obra da Beatriz Alvarenga e Máximo – Física Contexto & Aplicações da Editora Scipione, a obra mais distribuída e com a maior quantidade de OED. Fez-se uma categorização dos livros digitais com base em levantamentos bibliográficos, para caracterizar o livro digital proposto pelo PNLD 2015.
	Resultados	<p>Os OED variam pouco, sendo que em sua grande maioria é composta por vídeos estrangeiros dublados/legendados. Não detectou uma diferença entre o manual do professor impresso e a versão digital da obra analisada. Percebeu-se uma série de inconsistência entre o estabelecido pelo edital e o que foi adotado na obra analisada.</p> <p>Além disso, notou-se uma dificuldade de se encontrar as OED e o controle do que está sendo disponibilizado aos alunos e professores, transparecendo pontos divergentes em relação ao edital. Especula-se a ausência desses OED no PNLD 2018.</p>
D3	Título	Objetos de Aprendizagem nos Livros Didáticos de Física: uma análise dos livros recomendados no PNLD ensino médio 2015
	Autor	Luciana de Oliveira Silva Rocha
	Orientador	Prof. Dr. Maria Inês Martins
	Ano/Instituição	2016/PUC – MG
	Objetivos	Analisar a quantidade e quais os objetos educacionais são citados como fonte de suplementação nos livros didáticos de física indicados pelo PNLD 2015. Os objetos foram analisados e classificados.
	Metodologia	<p>Ao se classificarem os objetos, pode-se verificar certo padrão entre as 14 coleções que foram classificadas em 3 grupos:</p> <p>1) Banco de dados – a coleção apresenta apenas uma seção de sugestão de aprofundamento ou complemento. 2) Continue por aqui – apresenta uma seção de ideias, sugestões de aprofundamento ou complemento ao final de cada capítulo. 3) Mapa de tesouro – as coleções pertencentes a esse grupo vão deixando pistas, sugestões no decorrer de todo o capítulo,</p>

		trazendo pequenas pinceladas e complementos sobre o assunto estudado naquele momento.
	Resultados	Grande quantidade de sugestões de leituras de artigos e livros, sugestões de revistas, de vídeos, simuladores e alguns museus e centros culturais.

Fonte: Autoria própria

Todas as pesquisas tinham o objetivo comum de analisar os OEV presentes nos livros didáticos distribuídos pelo PNLD 2015, mas são diferenciadas quanto aos livros didáticos (coleções/autores) analisados e às metodologias utilizadas.

A partir das análises realizadas foi possível perceber que a quantidade de OEV que varia de coleção para coleção, bem como se diversificam entre páginas na web, textos, artigos, fotos, vídeos e aplicativos de simulação.

Podemos inferir que os OEV são colocados nos livros como uma forma complementar ou suplementar e que não há orientações pedagógicas mais detalhadas sobre o seu uso pelo professor. Aliás, na dissertação D2 conclui-se que não há diferença entre o livro impresso e o digital.

Desse modo, torna-se importante entender como o papel do professor é considerado nessas dissertações, uma vez que o docente é a ponte de ligação entre livros didáticos, OEV e alunos.

Na dissertação D1, menciona-se, nas considerações finais, a importância do papel do professor no processo de aprendizagem, o qual deve instigar o aluno a resolver determinados problemas e desafios, apresentando possibilidades e dificuldades relativas ao desenvolvimento de processos cognitivos e, de forma mais ampla, orientando a construção do conhecimento em função das particularidades de cada estudante. Quanto aos OEV propostos no livro didático, conclui-se que a falta de orientações pedagógicas mais específicas no manual do professor, relativas ao trabalho com os OEV citados nos livros pode ser também um empecilho para o desenvolvimento dos processos cognitivos superiores no processo de aprendizagem, já que, muitas vezes, os professores também possuem dificuldades para usar os objetos como uma ferramenta didática e tais orientações poderiam auxiliá-los a organizar ou planejar uma aula usando os OEV. Aponta-se como sugestão a criação de um sítio na internet ou uma área/portal em que houvesse sugestões mais detalhadas do uso desses objetos, com o intuito de incentivar os professores a desenvolverem atividades com mídias digitais para serem utilizadas de forma conjunta aos materiais impressos.

Na dissertação D2, o foco consiste na categorização dos OEV e na dissertação D3 não há menção ao professor nas considerações.

Percebemos que nas dissertações encontradas não há um foco na atuação do professor e sim em quantos e como esses OEV são apresentados e nos conceitos envolvidos. Desse modo, não há um estudo específico do que um objeto propõe, pensando nas suas limitações e potencialidades, além de não apresentar a importância do papel do professor ao mediar/organizar o uso de TDIC em sala de aula.

6.2 – Análise da coleção de livros didáticos do Edital 2015

A coleção escolhida, como vimos, foi a coleção *Física: Ciência e Tecnologia*, dos autores Carlos Magno A. Torres, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antonio de Toledo Soares e Paulo Cesar Martins Penteado, da Editora Moderna, 2014.

Com os três volumes (livros do aluno) que compõem a coleção (aprovada no edital PNLD 2015), Figura 2, fizemos uma pré-análise buscando identificar os OEV presentes, passando a caracterizar, de modo geral, a apresentação dos conteúdos.

Todos os volumes da coleção são compostos por oito capítulos cada um, e para apresentar sua organização, há uma parte indicada nas páginas iniciais como “Compreenda a estrutura da obra”, a qual detalha essa composição. Há uma seção específica, principal objeto de análise dessa pesquisa, denominada “Navegue na web”, a qual está disposta ao final de cada capítulo, com o objetivo de prover links para leituras complementares, indicação de aplicativos de simulações, links para experiências, vídeos, fotos e sugestões de animações.

Na parte suplementar (Manual do professor) indicada para o professor existem algumas informações sobre essa seção “navegue na web” a qual está descrita da seguinte forma: “torna-se cada vez mais necessária a inserção da informática no processo de ensino, e a disciplina de Física permite isso com facilidade. Existem muitos *sites* que disponibilizam simuladores gratuitamente na internet, além de vídeos e animações” (TORRES et al., 2018, p. 300).

Assim, podemos perceber que no próprio livro didático firma-se a importância das tecnologias durante o processo de ensino-aprendizagem, sendo capaz de contribuir para a

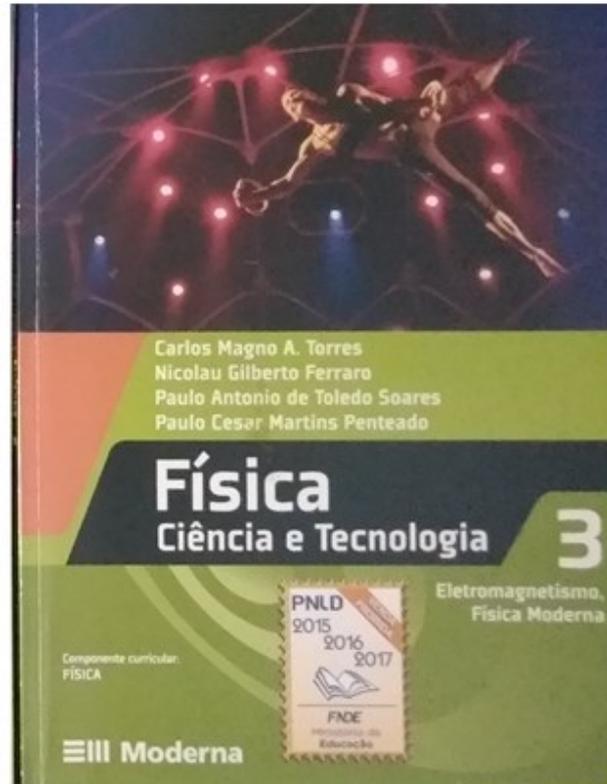
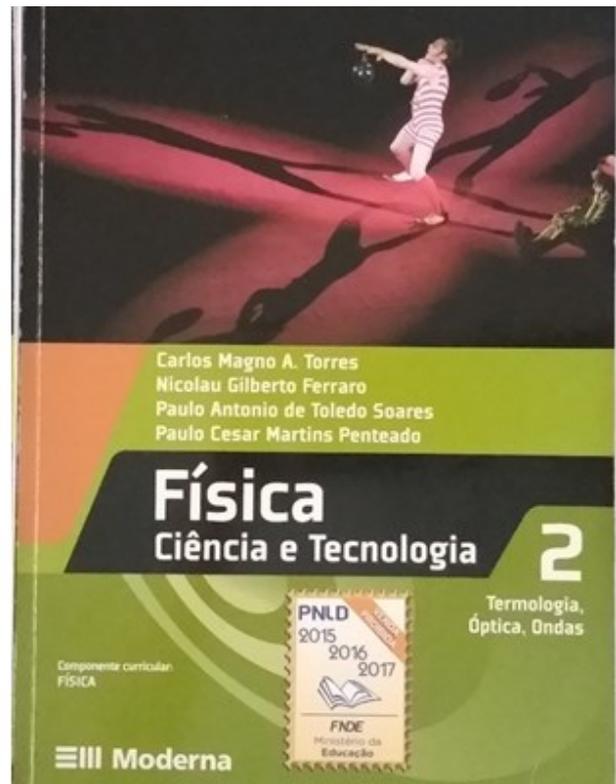
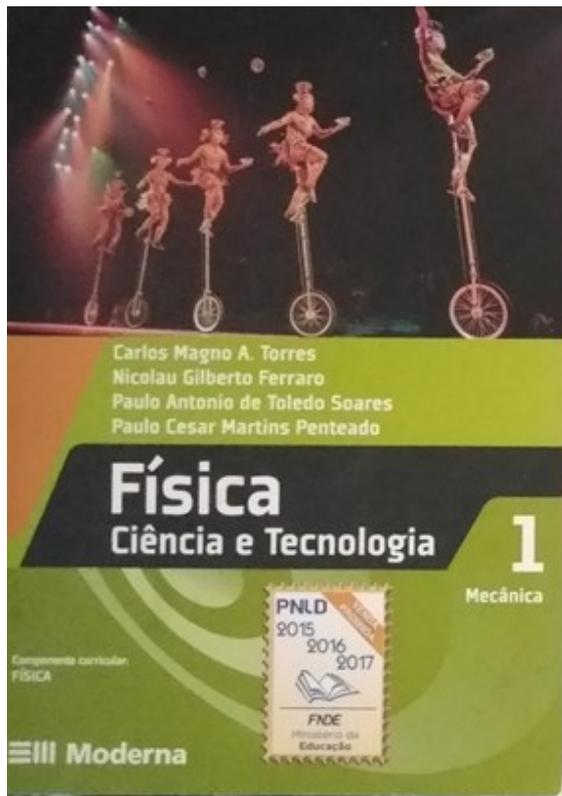
compreensão dos fenômenos físicos. Entretanto, destaca-se uma ênfase à inserção dessas tecnologias, relativizando sua função (ou seu lugar) no processo de ensino-aprendizagem.

Com relação aos links para experiências, notamos que as sugestões são válidas tanto para o professor realizar em sala de aula, quanto para os alunos desenvolverem em suas casas, mesmo sem auxílio do professor.

Ao sugerir vídeos, as fontes indicadas são do *Youtube*, sendo que se dividem em explicações teóricas e demonstrações experimentais, isto é, há links de vídeo em que professores de canais no *Youtube* explicam a parte conceitual e links em que ensinam a desenvolver determinada experiência.

Na Figura 2 constam as capas dos volumes que integram essa edição.

Figura 2. Coleção edição 2015



Fonte: Autoria própria

Os OEV da coleção analisada são sugeridos em cada capítulo e estão descritos nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 1 - 2015

Capítulo	Objetos virtuais educacionais
Capítulo 1	Sugestão de 2 links de sites para <u>leitura complementar</u> (“Ciência: O que é isso?” e “Matéria e suas propriedades”).
Capítulo 2	Sugestão de 2 links de sites para <u>leitura complementar</u> (“Como tudo funciona?” e “O relógio atômico brasileiro”).
Capítulo 3	Sugestão de 2 links de aplicativos para <u>simulação</u> (“Adição de vetores”, aplicativo que permite efetuar graficamente a adição de até 5 vetores; e “Sistema massa-mola”, para simular um experiência com massas e molas para ilustrar a lei de Hooke) e 1 link para <u>leitura complementar</u> (sobre o funcionamento do freio ABS).
Capítulo 4	Sugestão de 3 links para <u>simulações</u> (“Força e empuxo nos líquidos”, simulação de um experimento para determinar o empuxo de um líquido sobre um corpo; “Pressão hidrostática em líquidos”, simulação de um experimento para determinar a pressão hidrostática em diferentes líquidos; e “Fluido não newtoniano”, sobre como fazer uma massa maluca e analisar o seu comportamento), 1 link para <u>experiência</u> (“Dinâmica de fluidos”, simulação de escoamento de um fluido com a possibilidade de alterar parâmetros e verificar os resultados previstos pela equação de Bernoulli) e 1 link para <u>leitura complementar</u> (“Os projetos de Santos-Dumont”, artigo com fotos).
Capítulo 5	Sugestão de 3 links para <u>simulações</u> (“Galileo”, aplicativo para análise de diversos tipos de choques entre duas esferas; “Dia a dia educação”, animação sobre um modo prático para aumentar o torque, permitindo soltar o parafuso de uma roda; “Simulador”, simulação sobre torque) e 2 links de <u>vídeos</u> (Desafio do centro de gravidade”, vídeo sobre o equilíbrio de 10 pregos na ponta de um; “Conservação do momento angular”, explicação de um professor sobre o momento angular).
Capítulo 6	Sugestão de 5 links de <u>simulações</u> (applets da Física com simulações sobre análise de energia potencial, cinética e mecânica).
Capítulo 7	Sugestão de uma página na web – <u>Leitura complementar</u> (Observatório nacional; contém textos, cursos e ferramentas para a formação e divulgação dessa área no Brasil).
Capítulo 8	Sugestão de 2 <u>simulações</u> (Applets Zur Physik – Walter Fendt, Aplicativo sobre princípio da alavanca; Programa Educação Tutorial/UFPR, aplicativo de polias) e 2 links para <u>leituras complementares</u> (“Como tudo funciona”, artigo sobre transmissão manual; “ π on – Ligado na Física!”, nesse endereço eletrônico é possível rever vários conceitos).

Fonte: Autoria própria

Tabela 2. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 2 - 2015

Capítulo	Objetos virtuais educacionais
Capítulo 1	Sugestão de 2 links para <u>leituras complementares</u> (“A termometria nos séculos XIX e XX”, descreve aspectos importantes da evolução da medida de temperatura; “Criogenia”, detalha a técnica da criogenia).
Capítulo 2	Sugestão de 2 <u>leituras complementares</u> (“Efeito Estufa”, artigo elaborado para aprofundar o tema; “O que posso fazer para evitar o aquecimento global?”, página para orientar a minimizar o aquecimento global) e 2 links para <u>simulação</u> (“Comer & Exercitar-se”, simulação de como a massa corpórea varia com o tempo; “Efeito estufa”, simulação que mostra como os gases interferem o clima global).
Capítulo 3	Sugestão de 2 aplicativos para <u>simulação</u> (“Comportamento das moléculas de um gás”, simulação para estabelecer diferentes parâmetros para as moléculas de um gás; “Comportamento dos gases”, simulação possibilita modificar as variáveis de estado de um gás).
Capítulo 4	Sugestão de 2 links para <u>leitura complementar</u> (“Como funcionam os motores a vapor”, artigo que explica o funcionamento desses tipos de motores; “Como funcionam os motores de carros”, artigo que explica o funcionamento do motor de carro).
Capítulo 5	Sugestão de 2 <u>simulações</u> (“Propagação de perturbações em uma corda”, simulação que é possível visualizar os fenômenos ondulatórios; “Tanque de ondas”, aplicativo que permite manipular variáveis e visualizar fenômeno de difração).
Capítulo 6	Sugestão de 2 <u>simulações</u> (“Ondas sonoras”, simulador em que é possível ouvir sons de diferentes alturas e intensidades; “Fazendo ondas”, simulação permite que sons simples ou compostos de seus harmônicos sejam ouvidos).
Capítulo 7	Sugestão de 4 links para <u>simulações</u> (“Cores”, aplicativo para obter a luz branca; “Eclipse lunar”, aplicativo para visualização de eclipse; “Imagens de objetos entre dois espelhos planos”, aplicativo para alterar o ângulo entre 2 espelhos; “Mistura de luzes e tintas”, aplicativo sobre mistura das cores primárias).
Capítulo 8	Sugestão de 1 <u>animação</u> (“Óptica”, animação sobre assuntos abordados na óptica), 1 <u>leitura complementar</u> (“Telescópios”, página da web sobre os tipos de telescópios), 2 <u>simulações</u> (“A Física do arco-íris”, aplicativo sobre trajetória da luz através de uma gota; “Ajuda Mr. Magoo a observar o mundo com outros olhos”, simulação sobre defeitos de visão).

Fonte: Autoria própria

Tabela 3. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 3 - 2015

Capítulo	Objetos virtuais educacionais
Capítulo 1	Sugestão de 2 <u>simulações</u> (“Eletrização por atrito”, simulação disponível no Phet; “Laboratório virtual de circuitos elétricos”, simulação disponível no Phet).
Capítulo 2	Sugestão de 2 <u>vídeos</u> (“Lei de Faraday e Lei de Lenz”, vídeo para analisar os fenômenos de indução eletromagnética e a Lei de Lenz; “Efeito Meissner”, vídeo disponível no youtube para constatar o efeito de Meissner) e 1 <u>simulação</u> (“Laboratório de eletromagnetismo de Faraday”, simulação para análise da Lei de Faraday).
Capítulo 3	Sugestão de 3 aplicativos para <u>simulação</u> (“Propagação de ondas eletromagnéticas”, aplicativo que mostra o comportamento dos campos elétricos e magnéticos de uma

	onda eletromagnética; “Ondas de rádio e campo eletromagnéticos”, simulação para visualizar a geração de uma onda eletromagnética; “Interferência de ondas”, simulação que permite verificar a interferência de vários tipos de ondas) e 1 link para <u>leitura complementar</u> (“Como funciona o laser”, leitura para compreender o funcionamento e construção de um laser).
Capítulo 4	Sugestão de 10 links para <u>leitura complementar</u> (“Balanço Energético”; “Energia eólica”; “Biodiesel”; “Indústrias nucleares do Brasil”; “O acidente de Goiânia”; “Associação Brasileira dos Fabricantes de latas de alta reciclabilidade”; “Associação Técnica Brasileira das Indústrias automáticas de vidro”; “Associação Brasileira de celulose e papel”; “Instituto Sócio-ambiental dos Plásticos”)
Capítulo 5	Sugestão de 1 <u>simulação</u> (“Um exemplo de dilatação do tempo”, simulação que permite compreender a dilatação do tempo).
Capítulo 6	Sugestão de 3 <u>simulações</u> (“Radiações eletromagnéticas”, aplicativo que permite visualizar a distribuição das intensidades das radiações eletromagnéticas; “Modelos atômicos”, aplicativo que simula a evolução dos modelos atômicos; “Efeito fotoelétrico”, aplicativo que simula o efeito fotoelétrico e alterar o metal iluminado) e 1 <u>leitura complementar</u> (“Há mais espaços lá embaixo”, página completa com o discurso de Richard Feynman).
Capítulo 7	Sugestão de 2 <u>simulações</u> (“Espalhamento Rutherford”, aplicativo que permite visualizar o espalhamento; “Fissão Nuclear”, aplicativo que simula uma fissão nuclear disparando nêutrons contra um núcleo de urânio) e 2 <u>leituras complementares</u> (“Perigo nuclear no Japão”, texto sobre como funcionam os reatores nucleares; “Natureza morta”, texto sobre a liberação de radioatividade na natureza).
Capítulo 8	Sugestão de 5 <u>leituras complementares</u> (“Funcionamento do telefone”, artigo explica sobre os princípios que permitem o funcionamento do telefone; “Antonio Meucci”, página na web que conta a história do inventor do telefone; “Plasma: dos antigos gregos à televisão que você quer ver”, artigo que discute o conceito físico de plasma; “Cristais líquidos”, artigo que analisa as propriedades características dos cristais líquidos; “Cristais líquidos: um sistema complexo de simples aplicação”, artigo que apresenta o mundo dos cristais líquidos).

Fonte: Autoria própria

Após a descrição dos OEV, nós os categorizamos considerando suas finalidades como: **informação complementar** e **aplicação do conhecimento**. A categoria de **informação complementar** remete aos OEV que tratam de fatos desconhecidos ou assuntos extras relacionados ao que é abordado nos capítulos. A categoria **aplicação do conhecimento** retrata os OEV que servem para fixar, aplicar e extrapolar os conceitos abordados ao longo dos capítulos.

A partir das Tabelas 1, 2 e 3, temos uma descrição geral dos OEV, com a proposição total de 82 objetos, dentre simulações, leituras complementares, vídeos, experiências e animações. Estes estão distribuídos conforme indicado no Gráfico 1.

Grande parte das sugestões consiste de simulações, das quais 21 foram desenvolvidas pelo Phet Colorado, página da web disponibilizada pela Universidade de Colorado com várias simulações nas áreas de ciências da natureza.

Já as leituras complementares sugeridas, de maneira geral, são artigos ou páginas na web de alguns programas educacionais ou científicos que disponibilizam textos complementares, bem como fotos sobre os conceitos, que possibilitam a busca pelo conhecimento por parte dos alunos, com uma quantidade bem expressiva de ilustrações.

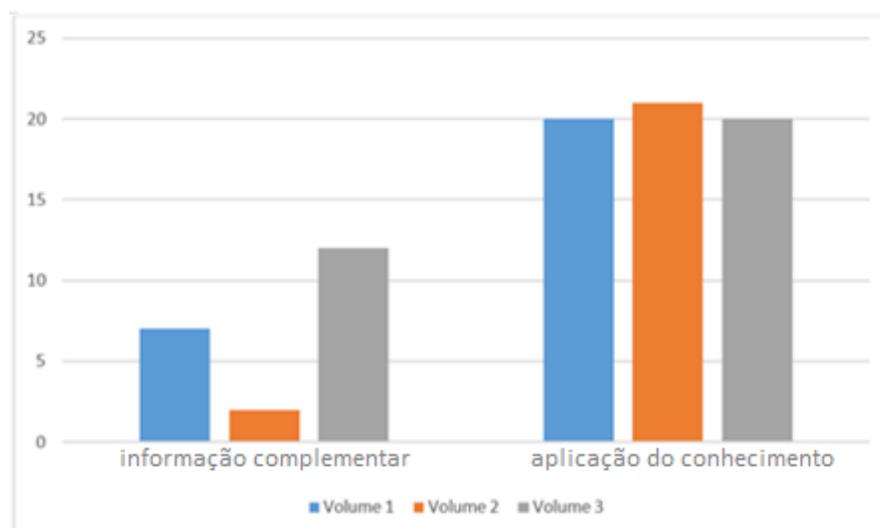
Gráfico 1. Distribuição dos OEV presentes na Coleção 2015



Fonte: Autoria própria

O gráfico abaixo representa como os OEV estão categorizados ao longo dos volumes.

Gráfico 2. Finalidades dos OEV da Coleção 2015



Fonte: Autoria própria

A partir do gráfico das categorias dos OEV, podemos interpretar que os objetos propostos ao longo dos volumes são sugeridos muito mais para aplicar e reforçar os conceitos abordados e visualizá-los, do que fornecer informações novas ou fatos desconhecidos.

Assim como fizemos a análise da edição 2015, a fim de comparação, também fizemos a análise da edição 2018 em relação aos OEV propostos, buscamos as diferenças e as semelhanças, as quais estão descritas a seguir.

6.3 - Análise da coleção de livros didáticos do Edital 2018

Como analisamos na seção anterior a coleção *Física: Ciência e Tecnologia*, dos autores Carlos Magno A. Torres, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antonio de Toledo Soares e Paulo Cesar Martins Penteado, da Editora Moderna, proposto pelo edital 2015, nessa seção, analisamos a mesma coleção, entretanto, a edição 2018, conforme a Figura 3.

Essa coleção também é composta por três volumes (livros do aluno), fizemos uma pré-análise buscando identificar os OEV presentes nela, passando a caracterizar, de modo geral, a apresentação dos conteúdos.

O volume 1 da Coleção possui nove capítulos e os volumes 2 e 3 possuem oito capítulos cada um, e para apresentar sua organização, há uma parte indicada nas páginas iniciais como “Compreenda a estrutura desta obra”, a qual detalha essa composição. Há uma seção específica, principal objeto de análise dessa pesquisa, denominado “Navegue na web”, a qual está disposta ao final de cada capítulo, com o objetivo de preparar links para leituras complementares, indicação de aplicativos de simulações, links para experiências, vídeos, fotos e sugestões de animações.

Os OEV da coleção analisada são sugeridos em cada capítulo e estão descritos nas Tabelas 4, 5 e 6.

Figura 3. Coleção edição 2018



Fonte: Autoria própria.

Tabela 4. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 1 - 2018

Capítulo	Objetos virtuais educacionais
Capítulo 1	Sugestão de 2 links de sites para <u>leitura complementar</u> (“Ciência: O que é isso?” e “Matéria e suas propriedades”)
Capítulo 2	Sugestão de 3 links de sites para <u>leitura complementar</u> (“Como tudo funciona?”, “O relógio atômico brasileiro” e “Scistarter”), 1 link de <u>aplicativo para celular</u> (“Sistema Urubu”) e 1 link para <u>vídeo</u> (“A importância da história da Ciência”).
Capítulo 3	Sugestão de 2 links de aplicativos para <u>simulação</u> (“Adição de vetores”, aplicativo que permite efetuar graficamente a adição de até 5 vetores; e “Lançamento vertical e oblíquo”, para simular uma experiência com lançamento de corpos).
Capítulo 4	Sugestão de 1 link para <u>simulação</u> (“Sistema massa-mola” para simular um experiência com massas e molas para ilustrar a lei de Hooke) e 2 link para <u>leitura complementar</u> (sobre o funcionamento do freio ABS).
Capítulo 5	Sugestão de 2 links para <u>simulações</u> (“Flutuabilidade” simulação que trata sobre as forças que atuam sobre corpos submersos em líquidos; e “Fluido não newtoniano”, sobre como fazer uma massa maluca e analisar o seu comportamento), e 1 link para <u>leitura complementar</u> (“Os projetos de Santos-Dumont”, artigo com fotos).
Capítulo 6	Sugestão de 1 link para <u>simulação</u> (“Phet Colorado” simula a colisão entre duas esferas) e 1 link de <u>vídeo</u> (Desafio do centro de gravidade”, vídeo sobre o equilíbrio de 10 pregos na ponta de um).
Capítulo 7	Sugestão de 4 links de <u>simulações</u> (applets da Física com simulações sobre análise de energia potencial, cinética e mecânica).
Capítulo 8	Sugestão de uma página na web – <u>Leitura complementar</u> (Observatório nacional; contém textos, cursos e ferramentas para a formação e divulgação dessa área no Brasil).
Capítulo 9	Sugestão de 2 <u>simulações</u> (“Java Applets Zur Physik – Walter Fendt”, Aplicativo sobre princípio da alavanca; “Phet Colorado” simula o equilíbrio de alavancas) e 2 links para <u>leituras complementares</u> (“Como tudo funciona”, artigo sobre transmissão manual; “πον – Ligado na Física!”, nesse endereço eletrônico é possível rever vários conceitos).

Fonte: Autoria própria

Tabela 5. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 2 - 2018

Capítulo	Objetos virtuais educacionais
Capítulo 1	Sugestão de 2 links para <u>leituras complementares</u> (“A termometria nos séculos XIX e XX”, descreve aspectos importantes da evolução da medida de temperatura; “Criogenia”, detalha a técnica da criogenia).
Capítulo 2	Sugestão de 2 <u>leituras complementares</u> (“Efeito Estufa”, artigo elaborado para aprofundar o tema; “Dez atitudes para combater o aquecimento global”, página para orientar a minimizar o aquecimento global) e 2 links para <u>simulação</u> (“Comer &

	Exercitar-se”, simulação de como a massa corpórea varia com o tempo; “Efeito estufa”, simulação que mostra como os gases interferem o clima global).
Capítulo 3	Sugestão de 2 aplicativos para <u>simulação</u> (“Comportamento das moléculas de um gás”, simulação para estabelecer diferentes parâmetros para as moléculas de um gás; “Comportamento dos gases”, simulação possibilita modificar as variáveis de estado de um gás).
Capítulo 4	Sugestão de 2 links para <u>leitura complementar</u> (“Como funcionam os motores a vapor”, artigo que explica o funcionamento desses tipos de motores; “Como funcionam os motores de carros”, artigo que explica o funcionamento do motor de carro).
Capítulo 5	Sugestão de 2 <u>simulações</u> (“Propagação de perturbações em uma corda”, simulação que é possível visualizar os fenômenos ondulatórios; “Tanque de ondas”, aplicativo que permite manipular variáveis e visualizar fenômeno de difração).
Capítulo 6	Sugestão de 2 <u>simulações</u> (“Ondas sonoras”, simulador em que é possível ouvir sons de diferentes alturas e intensidades; “Fazendo ondas”, simulação permite que sons simples ou compostos de seus harmônicos sejam ouvidos).
Capítulo 7	Sugestão de 4 links para <u>simulações</u> (“Eclipse lunar”, 2 aplicativo para visualização de eclipse; “Espelhos planos”, aplicativo para analisar as características da imagem de um objeto; “Espelhos esféricos”, aplicativo sobre a imagem de um objeto através de um espelho esférico).
Capítulo 8	Sugestão de 1 <u>animação</u> (“Óptica”, animação sobre assuntos abordados na óptica), 1 <u>leitura complementar</u> (“Telescópios”, página da web sobre os tipos de telescópios), 1 <u>simulação</u> (“Ajuda Mr. Magoo a observar o mundo com outros olhos”, simulação sobre defeitos de visão).

Fonte: Autoria própria

Tabela 6. Descrição dos OEV sugeridos em cada capítulo/Volume 3 - 2018

Capítulo	Objetos virtuais educacionais
Capítulo 1	Sugestão de 2 <u>simulações</u> (“Eletrização por atrito”, simulação disponível no Phet; “Laboratório virtual de circuitos elétricos”, simulação disponível no Phet).
Capítulo 2	Sugestão de 1 <u>vídeo</u> (“Efeito Meissner”, vídeo disponível no youtube para constatar o efeito de Meissner) e 2 <u>simulações</u> (“Laboratório de eletromagnetismo de Faraday”, simulação para análise da Lei de Faraday; e “Corrente induzida” simula a obtenção de uma corrente induzida.).
Capítulo 3	Sugestão de 2 <u>simulações</u> (“Ondas de rádio e campo eletromagnéticos”, simulação para visualizar a geração de uma onda eletromagnética; “Interferência de ondas”, simulação que permite verificar a interferência de vários tipos de ondas) e 1 link para <u>leitura complementar</u> (“Como funciona o laser”, leitura para compreender o funcionamento e construção de um laser).
Capítulo 4	Sugestão de 11 links para <u>leitura complementar</u> (“Balanço Energético”; “Energia eólica”; “Biodiesel”; “Indústrias nucleares do Brasil”; “O acidente de Goiânia”; “O que se sabe sobre o rompimento das barragens em Mariana (MG)”; “Associação Brasileira dos Fabricantes de latas de alta reciclabilidade”; “Associação Técnica Brasileira das Indústrias automáticas de vidro”; “Associação Brasileira de árvores”; “Instituto Sócio-ambiental dos Plásticos”) e 1 link de vídeo (“Como fazer um forno solar”).

Capítulo 5	Sugestão de 1 <u>simulação</u> (“Um exemplo de dilatação do tempo”, simulação que permite compreender a dilatação do tempo).
Capítulo 6	Sugestão de 3 <u>simulações</u> (“Radiações eletromagnéticas”, aplicativo que permite visualizar a distribuição das intensidades das radiações eletromagnéticas; “Modelos atômicos”, aplicativo que simula a evolução dos modelos atômicos; “Efeito fotoelétrico”, aplicativo que simula o efeito fotoelétrico e alterar o metal iluminado) e 1 <u>leitura complementar</u> (“Há mais espaços lá embaixo”, página completa com o discurso de Richard Feynman).
Capítulo 7	Sugestão de 2 <u>simulações</u> (“Espalhamento Rutherford”, aplicativo que permite visualizar o espalhamento; “Fissão Nuclear”, aplicativo que simula uma fissão nuclear disparando nêutrons contra um núcleo de urânio) e 2 <u>leituras complementares</u> (“Perigo nuclear no Japão”, texto sobre como funcionam os reatores nucleares; “Natureza morta”, texto sobre a liberação de radioatividade na natureza).
Capítulo 8	Sugestão de 5 <u>leituras complementares</u> (“Funcionamento do telefone”, artigo explica sobre os princípios que permitem o funcionamento do telefone; “Antonio Meucci”, página na web que conta a história do inventor do telefone; “Plasma: dos antigos gregos à televisão que você quer ver”, artigo que discute o conceito físico de plasma; “Cristais líquidos”, artigo que analisa as propriedades características dos cristais líquidos; “Cristais líquidos: um sistema complexo de simples aplicação”, artigo que apresenta o mundo dos cristais líquidos).

Fonte: Autoria própria

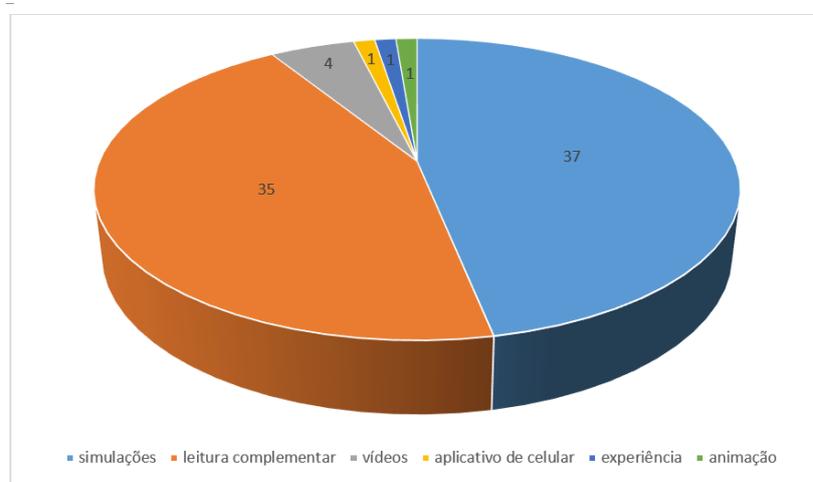
A partir das Tabelas 4, 5 e 6, temos uma descrição geral dos OEV, com a proposição total de 79 objetos, dentre simulações, leituras complementares, vídeos, experiências e animações. Eles estão distribuídos conforme indicado no Gráfico 3.

Percebemos que houve uma redução no número de objetos propostos ao comparar a coleção de 2015 e a de 2018, isso se deve ao fato de que alguns links saíram do ar e também da não solicitação da existência de dois tipos de livros didáticos (Tipo 1 e Tipo 2), em que um deles incluem a necessidade da presença de OEV, como se pode ver no edital de 2018.

A partir do gráfico podemos observar que grande parte das sugestões consiste de simulações, das quais 23 foram desenvolvidas pelo Phet Colorado, como foi supracitado, trata-se de uma página da web disponibilizada pela Universidade de Colorado com várias simulações nas áreas de ciências da natureza.

Já as leituras complementares sugeridas, de maneira geral, são artigos ou páginas na web de alguns programas educacionais ou científicos que disponibilizam textos complementares, bem como fotos sobre os conceitos, que possibilitam a busca pelo conhecimento por parte dos alunos, com uma quantidade bem expressiva de ilustrações.

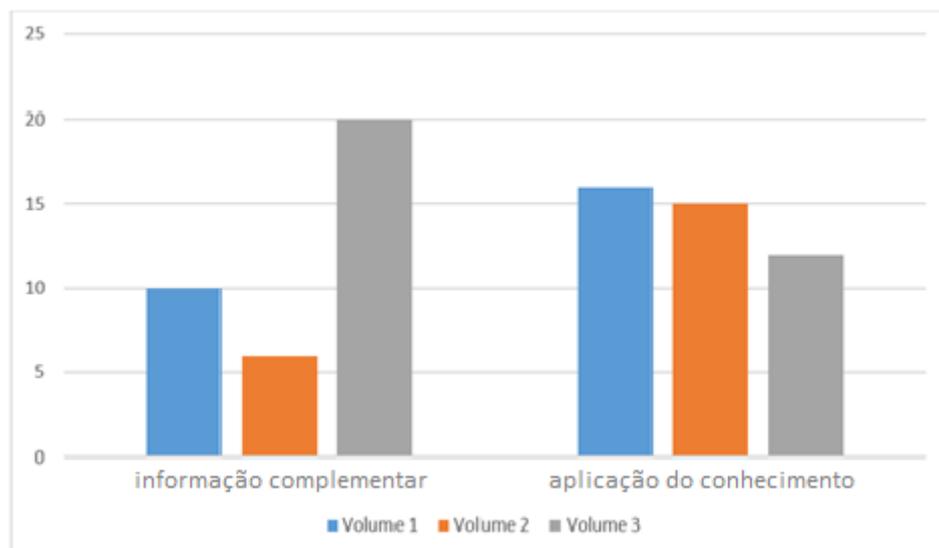
Gráfico 3. Distribuição dos OEV presentes na Coleção 2018



Fonte: Autoria própria

Após a descrição dos OEV, assim como na edição 2015, nós os categorizamos, também, assim como anteriormente para a edição 2015, considerando suas finalidades como: **informação complementar** e **aplicação do conhecimento**, representado no Gráfico 4.

Gráfico 4. Finalidades dos OEV da Coleção 2018



Fonte: Autoria própria

A partir do gráfico 4 das categorias dos OEV, assim como na edição 2015, é possível perceber que os objetos propostos ao longo dos volumes são sugeridos muito mais para reforçar e aplicar os conceitos abordados e visualizá-los, do que para fornecer informações novas ou fatos desconhecidos.

6.4 – Comparando as edições da coleção nos editais 2015 e 2018

Com relação às novas tecnologias e aos objetos digitais tanto o edital PNLD 2015 quanto 2018 não trazem nenhuma abordagem que faça um detalhamento de como devem aparecer ou serem propostos nos livros didáticos.

Apenas em determinados momentos aparecem alguns apontamentos sobre a importância de se priorizar uma visão integradora, interdisciplinar, relacionando as dinâmicas do trabalho e da vida, que estão marcados atualmente pela apropriação social e cultura da tecnologia que é mediadora de processos de produção e consumo. Sendo assim, a tecnologia se torna um eixo integrador para a formação dos jovens no ensino médio, a partir da iniciação tecnológica com a compreensão dos funcionamentos e das aplicações dos artefatos tecnológicos na vida cotidiana (BRASIL, 2013, p. 61).

O edital PNLD 2015 e 2018 propõe discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, promovendo a formação de um cidadão capaz de apreciar e de se posicionar criticamente diante das contribuições e dos impactos da ciência e da tecnologia sobre a vida social e individual (BRASIL, 2013, p. 66).

De acordo com os editais, a Física, como qualquer outra ciência, consolidou, ao longo de sua contínua construção, formas próprias de lidar com o mundo, formas próprias para representar suas teorizações e linguagens próprias para comunicar seus resultados. Para tanto, faz uso de esquemas de representação, símbolos e códigos específicos. No entanto, como qualquer produção humana, não pode prescindir das linguagens cotidianas, das línguas maternas, para poder ser comunicada, divulgada e popularizada. Assim, é desejável um cuidado na apresentação da Física no âmbito escolar, de modo que a sua compreensão ocorra mediada pelas diversas formas de linguagem disponíveis e próprias, com particular atenção para a língua materna.

Nesse caso, podemos subentender que uma das linguagens disponíveis que permite a compreensão da Física é o uso dos objetos educacionais digitais, pois assim é possível analisar e visualizar as representações e teorias físicas.

Analisando e comparando os objetos propostos nas duas edições da coleção escolhida, vimos que no total são sugeridos 161 OEV e ao acessá-los 53 já não estão mais disponíveis. Nesse caso, 31 objetos não disponíveis são da edição 2015 e estão divididos em 19 leituras complementares, 10 simulações, 01 experiência e 01 vídeo. Na edição 2018, 22 objetos não estão disponíveis, sendo 16 leituras complementares, 5 simulações e 1 experiência.

Além disso, verificamos, a partir da comparação das duas edições (2015 e 2018), que em grande parte os OEV são os mesmos; o que diferencia de uma edição para a outra é que alguns objetos sugeridos pela edição 2015 não estavam mais disponíveis, sendo assim foram retirados e substituídos por outros na edição 2018.

Comparando as duas edições, vimos que no volume 1 foram retirados oito objetos e incluídos 5 novos objetos, conforme mostra o Quadro 3.

Quadro 3. OEV retirados da edição 2015 e incluídos na edição 2018 – Volume 1

Capítulo	OEV retirados	OEV incluídos
2	-	“Sistema Urubu” (aplicativo), “A importância da história da Ciência” (vídeo)
3	-	“Lançamento vertical e oblíquo” (simulação)
4	“Força e empuxo nos líquidos” (simulação), “Pressão hidrostática em líquidos” (simulação), “Dinâmica de fluidos” (experiência).	“Sistema ABS” (leitura complementar)
5	“Galileo” (simulação), “Dia a dia da educação” (simulação), “Simulador” (simulação), “Conservação do momento angular” (vídeo)	-
6	“Applet de Física” (simulação).	“Phet Colorado” (simulação)

Fonte: Autoria própria

Observamos que em apenas alguns capítulos que parte dos OEV foram retirados e incluídos. Desse modo, ao tentar acessar os objetos que foram propostos na edição 2015, mas que foram retirados da edição 2018, notamos que, em sua grande maioria, não permitia mais o acesso, estando assim indisponível.

Além disso, percebemos que os objetos que foram incluídos na edição 2018 se tratavam de OEV de assuntos que antes não tinham sido contemplados, por exemplo na edição 2015 não havia sugestão de um objeto que trabalhasse o tema lançamento vertical e oblíquo, sendo assim tratado na última versão da coleção.

Fazendo a mesma análise no volume 2 de ambas as edições obtemos o Quadro 4.

Quadro 4. OEV retirados da edição 2015 e incluídos na edição 2018 – Volume 2

Capítulo	OEV retirados	OEV incluídos
2	“O que posso fazer para evitar o aquecimento global?” (leitura complementar)	“Dez atitudes para combater o aquecimento global” (leitura complementar)
7	“Cores” (simulação) “Imagens de objetos entre dois espelhos planos” (simulação) “Mistura de luzes e tintas” (simulação)	“Espelhos planos” (simulação) “Espelhos esféricos” (simulação)
8	“A Física do arco-íris” (simulação)	-

Fonte: Autoria própria

Através do Quadro 4 é possível perceber que cinco objetos foram retirados e três incluídos. Tentamos acessar os objetos retirados e não conseguimos obter êxito, visto que já não se encontram disponíveis para acesso.

Além disso, notamos que no capítulo 2 o objeto que foi retirado e que foi incluído são idênticos, e percebemos que o objeto foi retirado justamente por não ser possível acessá-lo mais, assim os autores escolheram um objeto que tratasse do mesmo assunto.

Também percebemos assim como no volume 1 que os objetos que foram incluídos na edição 2018 abordavam conceitos que antes não haviam sido contemplados.

Fizemos a mesma análise no volume 3 de ambas as edições, a comparação está apresentada no Quadro 5.

Quadro 5. OEV retirados da edição 2015 e incluídos na edição 2018 – Volume 3

Capítulo	OEV retirados	OEV incluídos
2	“Lei de Faraday e Lei de Lenz” (vídeo)	“Corrente induzida” (simulação)
3	“Propagação de ondas eletromagnéticas” (simulação)	-
4	-	“O que se sabe sobre o rompimento das barragens em Mariana (MG)” (leitura complementar) “Como fazer um forno solar” (vídeo)

Fonte: Autoria própria

A partir do Quadro 6 vimos que dois objetos foram retirados e três incluídos. Percebemos também os objetos que foram retirados não podem ser acessados e que os objetos acrescentados abordam temas que antes não era contemplados com a sugestão de um OEV.

Refletindo sobre a ausência de livros digitais como possibilidades no edital 2018 do PNLD, supomos que tal fato pode ter ocorrido devido a problemas de acesso que as escolas tenham enfrentado, uma vez que para a sua inserção na edição anterior era necessário que fossem apresentada uma versão online do livro e isso de fato não ocorreu, sendo apenas utilizadas as versões impressas, conforme contatamos os colégios.

Entretanto, é importante destacar que o PNLD se tornou uma ferramenta fundamental para a melhoria significativa na qualificação dos livros didáticos, uma vez que antes de suas exigências por meio dos editais, as coleções eram bastante expositivas, com poucas reflexões e contribuições da área pesquisa e Ensino. Logo, as exigências apresentadas nos editais vem provocando uma mudança contínua no aperfeiçoamento das coleções (ZAMBON; TERRAZZAN, 2017).

Nesse sentido, a próxima seção trata sobre a análise de alguns dos objetos propostos nas edições 2015 e 2018, afim de destacar os limites e as potencialidades.

6.5 – Análise de OEV das coleções 2015 e 2018

Para aprofundar nossa análise escolhemos alguns objetos a fim de identificar limites e potencialidades, compreender a função das imagens (iconografia), enquanto parte constituinte dos OEV, e caracterizar a presença de analogias.

Desta forma, partimos de algumas categorias prévias:

- Dados quantitativos: trata-se da apresentação de valores quantitativos agregados ao objeto.
- Representação gráfica: representações dos conceitos a partir do design do objeto.
- Contextualização: a forma como os conceitos podem ser abordados de acordo com a vivência cotidiana.

E, por fim, ao categorizar as analogias presentes nos OEV, verificamos os obstáculos epistemológicos que podem surgir, caso os OEV não sejam trabalhados de maneira criteriosa. Sendo assim, discutimos os limites e as potencialidade de alguns desses objetos propostos nas duas edições.

Apresentamos uma análise dos OEV contidos nos três volumes da coleção, tanto na edição 2015 quanto na 2018. Quatro OEV escolhidos são comuns às duas edições, isto é, aparecem nas duas. Também são analisados dois OEV que aparecem apenas na edição 2018. Os OEV foram escolhidos de acordo com os tipos mais frequentes: as simulações (três) e as leituras complementares (três).

Vale ressaltar que, de todos os objetos propostos nos livros, escolhemos apenas seis OEV para análise, pois os consideramos como exemplares, uma vez que representam muito bem os diferentes objetos propostos na coleção.

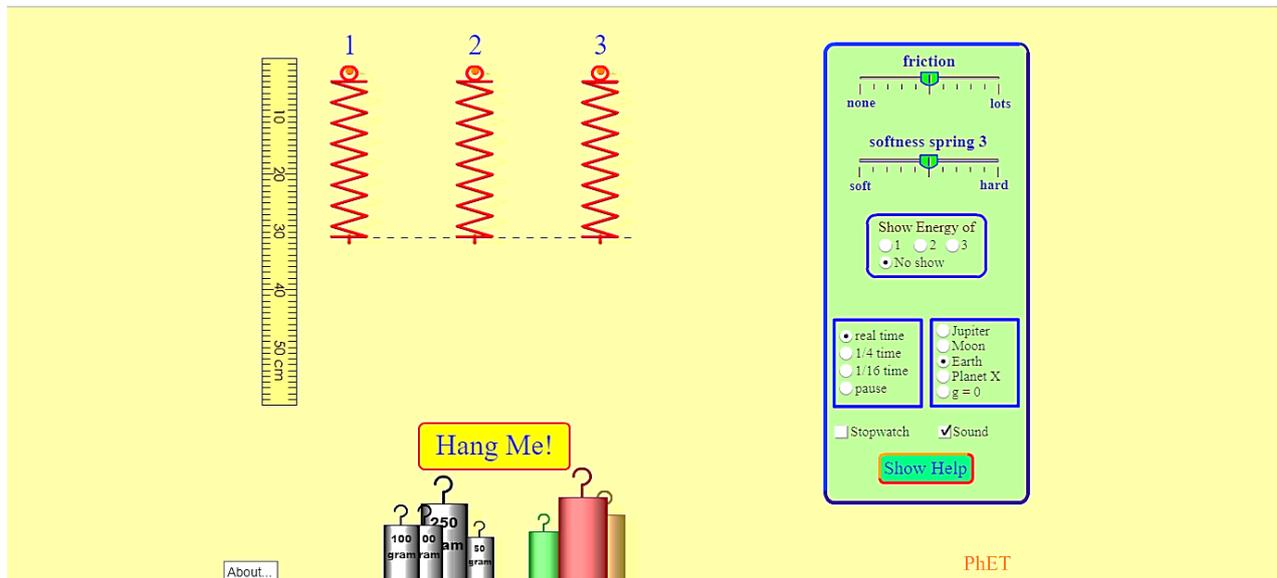
6.5.1. Sistema massa-mola

Este OEV está indicado no volume 1 do livro didático, tanto na edição 2015 quanto na edição 2018, e tem como título *Sistema massa-mola*²; trata-se de uma simulação disponibilizada

²Disponível no link: <http://phet.colorado.edu/sims/mass-spring-lab/mass-spring-lab_en.html>

no site do Phet Colorado, conforme a Figura 4. Essa simulação é proposta ao final do capítulo na seção “navegue na web”.

Figura 4. OEV – Sistema Massa-mola



Fonte: PHET COLORADO.

No livro didático, este OEV é apresentado da seguinte maneira:

nessa página, mantida pela Universidade do Colorado, você poderá simular um experimento com massas e molas e verificar a validade da lei de Hooke. Poderá ainda verificar o comportamento de uma mola, usada como dinamômetro, em locais com aceleração da gravidade diferente da terrestre (TORRES et al., 2014, p. 129).

O capítulo em que foi sugerido esse objeto trata sobre “força e movimento”, abordando os conceitos relacionados às leis de Newton e suas aplicações, dentre elas, a lei de Hooke sobre a força elástica. A simulação proposta possui uma ênfase verificacionista, na qual se espera que o aluno coloque em prática o que viu na teoria. A repetição do verbo verificar é indicativa nesse sentido. Esse apelo é idêntico ao que geralmente ocorre nas atividades experimentais no ensino de Física, quando estas são utilizadas como forma de ilustração/verificação da teoria (HIGA e OLIVEIRA, 2012, p. 77).

Tanto na seção em que é proposto quanto na parte suplementar direcionada ao professor não existem orientações mais detalhadas quanto à utilização do objeto; assim, tanto o aluno quanto o professor podem (ou não) utilizar o OEV de forma autônoma, o que dificulta a sua aproximação ao processo de ensino-aprendizagem pretendido.

Este OEV está no idioma inglês, o que pode em geral causar alguma dificuldade de compreensão por parte do estudante. Entretanto, também apresenta a sua versão em português que pode ser acessada desde que o professor tenha esse conhecimento para a indicação correta.

Analisando o OEV quanto *às imagens*, trata-se de um objeto colorido, que possui as cores vermelha, azul, verde, amarelo e cinza. Logo, percebemos que são cores chamativas, com o predomínio de cores primárias, o que nos leva a interpretar que são escolhidas para atrair a atenção do estudante, além de despertar seu interesse.

O OEV é constituído por 3 molas em formato de zig zag na cor vermelha presas em pontos fixos na parte superior; na parte inferior há quatro massas com seus respectivos valores na cor cinza, as quais possuem um gancho para que possam ser colocadas nas extremidades das molas. Há ainda três massas com valores desconhecidos, uma na cor vermelha, outra na cor verde e outra na cor amarela; essas massas são usadas para que durante a simulação o indivíduo determine sua massa, em que se deseja que o estudante estabelecendo relação entre as forças que existem no sistema. Além disso, à esquerda, na simulação, existe uma régua graduada em centímetros que pode ser utilizada para medir o quanto uma mola esticou.

À direita do objeto aparece um quadro com as variáveis que podem ser alteradas na simulação, o primeiro item se refere à resistência do ar, isto é, é possível verificar como a mola se comporta sem e com resistência do ar. O segundo item que aparece no quadro se refere à elasticidade da mola, em que se pode alterar os valores. O terceiro item se refere ao acréscimo de um gráfico de barras referente às energias presentes a partir do movimento de oscilação das molas, sendo assim, podemos escolher verificar a conservação de energia para as três molas. O quarto item se refere ao tempo de análise e ao planeta em que se vai fazer a simulação, podendo escolher entre Júpiter, Lua, Terra, um planeta X e em um planeta com gravidade zero. Existe ainda os itens em que se pode colocar um cronômetro para a análise e que permite escolher se o indivíduo quer que a simulação tenha som. Bem como existe a opção de ajuda para aqueles que tenham dificuldade em entender os passos da simulação.

Segundo o Quadro 1 (que consta na página 38), esse OEV pode apresentar duas funções em uma sequência didática, a primeira de *interpretação*, em que o professor pode usar

para explicar o conceito, e a segunda de *aplicação*, em que o professor pode solicitar ou os alunos por si só podem usar como modo de testar os conceitos aprendidos.

Com relação à *iconicidade*, trata-se de um OEV em que as imagens apresentam um grau de complexidade que pode ser categorizado em *desenhos esquemáticos + sinais*, visto que apresenta representações não observáveis em contextos reais pelos estudantes, isto é, as imagens presentes na simulação permitem interagir e visualizar magnitudes não observáveis.

Na relação com o texto principal podemos afirmar que o OEV possui característica *denotativa*, uma vez que tem correspondência com o texto principal, entretanto, na forma como é apresentado/proposto não faria falta, logo, sem as imagens do OEV o texto principal do capítulo referente a ele não se tornaria inviável.

A funcionalidade seria *sintática*, pois o conjunto de imagens do objeto exige que o aluno tenha conhecimentos específicos sobre vetores, força e sobre a relação com a gravidade.

O livro ao sugerir o OEV apresenta uma legenda verbal *relacional* que identifica para o leitor qual a relação do objeto proposto com os conceitos científicos abordados ao longo do capítulo.

Após analisar as imagens presentes no OEV e manipulá-lo é possível perceber que se trata de um instrumento que pode auxiliar muito o professor em sala de aula, visto que é uma forma de visualizar a aplicação dos conceitos para os estudantes.

Desse modo, o fato de se colocar uma massa na extremidade da mola e verificar que depois de um certo tempo ela entrará em equilíbrio, possibilita ao professor explorar a simulação e tornar mais palpável o conceito da Lei de Hooke, além de permitir que se trabalhe com a mola em outras regiões com gravidades em valores diferentes. Isto é, usando a simulação, o aluno pode aplicar na prática virtual o que o professor está explicando em sala.

Isso permite ao aluno desenvolver habilidades como raciocínio lógico, tomada de decisões, tornar perceptíveis os seus conhecimentos familiares, bem como possibilitaria ao professor verificar o que é possível ser compreendido a partir da simulação.

Entretanto, apesar das distintas possibilidades didáticas para o uso deste OEV, destaca-se o papel (ausente na proposta do livro e na descrição do objeto) do professor como responsável por organizar o cenário didático e também trabalhar as limitações e potencialidades desse recurso, já que muitas vezes os estudantes podem apresentar dificuldades frente ao uso de simulações, uma vez que no livro não se mostra o objetivo de seu uso, isto é, não mostra uma proposta para manipular o objeto de acordo com o conteúdo.

Analisando quanto à *perspectiva das analogias e metáforas* percebemos que esse objeto se enquadra na categoria *representação gráfica*, e considerando o modelo TWA, vimos que o fato de a representação das molas ocorrer sempre no formato apresentado na simulação pode reforçar a ideia de que os corpos elásticos possuem esse padrão de zig zag. Seria importante a observação do quarto e do quinto passo do modelo TWA, ou seja, mapear as similaridades entre o análogo e o alvo, bem como estabelecer as diferenças entre esses dois domínios. Sem esses passos, corre-se o risco de os alunos esboçarem erroneamente conclusões sobre a constituição, formato e possíveis usos da mola. Essa representação acaba limitando a compreensão de que outros objetos possuem essa propriedade elástica e que seguem a lei de Hooke.

Outro aspecto a ser observado é a colocação das massas apenas nas extremidades da mola, pois nem sempre o estudo de corpos elásticos segue esse padrão, poderíamos pensar no nosso dia a dia em que circunstâncias contemplam a interferência do conceito da Lei de Hooke; nesse caso, o professor poderia desempenhar o papel de mediador/organizador da aprendizagem.

Podemos ainda fazer uma análise desse objeto em relação à categoria de *contextualização*, isto é, analisar como o OEV se encaixaria no meio em que o estudante vive, pois a partir dessa simulação o aluno poderia considerar onde aplicar os conceitos. Analisando em relação a essa categoria, percebemos que o objeto não é contextualizado, ou seja, tende a simular o modelo do conceito científico buscando demonstrar como o cientista propõe/compreende a construção desse conhecimento a partir dessa exemplificação. Logo, percebemos que segundo Bunge (2013), as simulações de modo geral tendem a imitar o modelo científico proposto por um cientista; portanto, nem sempre é contextualizado (em termos de cotidiano), às vezes, mostra-se até ultrapassado, visto que aquilo não faz parte do entorno social e cultural do aluno e, por isso, muitas vezes se torna tão difícil a sua compreensão.

Uma forma de sanar essa limitação, seria exemplificar para os alunos situações cotidianas em que se pode aplicar a lei de Hooke, indo além da mola utilizada no OEV, como por exemplo, ressaltar com a lei está presente no uso do arco e flecha, no elástico presente em roupas, e no uso de estilingue, assim se tornaria o conceito mais evidente e familiar ao estudante.

Sendo assim, mais uma vez caberia ao professor mediar essa situação e trabalhar em sintonia com os estudantes as possibilidades de aplicação no cotidiano deles, pois sem essa relação pode existir um obstáculo pedagógico e dificultar ainda mais o processo de aprendizagem dos conceitos envolvidos.

Dessa forma, podemos *ainda* relacionar com os *obstáculos epistemológicos* propostos por Bachelard (1996), já que segundo ele, se uma analogia não for bem usada pode causar uma visão compartimentada do conceito científico.

Na visão bachelardiana, após categorizarmos os limites referentes às analogias, podemos dizer que com relação a esse objeto aparecem alguns obstáculos, sendo o primeiro deles um obstáculo geral, a experiência primeira, a qual afirma que a primeira imagem do objeto pode travar toda a construção do conhecimento, visto que a primeira imagem é sempre a que fica.

Outro obstáculo seria o generalista, pois somos levados a generalizar o conhecimento, já que não existe referência de auxílio para o uso do objeto, dessa forma, o aluno pode entender que a lei de Hooke está presente apenas em situações como a proposta pelo objeto e não consegue enxergar que seria apenas uma exemplificação, logo, generaliza o conceito apenas a situações problemas como essa. O que nos leva a um dos obstáculos mais específicos (particular), o obstáculo unitário e pragmático, já que o aluno pode não perceber a relação desse conceito com outros conceitos científicos.

Sendo assim, como não há nenhuma orientação da utilização deste OEV no livro didático, fica subentendido que o encaminhamento didático poderá ser encontrado no próprio objeto, o que não acontece. Não se considera a atuação dos professores no planejamento do uso da simulação, estabelecendo relações, isto é, semelhanças e diferenças entre os conceitos científicos e os conceitos familiares nesse objeto.

6.5.2. Ajude Mr. Magoo a observar o mundo com outros olhos

O OEV escolhido do volume 2 do livro didático é uma simulação proposta tanto na edição 2015 quanto 2018 que tem como título *Ajude MR. Magoo a observar o mundo com outros olhos*³, conforme a Figura 5, a qual aparece ao final do capítulo na seção “navegue na web” e possui a seguinte descrição: “com esse simulador você pode recordar os principais defeitos da visão por meio de desenhos animados” (TORRES et al., 2014, p. 264).

³ Disponível em: <http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_otica_magoo.htm>

Figura 5. OEV – Defeitos de visão



Fonte: LABVIRT

Esse objeto é sugerido no capítulo oito que trata sobre o tema “refração da luz”. Nele aborda-se a Lei de Snell- Descartes, reflexão total, formação de imagens em lentes esféricas, instrumentos ópticos e defeitos de visão. A simulação é proposta como uma forma de relembrar o que foi visto no capítulo, uma vez que o capítulo é bem extenso, conforme se pode ver ao folhear o volume 2 da coleção nas duas edições, assim, o objeto pode ser entendido como uma aplicação dos conceitos relacionados aos defeitos de visão. Dessa forma, entende-se como um apelo à verificação da aprendizagem do aluno (uma vez que a orientação está dirigida diretamente a este).

Essa simulação é um *quiz* com perguntas sobre os defeitos de visão que simula a miopia e a hipermetropia de um senhor, o qual sem a correção fica impossibilitado de resolver determinados problemas no seu dia a dia. Nesse caso, o aluno, durante a simulação, fica encarregado de determinar esses defeitos de visão e auxiliá-lo quanto à correção.

A simulação é composta por uma sequência de imagens em que aparece um senhor que é chamado de Mr. Magoo, com roupas típicas de um senhor de aproximadamente 70 anos, e ele é posto em algumas situações. Na primeira delas, ele aparece na sala de sua casa, que possui uma parede verde ao fundo, aparecem ainda uma porta e uma janela com uma cortina branca, um sofá roxo, onde ele está sentado tentando ler um jornal e em frente à ele tem um móvel vinho com

uma televisão marrom e o chão da sala é quadriculado nas cores rosa e branco. Ao tentar ler o jornal e colocá-lo em várias posições, percebe que não é possível e aparece a seguinte frase, destacada em um quadro em laranja: “Mr. Magoo precisa verificar a previsão do tempo da cidade de Ubatuba para este final de semana. Ele só irá viajar se o tempo estiver agradável. No entanto, ele não está conseguindo ler o jornal”, na sequência, é necessário apertar uma setinha que aparece no canto inferior à direita para prosseguir.

Na próxima imagem, aparece o Mr. Magoo nas mesmas condições em que foi citado, entretanto, há a seguinte pergunta: “Qual deve ser meu problema de visão?”, o leitor deve marcar uma das opções “miopia” ou “hipermetropia” e, em seguida, confirmar sua resposta para prosseguir na simulação e, ao acertar a resposta, o Mr. Magoo aparece no mesmo ambiente com a seguinte pergunta: “Muito bem! Você acertou! Mas, qual seria o tipo de lente que resolveria meu problema?”, o leitor deve escolher entre a lente divergente e a lente convergente e, em seguida, confirmar sua resposta.

Ao acertar, aparece o Mr. Magoo de óculos de grau (lentes corretivas) na praia aproveitando o seu final de semana e, na parte inferior da animação, em um quadro laranja, aparece o próximo passo: “Agora vamos analisar a receita do oftalmologista”. Para prosseguir é necessário clicar em uma setinha laranja no canto inferior direito. Em seguida, acessa-se a receita das lentes corretivas proposta por um oftalmologista e na parte inferior há um quadro laranja com a seguinte frase: “A partir das informações da receita médica, preencha o campo com a distância focal”. Para prosseguir é necessário clicar em uma setinha laranja no canto inferior direito.

Na próxima imagem, aparece um quadro laranja que o leitor deve preencher com a distância focal das lentes corretivas tanto para o olho direito quanto para o olho esquerdo, que deve conter três casas após a vírgula, lembrando que há uma dica e uma calculadora que podem ser usadas. Após preencher a distância focal, é importante confirmar a resposta para prosseguir na simulação. Entretanto, apesar do OEV sinalizar que a resposta deve ter três casas após a vírgula, no momento em que se coloca a resposta, a simulação a considera errada, portanto, ao fazer alguns teste vimos que basta colocar duas casas após a vírgula que o OEV aceita a resposta.

Na sequência, aparece o Mr. Magoo com as mesmas vestimentas da primeira imagem, contudo, sentado em um ponto de ônibus esperando o seu passar, nessa imagem, o ponto de ônibus é laranja e está sobre uma vegetação verde e a sua frente tem um asfalto preto com uma linha amarela separando os dois lados da pista e repetidamente aparece um ônibus laranja e roxo passando por ele. Há ainda um quadro laranja com os seguintes dizeres: “Mr. Magoo precisa tomar um ônibus que se dirige ao bairro de Pinheiros, onde mora. Ele está em um ponto de ônibus às

margens da Rodovia Anhanguera, onde os ônibus atingem altas velocidades. Para que o motorista tenha tempo de parar o ônibus, após o sinal do passageiro, é necessária uma distância mínima de 50 m. Porém, Mr. Magoo não está conseguindo ler o letreiro dos ônibus dessa distância”. Para prosseguir é necessário que o leitor clique na seta laranja que está no canto inferior direito.

Em seguida, aparece a mesma sequência de imagem descrita, com um quadro que possui a seguinte pergunta: “Qual deve ser meu problema de visão?”, assim o leitor deve assinalar uma das alternativas “miopia” ou “hipermetropia” e confirmar sua resposta. Após confirmar a resposta e ela estando correta, aparece outro quadro com outra pergunta: “Muito bem! Você acertou! Mas, qual seria o tipo de lente que resolveria meu problema?” e existem duas alternativas “divergente” ou “convergente” e após a resposta é necessário confirmar novamente.

Se a resposta dada estiver correta, o leitor verá uma imagem em que o Mr. Magoo chega ao seu destino: uma casa pequena na cor bege com um muro branco que fica entre dois prédios, um verde e um vermelho e no meio da imagem aparece um quadro laranja com bordas brancas escrito “Parabéns! Acertou novamente! Agora vamos analisar a receita do oftalmologista” e para prosseguir o leitor deve clicar em uma setinha laranja no canto inferior direito.

Na sequência, aparece a imagem da receita das lentes corretivas fornecida pelo oftalmologista e o leitor, a partir das informações contidas nessa receita, deve preencher o campo com a distância focal da lente, como está sendo pedido em um quadro laranja na parte inferior da imagem. Prosseguindo, vemos a próxima imagem que aparece um quadro que o leitor deve preencher um quadro laranja com a distância focal das lentes corretivas tanto para o olho direito quanto para o olho esquerdo, que deve conter três casas após a vírgula, lembrando que há uma dica e uma calculadora que podem ser usadas. Após preencher a distância focal é importante confirmar a resposta para prosseguir na animação. Entretanto, apesar de pedir que a resposta tenha três casas após a vírgula ao fazer isso a resposta é interpretada erroneamente, caso você coloque um número com três casas após a vírgula para a lente corretiva do olho esquerdo, a resposta não é aceita, nesse caso basta colocar um número com uma casa após a vírgula que o OEV aceita a resposta.

Depois de confirmar a resposta aparece uma imagem com o formato dos olhos e uma mensagem em um quadro laranja “Muito bem, você acertou!” e no canto inferior direito aparece a palavra fim em negrito e caixa alta na cor laranja.

Após a descrição, analisamos o objeto com relação às imagens; para isso, nos baseamos no Quadro 1 (que consta na página 38). Primeiramente, percebemos que se trata de uma animação que possui cores fortes, como laranja, verde, roxo, azul, amarelo, cinza, vermelho, por exemplo, na qual há um predomínio da cor laranja. Todas essas cores são utilizadas para tornar o

objeto mais atrativo e interessante para ao aluno, dessa forma, o aluno interage com o objeto, que inicialmente chama sua atenção devido ao colorido.

Em seguida, analisando a sua relevância quanto à sequência didática podemos encaixá-la na categoria da *problematização*, visto que, durante a simulação, aparecem imagens que solicitam aos alunos a resolução de um problema baseado no que aprenderam sobre os defeitos de visão.

Com relação à *iconicidade*, as imagens do OEV se encaixam em *desenhos figurativos*, as quais representam uma imitação da realidade, uma vez que mostra situações figurativas em que o Magoo não consegue enxergar de perto ao tentar ler um jornal e de longe ao tentar enxergar um letreiro de um ônibus.

A indicação do uso do OEV ao relacioná-lo ao texto principal tem caráter *denotativo*, visto que a sua proposta está relacionada ao conteúdo proposto no livro didático, mas se o objeto proposto não fosse indicado não inviabilizaria o uso do livro, logo, não se trata de uma unidade indivisível.

Analisando o que se pode fazer com as imagens do objeto, isto é, sua funcionalidade pode ser entendida como *sintática*, pois exige conhecimento e normas específicas a partir do momento que pede aos alunos para determinar o grau de miopia e hipermetropia do Magoo.

Quanto à legenda verbal das imagens do OEV podemos dizer que se trata de uma legenda *relacional*, uma vez que relaciona os elementos presentes no objeto com os conceitos científicos trabalhados no livro didático.

De modo geral, a partir desse objeto, o alunos pode desenvolver algumas habilidades como tomada de decisão, autonomia e raciocínio lógico. Além disso, pode ser utilizado pelo professor como forma de reforçar o que foi visto em sala de aula, além de aproveitá-la como um método de avaliação sobre os conceitos abordados e pode dar destaque nos conceitos que os alunos possuem um grau de dificuldade.

Apesar das potencialidades descritas com o uso do objeto, existem algumas limitações. A primeira delas se refere à *representação gráfica*, uma vez que ao se tratar de defeitos de visão, no momento em que o aluno responde qual o tipo de lente corretiva que o Mr. Magoo deve utilizar, seria interessante que a simulação mostrasse para o aluno que essa lente está presente no óculos, assim, o aluno construiria essa relação, logo, faltaria o sexto passo do modelo TWA, que visa finalizar a analogia feita, esboçando as suas conclusões.

Outra limitação estaria na utilização dos *dados quantitativos* visto que em uma parte da simulação o aluno deve realizar cálculos sobre a distância focal da lente de acordo com a sua vergência (grau do óculos), seria interessante apresentar mais de um cálculo, para que o aluno não fique preso a apenas um valor, além de exemplificar os diferentes graus de miopia e hipermetropia e sua relação com a distância focal da lente. Desse modo, compromete o último passo do modelo TWA, a conclusão que leva a relação entre a analogia e o alvo de estudo, impedindo de certa forma que o aluno atribua a distância focal relacionada à vergência da lente (grau do óculos).

Nesse caso, é fundamental a interferência do professor que deve mediar a simulação trabalhando em cima das limitações para que todo o conceito seja entendido a partir da análise do objeto, pois sem a sua mediação correta podem surgir obstáculos pedagógicos que estão implícitos nos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) que estão presentes no objeto, como os obstáculos de experiência primeira e quantitativo.

Em se tratando do obstáculo da experiência primeira, o obstáculo geral, podemos afirmar que no momento em que se trabalha o grau do óculos, isto é, a vergência da lente, seria imprescindível relacionar a lente corretiva ao óculos, pois muitos alunos ainda não fazem essa relação. Sem o auxílio e a interferência do docente, a partir do objeto não seria possível fazer essa relação, culminando em um obstáculo pedagógico e se tornaria cada vez mais difícil de desconstruir a experiência inicial do aluno.

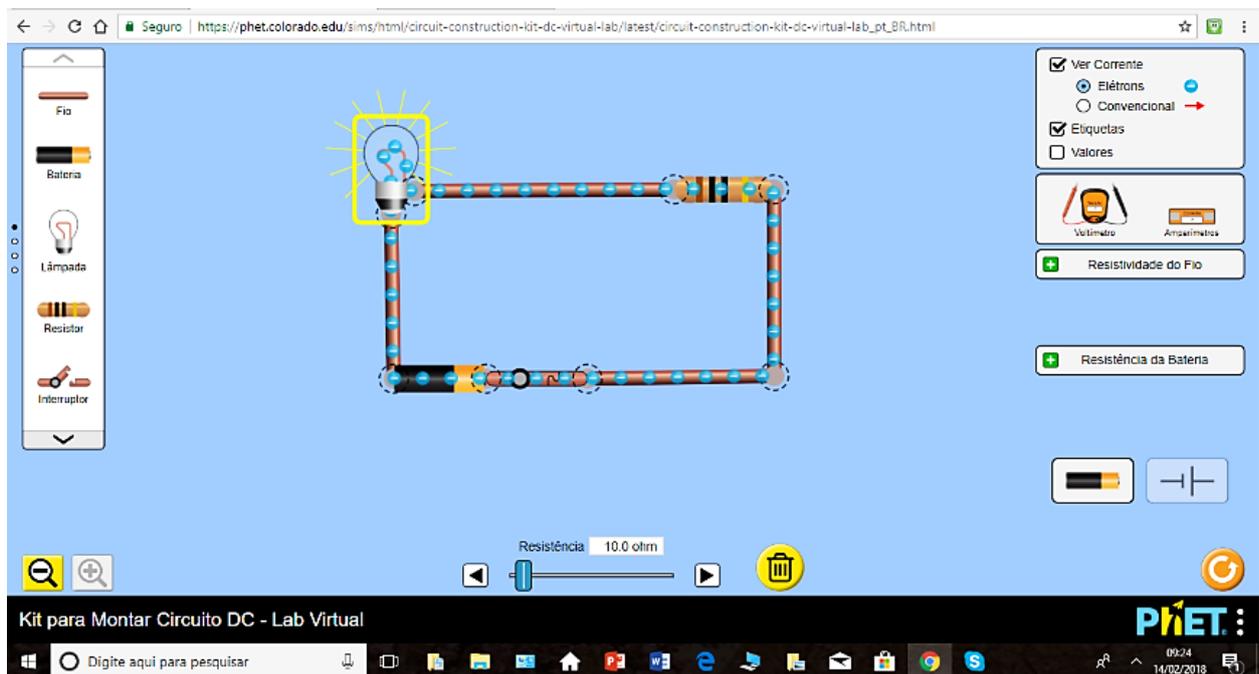
O obstáculo geral pode levar a um mais específico, nesse caso, um obstáculo particular, que chamamos de quantitativo, como em tudo na Física temos o hábito de sempre relacionar o conceito com os cálculos, se fizermos os cálculos e os resultados corresponderem, temos a segurança de que o que foi falado foi aprendido, mas nem sempre essa recíproca é verdadeira, muitas vezes, os alunos conseguem realizar os cálculos devido à “decoreba”, entretanto, não compreendem o conceito. Portanto, fazer os cálculos da vergência/ distância focal da lente e acertar os cálculos no *quiz*, não significa entender o conceito. Pode ocorrer aos alunos uma falsa sensação de que sabem o conceito por terem acertado os cálculos, o que acaba se tornando um obstáculo epistemológico visto que o conceito científico nem sempre é aprendido.

Destacamos, portanto, mais uma vez a importância da necessidade de uma orientação no livro didático que auxilie tanto o professor quanto o aluno para minimizar as limitações de um objeto e possibilitar uma melhor aprendizagem.

6.5.3. Laboratório virtual de circuito DC

O OEV escolhido do volume 3 do livro didático é uma simulação indicada na seção “navegue na web” nas edições 2015 e 2018 que tem como título *Laboratório virtual de circuito DC*⁴, tratando-se de uma simulação disponibilizada no sítio *Phet Colorado*, conforme Figura 6.

Figura 6. OEV – Circuito simples



Fonte: PHET COLORADO.

Esse objeto tem a seguinte descrição no livro didático:

nesse simulador, criado pela equipe da Universidade do Colorado, você dispõe de um kit para montagem de circuitos elétricos com resistores, lâmpadas incandescentes, baterias e chaves. Além disso você poderá usar amperímetros e voltímetros. Você pode, ainda, escolher entre um diagrama esquemático ou uma vista mais realista do circuito montado (TORRES et al., 2014, p. 77).

⁴ Disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab/latest/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab_pt_BR.html>

Esse OEV foi sugerido ao final do capítulo 1 na seção supracitada. Ao longo do capítulo, são abordados os conceitos básicos da eletricidade, como cargas elétricas, processos de eletrização, corrente elétrica, tensão elétrica, resistência, capacitores, entre outros que colaboram para o entendimento de circuitos elétricos.

O objeto possui um fundo azul onde se monta o circuito, no canto esquerdo há as variáveis necessárias para montar um circuito, como três tipos de fio, dois tipos de baterias, dois tipos de lâmpada, dois tipos de resistor, um tipo de interruptor, dinheiro em papel, clipe, moeda, borracha, mão, cão (cachorro) e lápis, assim o aluno pode escolher o que quiser para montar o seu circuito.

No canto inferior, dependendo do que se escolhe (resistência e bateria) podem-se alterar os valores mudando a chave para esquerda ou para a direita. No canto direito do OEV tem um quadro em que se pode escolher a forma como a corrente será representada (elétrons ou convencional), ainda é possível selecionar se haverá etiqueta e valores. Outro quadro logo abaixo permite que aparelhos como voltímetro e amperímetro sejam utilizados, além disso, pode-se alterar a resistividade do fio e a resistência da bateria, bem como selecionar a forma como se vê o circuito, ou em diagrama esquemático ou de forma realística.

Em primeiro instante, foram analisadas as imagens contidas no OEV e suas características. O primeiro aspecto analisado foi o das cores. Vimos que o objeto apresenta cores como o amarelo, laranja, vermelho, azul e preto. Desse modo, as cores são utilizadas para prender a atenção do aluno, uma vez que o uso dessas cores atrai e desperta o interesse.

Analisando o porquê de as imagens serem usadas no objeto, isto é, a sua função na sequência didática, podemos classificá-las em dois aspectos: em seu uso como *aplicação* e como *problematização*. A *aplicação* seria uma forma de exemplificar a definição de uns conceitos científicos. E a *problematização* seria a forma de usar as imagens da simulação para propor que um aluno resolva um determinado problema se baseando em conceitos que foram abordados no livro didático.

Além disso, trata-se de um *desenho esquemático+sinais*, pois a sequência de imagens do OEV representa ações que não são observáveis para os alunos, pois os circuitos elétricos presentes nas residências sempre estão escondidos, o que nos é permitido ver é apenas a tomada, mas sabemos que atrás de cada tomada existe um circuito elétrico interno, e a simulação nos possibilita entender a montagem e o seu funcionamento.

Nesse caso, ao buscar uma relação entre as imagens do objeto e o conteúdo do livro didático percebemos que as imagens são *denotativas*, existindo uma correspondência entre as imagens e o livro, visto que se trata dos conceitos abordados; entretanto, não formam uma unidade indivisível, dessa forma, a falta do objeto não inviabiliza o uso do livro.

Quanto à funcionalidade, podemos classificar as imagens como *sintáticas*, pois exige do aluno conhecimentos e normas específicas, como a forma de se conectar os fios, as lâmpadas e as pilhas.

E a última análise relacionada às imagens seria sobre a legenda verbal que é *relacional*, visto que relaciona os conceitos abordados no livro com as imagens do objeto.

Aprofundando nossa análise ao manipular o objeto, percebemos que é apresentado de modo semelhante/equivalente à montagem de um circuito elétrico simples. Dessa forma, há uma analogia desenvolvida para a visualização de conceitos trabalhados teoricamente, uma vez que permite atribuir valores para a resistência dos fios, dispor da lâmpada e do interruptor, bem como conferir os símbolos trabalhados em sala de aula. Outro fato interessante, é que a simulação permite explorar o sentido de movimentação da corrente, possibilitando trabalhar tanto o sentido real quanto o convencional.

Nesse caso, se bem trabalhada pelo professor, essa simulação pode possibilitar aos alunos o desenvolvimento de habilidades como o raciocínio lógico, a criatividade e a tomada de decisões; pode promover o interesse dos alunos, tornar perceptíveis as concepções alternativas, bem como permitir avaliar o que o aluno compreendeu.

Entretanto, apesar dessas potencialidades, algumas variáveis no objeto se apresentam com limitações, as quais se não forem trabalhadas criteriosamente podem dificultar o processo de ensino-aprendizagem.

Na categoria *representação gráfica*, e considerando o modelo de TWA, vimos que a metáfora das bolinhas azuis em relação aos elétrons pode reforçar a ideia de que elétrons têm formato, comportamento e visibilidade de esfera. Seria importante, em termos globais (numa abordagem analógica), a observação do quarto e do quinto passos do modelo TWA, ou seja, mapear as similaridades entre o análogo e o alvo, bem como estabelecer as diferenças entre os dois domínios. Sem esses passos, corre-se o risco de os alunos esboçarem erroneamente conclusões sobre a constituição dos elétrons e a formação da corrente.

Outra limitação, que entra nessa mesma categoria, seria a constituição interna dos fios, que na simulação é feita através de uma analogia com canos ocos. Dessa forma, se o aluno pensar

em fios como estruturas ocas, não estará contemplando os passos 4 e 5 (modelo TWA), uma vez que não fará relação entre as semelhanças e as diferenças entre alvo e análogo, já que os fios elétricos apresentam uma característica própria do material, que é a resistividade, o que não é possível compreender a partir da simulação.

Além disso, ao analisar os itens que podem ser inseridos no circuito encontramos uma mão, um cachorro, uma moeda, uma nota (dinheiro), uma borracha e um lápis. Ao se colocar esses itens como possíveis componentes de um circuito, permitem-se falsas impressões de que não acontece nada ao encostar em um fio com eletricidade (o que nem sempre é verdadeiro).

Dentro da categoria *dados quantitativos*, outro fator que pode ser uma limitação é a atribuição de valores à corrente, tensão e resistências, uma vez que os alunos, ao priorizarem os valores (ou cálculos com os mesmos), deixam de estabelecer uma análise qualitativa. Lembrando que, não estamos condenando o uso da quantificação ou dos cálculos, até porque faz parte do processo completo da aprendizagem de um conceito, o ponto aqui tratado é que muitas vezes o foco acaba sendo apenas os valores e os cálculos, não se estabelecendo relação com as demais características presentes no objeto.

Dentre os objetos analisados, esse é o objeto que se apresenta mais próximo de um modelo *contextualizado* (em termos de cotidiano); apesar disso, ainda representa um modelo científico (contextualização interna à estrutura da área) construído para facilitar o entendimento das variáveis de um circuito bem como suas ligações.

Nesse caso, o objeto tende a simular um modelo científico, o que vai de encontro com a proposição de Bunge (2013), visto que ele afirma que as simulações foram desenvolvidas para representar o modelo científico, assim aproxima o aluno de como a ciência foi construída ou é abordada/tratada internamente. Mas, ainda precisamos compreender que nem sempre a forma como a ciência foi construída, ou em termos de seus valores e símbolos, é a melhor forma de ensinar aos alunos, pois a geração deles é mais emergente, necessitando que contextualizemos os conceitos científicos para que possam compreender como a ciência faz parte do seu cotidiano. Uma maneira de minimizar essa limitação poderia ser a sugestão (do professor) de que o aluno construa o circuito elétrico das lâmpadas da sua casa, ou seja, propor situações-problemas a partir do dia a dia do estudante.

Como não há nenhuma orientação para a utilização desse OEV no livro didático, fica subentendido que o encaminhamento didático poderá ser encontrado no próprio objeto, o que também não acontece. Não considera a atuação dos professores no planejamento do uso da simulação, estabelecendo relações, isto é, semelhanças e diferenças entre os conceitos científicos

e os conceitos familiares nesse objeto. Sendo assim, podem surgir os obstáculos pedagógicos, já que existem obstáculos epistemológicos implícitos como o experiência primeira, a ênfase quantitativa e a generalização.

Os obstáculos da experiência primeira e generalista, que são obstáculos gerais, podem surgir juntos a partir do momento em que o aluno grava a imagem da simulação como instância verdadeira, isto é, como se os circuitos elétricos fossem apenas como os que são possíveis de montar na simulação. Logo, não possibilita que o aluno visualize a forma como os circuitos elétricos são ao ligá-los em outros tipos de geradores; sendo assim, os alunos podem não associar com outras situações cotidianas, ficando notável para os alunos que a única forma de se ter um circuito são os que podem ser montados usando o objeto.

Outro obstáculo mais específico que surge é o quantitativo, visto que ao atribuir valores, os alunos não fazem relação entre esses valores numéricos aos conceitos científicos, e a partir do momento em que os cálculos ficam corretos, ocasiona a falsa sensação de que se entendeu todo o conceito, o que nem sempre é verdadeiro, já que os alunos poucas vezes fazem relação.

Observando o que foi analisado, podemos inferir que a mediação/organização do professor é imprescindível, pois sem as orientações do livro didático ele deve estar atento à utilização do objeto e deve trabalhar todas as suas potencialidades e limitações para que o conceito tenha uma aprendizagem efetiva.

6.5.4. Dez atitudes para você combater o aquecimento global

Este OEV consta no volume 2 do livro didático, tratando-se de uma sugestão de site presente na edição 2018. Consiste em uma leitura complementar, conforme a Figura 7, também indicada na seção “navegue na web”, versando sobre uma lista de atitudes de enfrentamento do aquecimento global⁵.

O objeto é apresentado no livro didático da seguinte forma:

⁵ Disponível em: <<https://www.akatu.org.br/noticia/dicas-de-consumo-dez-atitudes-para-voce-combater-o-aquecimento-global/>>

Nessa página, mantida pelo Instituto Akatu, você terá dicas de como proceder para fazer a sua parte e amenizar o aquecimento global (TORRES et al., 2018, p. 73).

Esse OEV é indicado no capítulo 2 que aborda conteúdos sobre a energia térmica em trânsito e os conceitos relacionados aos processos de transmissão de calor (condução, convecção e irradiação), bem como os processos de troca de calor (capacidade térmica, calor sensível e calor latente). Ao longo do capítulo são indicadas experiências e exercícios, sendo que a leitura aqui tratada só é indicada ao final do capítulo, como já foi dito, na “seção navegue na web”, assim como outros objetos também são apresentados.

Figura 7. OEV – Atitudes para combater o aquecimento global

Dez atitudes para você combater o aquecimento global

Já pensou em mudar alguns hábitos que podem contribuir muito no combate às mudanças climáticas?

Compartilhe:

Facebook, Twitter, Google+, WhatsApp, Email

Escreto por
Equipe Akatu
17 de julho de 2012

Veja o vídeo da ação do Akatu com o jornal Metro que distribuiu o primeiro anúncio do mundo que sofre os efeitos do aquecimento global

Resultado do aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, o aquecimento global é consequência do atual modo de produção e do estilo de vida na sociedade mundial. No Brasil, por exemplo, a maior parte das emissões vem do desmatamento das florestas e do uso do solo para agricultura e pecuária, além da

Fonte: AKATU NOTÍCIAS

A leitura complementar consiste em um hipertexto, um texto dinâmico que possui imagens, vídeos, textos, tudo isso formando um conjunto de informações interativas, em que há uma quebra da linearidade das informações, como afirma Elias (2005). Essa modalidade de texto tem sua própria organização em que a linguagem verbal, a imagem e o som têm um papel

importante na significação, exigindo uma leitura na qual o próprio leitor define quais elementos ler e de que forma (KLEIMAN, 2014, p. 80).

O hipertexto analisado indica e comenta alguns passos para minimizar o impacto na sociedade do aquecimento global a partir de um consumo mais consciente que diminua as emissões de gases de efeito estufa.

A leitura complementar foi escrita em 2012 pela equipe do Instituto Akatu, sendo composta pelo título seguido de uma questão: “Já pensou em mudar alguns hábitos que podem contribuir muito no combate às mudanças climáticas?”. Na sequência, há a sugestão de um link para um vídeo disponibilizado pelo youtube e é intitulado como “Akatu: peça publicitária reage ao aquecimento global”.

O vídeo foi publicado pelo instituto em 2012 e possui 2 min e 26 s e começa com uma pergunta: “A gente escuta todos os dias sobre o aquecimento global. Mas, será que a gente sabe o que isso significa?”, em seguida pessoas são entrevistadas a partir dessa pergunta e são questionadas sobre o que se pode fazer para minimizar esse fenômeno. Há ainda uma entrevista de um pesquisador sobre o aquecimento global. O vídeo tem a finalidade de divulgar o trabalho do instituto Akatu que visa conscientizar a população sobre os impactos que o consumo deliberado tem sobre a sociedade, visto que contribui para o aquecimento global.

Após a indicação do vídeo, há uma imagem de uma cena do vídeo e, em seguida, um texto curto que contextualiza a relação consumo, aumento da concentração dos gases de efeito estufa e o aquecimento global, após isso, são apresentadas dez ações com o intuito de ajudar a fazer “escolhas de consumos mais conscientes”, cada ação é apresentada uma estrutura “o que isso tem a ver...” e “você pode...”. Finalizando o hipertexto há a sugestão de duas leituras adicionais sobre o impacto das escolhas do consumo nas mudanças climáticas e a percepção da relação entre consumo e aquecimento global.

A imagem é proposta logo abaixo do título e representa pessoas analisando mapas e discutindo sobre como os impactos contribuem para o aquecimento global, pode-se obter essa observação a partir do vídeo, já que é uma imagem que foi retirada dele. Como é colorida, a imagem apresentada é uma forma de chamar a atenção do leitor. Além disso, tem como função a sequência didática de *aplicação*, que faz referência ao ativismo ecológico visando à conscientização quanto aos efeitos do aquecimento global.

Com relação ao grau de iconicidade, a imagem é uma *fotografia* que registra o momento de uma manifestação em prol da conscientização quanto ao aquecimento global. Nesse

contexto, o aluno pode estabelecer ou articular conteúdos estudados com questões sociais e ambientais.

Em relação ao OEV, a imagem possui referência *denotativa*, visto que apesar de haver relação entre ambos, sua presença não é indispensável. Além disso, a imagem é *inoperante* em relação à sua funcionalidade, já que não está relacionada a alguma ideia central do texto, sendo utilizada apenas para observação. Outro aspecto sobre a imagem é que não apresenta uma legenda verbal; desse modo, o leitor pode não entender a relação entre a imagem e o texto.

Analisando o objeto proposto, isto é, o conjunto imagem mais texto, percebemos que possui potencialidades para trabalhar um texto que complemente o estudo trazendo informações adicionais/curiosidades sobre o assunto tratado.

Entretanto, apresenta algumas limitações; uma delas se refere à *representação gráfica* que não atrai de forma significativa a atenção do leitor, pois apresenta um texto extenso com uma figura que pouco auxilia sua compreensão. Dessa forma, o aluno leitor não se sentirá imediatamente atraído.

Outra limitação se trata da *contextualização*, uma vez que o artigo faz menção ao aquecimento global, que faz parte do nosso cotidiano, mas sem ressaltar a sua relação com os conteúdos estudados. Assim, sem a mediação do professor, o aluno provavelmente terá dificuldades para a contextualização.

Após uma análise criteriosa do objeto, podemos afirmar que ele não carrega nenhuma parte analógica, dessa forma, o aluno pouco pode relacionar os conceitos abordados ao longo do capítulo a um contexto mais amplo, como o que foi abordado nesse OEV. Logo, essa limitação faz com que o objeto possa não ser escolhido para utilização, visto que é limitado, e exige que o leitor tenha uma carga de conhecimento extensa para relacioná-lo com os conteúdos, perdendo assim parte do seu potencial.

Kleiman e Moraes (1999) afirmam que o leitor proficiente tem expectativas sobre determinado texto, assim ele espera que o assunto abordado seja mais abrangente, com mais exemplos e, até mesmo, com uma discussão que promova possíveis desdobramentos. Além disso, insistem que uma leitura deve promover e auxiliar na articulação e complementação dos conhecimentos prévios como podemos observar:

o leitor cognitivamente engajado vai testar as hipóteses durante a leitura. Encontrará informações novas, é claro, mas estas poderão ser integradas de forma

tranquila aos conhecimentos que já possui, que foram ativados a partir da leitura dos elementos orientadores da página (KLEIMAN e MORAES, 1999, p. 134).

Dessa forma, ao acessar o link do objeto pode ser que o aluno/leitor fique decepcionado, uma vez que no momento em que usa o livro e percebe a indicação da sugestão poderá criar a expectativa de que a leitura aborde os conceitos científicos e os relacione ao cotidiano. Ao acessar o link e perceber que os conceitos estudados não estão conectados ao texto, além de possuir uma imagem que requer que se assista ao vídeo para sua compreensão, o estudante provavelmente se sentirá desmotivado para avançar a leitura. Essa é uma atitude esperada, visto que o perfil de estudante que se tem hoje possui características imediatistas, preferindo leituras que forneçam as informações de forma rápida, sem muitos rodeios.

Ressaltamos ainda a fragilidade conceitual e estrutural que algumas das dez atitudes para combater o aquecimento global possuem. A primeira atitude, por exemplo, pode ser considerada “perigosa”, uma vez que ao falar para os alunos diminuam o consumo de carne bovina, substituindo por outro tipo de alimentação baseada em grãos e proteínas de outros tipos de carne, pode provocar até mesmo problemas de saúde. Para evitar uma compreensão ao “pé da letra” pelo aluno seria importante que o texto apresentasse informações mais criteriosas sobre essa ação, fornecendo um embasamento maior.

Outra atitude que deve ser repensada, pois fornece informações incompletas seria a de “saber de onde vem a carne”, uma vez que nem sempre os funcionários do lugar onde se compra sabem precisamente a origem, o que pode fazer com que o aluno passe por situações desagradáveis por tal ação.

Outro aspecto que requer atenção diz respeito ao efeito estufa, quando atenta para que não liberem gases de efeito estufa. Da forma como é expresso, parece que o efeito estufa é um problema e não deveria existir; entretanto, sua existência protege a Terra e o cuidado que poderia ser assumido é não intensificá-lo com a emissão de gases poluentes.

Nesse caso, notam-se certos exageros no texto, bem como informações frágeis e descuidadas sobre a intensificação do aquecimento global. Assim, podemos afirmar que o texto pode proporcionar obstáculos pedagógicos, a partir dos obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996) implícitos na leitura.

A partir da visão compartimentada que o OEV carrega, o aluno pode não estabelecer as relações entre os conceitos científicos e seu contexto, conseqüentemente deixando de ativar seus

conhecimentos prévios para constituir um horizonte mais amplo que lhe permita compreender efetivamente os conceitos.

Sendo assim, podemos apontar o obstáculo de experiência primeira, o qual o aluno, a partir do momento em que acessa o link e realiza a leitura, faz uma apropriação equivocada do conhecimento científico a partir das informações presentes no artigo que tendem ao contexto familiar, reforçando seus conhecimentos prévios incorretos. E ainda podemos apontar outro obstáculo particular, o verbalismo, pois pode apenas relacionar o efeito estufa aos conceitos de transmissão de calor, logo, não constrói corretamente o raciocínio sobre tais conceitos.

Nesse sentido, ressaltamos a importância do papel do professor, pois ele se torna o mediador entre a leitura proposta e os conceitos científicos abordados no capítulo, visto que após a seleção do texto e sua leitura, começa o trabalho necessário de análise para preparar a aula de leitura, segundo Kleiman e Moraes (1999), a qual ajuda a estabelecer a percepção da relação das partes do texto com os conceitos trabalhados. Pois:

a atividade precisa ainda recapitular o processo do leitor proficiente, que *ativa* (ou mobiliza) seu conhecimento prévio e seu conhecimento do gênero que o texto está atualizando ANTES de começar a ler (KLEIMAN e MORAES, 1999, p. 137, grifos das autoras).

6.5.5. O que se sabe sobre o rompimento das barragens em Mariana (MG)

Esse OEV escolhido do volume 3 do livro didático é uma sugestão de site presente na edição 2018, ao final do capítulo, na seção “navegue na web” que tem como título *O que se sabe sobre o rompimento das barragens em Mariana (MG)*⁶, uma leitura complementar disponibilizada no site de informação, conforme Figura 8.

O objeto tem a seguinte descrição no livro didático:

algumas perguntas sobre o acidente com duas barragens em Mariana, no interior de Minas Gerais, ocorrido na tarde de 5 de novembro de 2015, permanecem sem resposta. Mas outras questões já foram esclarecidas. Veja o que se sabe sobre a tragédia” (TORRES et al., 2018, p. 184).

⁶ Disponível em: < <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2015/11/06/o-que-se-sabe-sobre-o-rompimento-das-barragens-em-mariana-mg.htm>>

Essa leitura foi proposta ao final do capítulo 4, que aborda o tema energia e poluição. Dessa forma, ao longo do capítulo são tratados os tipos de energia e produção que existem no mundo e como impactam em relação à poluição ambiental, como poluição do ar, da água, do solo, sonora, visual e radioativa. Além disso, são apresentados os processos de reciclagem. Notamos que o objeto sugerido é pouco relacionado aos conteúdos do capítulo.

A leitura complementar foi escrita pela equipe UOL, publicada no respectivo site em novembro de 2015 e atualizada em dezembro de 2015, a qual traz curiosidades/informações sobre o acidente ocorrido em Mariana (MG) nesse mesmo ano. Após o título, há uma foto de um dos locais que foi atingido pela lama com a legenda: “Bento Rodrigues foi tomado pela lama que saiu das barragens e ficou devastado”. Em seguida, há uma breve introdução sobre o texto, que apresenta perguntas relacionadas ao ocorrido na cidade de Mariana (MG), afirmando que muitas ainda não foram respondidas.

Posteriormente, são feitas 13 perguntas sobre a tragédia: 1) Onde ficam e quais são as barragens que se romperam?; 2) A quem pertencem as barragens?; 3) O que as barragens continham?; 4) Quando as barragens se romperam?; 5) Qual o volume de lama que vazou?; 6) O que aconteceu com o subdistrito de Bento Rodrigues, em Mariana?; 7) Outras localidades foram afetadas?; 8) Quantas pessoas morreram e quantas estão desaparecidas?; 9) As barragens estavam regulares?; 10) Quem investiga o que aconteceu?; 11) A mineradora já foi punida?; 12) A lama atingiu o mar?; 13) A terra tremeu na região antes dos rompimentos?

Após cada pergunta há um breve texto respondendo ao questionamento e, de maneira complementar, após as respostas das perguntas 8 e 13 são incluídos dois vídeos com duração de 32 segundos e 1 minuto e 26 segundos, respectivamente. Esses vídeos mostram cenas dos momentos em que a barragem estourou e de como as cidades ficaram devastadas com a passagem da lama. Após todas as perguntas e o vídeo referente à pergunta 13, aparecem 165 fotografias de como as diversas regiões ficaram após a passagem da lama.

Figura 8. OEV – Poluição da Natureza



Fonte: UOL

As informações trazidas no artigo podem ser entendidas como “curiosidades” sobre a poluição ambiental e a poluição do solo e da água ocorrida em larga escala no Brasil recentemente. Portanto, é uma forma de “exemplificar” o que é abordado no capítulo, trazendo mais informações e detalhes sobre o ocorrido.

Trata-se de um hipertexto, já que é um conjunto de imagens, vídeos e textos, que não são apresentados de forma linear, isto é, é um “texto multimodal e multissemiótico da internet, que direciona para buscas e seleções individuais, próprias da cultura digital, propiciadas pelas novas tecnologias de informação” (KLEIMAN, 2014, p. 79).

Analisando as imagens disponibilizadas pelo site é possível conferir o quanto o rompimento devastou a natureza nas redondezas do acidente, além de trazer impactos permanentes para essa região. Podemos, portanto, fazer a primeira análise das imagens escolhidas para compor o artigo.

Todas as imagens que compõem o artigo são *fotografias* que mostram a realidade do impacto da lama contaminada nos rios e nas cidades por onde passaram. Além disso, são todas coloridas para despertar a atenção do leitor.

Com relação à função, na sequência didática, podemos classificar as imagens como *evocação*, uma vez que é uma forma de exemplificar a poluição ambiental que acontece nos dias de hoje e os descasos para evitar desastres semelhantes.

Analisando o objeto proposto e as imagens percebemos que ao relacioná-los com o texto principal do capítulo temos imagens *sintáticas*, pois são fundamentais no artigo para mostrar ao leitor os impactos ocorridos pelo rompimento da barragem. Existe uma correspondência entre os elementos das imagens e os conteúdos representados tanto no artigo quanto no texto principal, formando assim, uma unidade indivisível.

As imagens que aparecem no artigo apresentam uma funcionalidade *inoperante*, visto que são imagens utilizadas para observar a poluição ambiental. E por fim, apresentam legendas verbais *relacionais*, já que são relacionadas ao texto do artigo.

O artigo permite que o aluno observe os impactos da ação (sem consciência ambiental) do homem; sendo assim, ele pode construir uma opinião crítica sobre os conhecimentos envolvidos e, dessa forma, constituir habilidades como raciocínio lógico e autonomia sobre como encarar e intervir no mundo em que vive.

Apesar das potencialidades, esse OEV pode apresentar algumas limitações como a *contextualização*, vimos que ao exemplificar a poluição ambiental usando o acidente em Mariana que ocorreu em 2015, a sugestão do livro permite que o aluno construa o conhecimento sobre os impactos da ambição do homem sobre a natureza e, conseqüentemente, sobre ele. Entretanto, seria importante, a partir do artigo, que o professor fizesse a relação física e química aos dejetos liberados em conjunto com a lama, assim, a analogia estaria completa nesse processo de aprendizagem. Portanto, o exemplo não contempla os passos cinco e seis do modelo TWA, visto que os alunos não percebem as similaridades e as diferenças entre o alvo e o análogo e podem ser levados a não esboçarem as conclusões corretas sobre o conhecimento científico.

Assim, podemos estabelecer um possível obstáculo epistemológico proposto por Bachelard (1996), um obstáculo particular, realista, em que se toma como verdade absoluta esse fato, mas não o relaciona com os conceitos científicos e se pensa que já se sabe tudo sobre o assunto.

Nesse sentido, ressaltamos a importância do papel do professor, pois ele se torna o mediador entre a leitura proposta e os conceitos científicos abordados no capítulo, visto que após a seleção do texto e sua leitura, começa o trabalho necessário de análise para preparar a aula, segundo Kleiman e Moraes (1999), o qual ajuda a estabelecer a percepção da relação das partes

do texto com os conceitos trabalhados. Chagas e colaboradores (2005) também afirma que o professor tem papel determinante no uso de um hipertexto, pois é necessário orientar as possibilidades de construção de sentidos pelos alunos, criando situações concretas que exigem no recurso a informação específica.

6.5.6. Observatório Nacional

Esse OEV escolhido do volume 1 do livro didático é uma sugestão de uma página na web presente nas edições 2015 e 2018, ao final do capítulo, na seção “navegue na web” que tem como título *Observatório Nacional*⁷, uma leitura complementar disponibilizada no site do governo, conforme Figura 9.

O objeto tem a seguinte descrição no livro didático:

o Observatório Nacional (ON) é vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e atua nas áreas de Astronomia, Geofísica e Metrologia, nas quais realiza pesquisas, desenvolvimento e inovação com reconhecimento nacional e internacional. Sua página eletrônica conta com diversos textos, cursos e ferramentas para a formação e divulgação dessas áreas no Brasil (TORRES et al., 2014, p. 254).

Trata-se de uma apresentação do link, uma vez que não há nenhuma ênfase ou recomendação do que se pode fazer com essas informações. A sugestão desse link aparece no capítulo 10 que traz o conceitos relacionados à Gravitação Universal, abordando as leis de Kepler e a lei da Gravitação Universal; sendo assim, são apresentadas as principais teorias sobre o movimento de planetas e de satélites artificiais e naturais.

A página apresenta diversas informações sobre estudos astronômicos e geográficos desenvolvidos no território nacional; é mantida pelo Observatório Nacional (ON), o qual foi criado por D. Pedro I em 1827 e que hoje, reúne/agrega informações científicas, a fim de aproximar a sociedade de uma instituição de pesquisa, além de oferecer cursos que capacitem os professores da rede de ensino para que multipliquem o conhecimento adquirido.

⁷ Disponível em: < <http://www.on.br/index.php/pt-br/>>

Analisando as imagens propostas ao longo da página percebemos que todas são coloridas, com o intuito de chamar a atenção do leitor, despertando o interesse pelo assunto ao acessar o site.

Figura 9. OEV – Observatório Nacional



Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Ao acessar a página e fazer um *tour* é possível ver que há um volume considerável de informação; como não existe nenhuma orientação no livro didático sobre como utilizar a sugestão e quais informações são relevantes aos alunos, torna-se uma limitação ao seu uso. Em geral, os alunos são imediatistas, querem as informações mais rápidas e essa geração de estudantes pode não se interessar e nem se empenhar em fazer uma pesquisa mais detalhada, a proposta do site vinculado ao Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. Talvez fosse interessante a presença de *links* destacados para que os alunos conseguissem visualizar melhor aquilo que fosse de interesse.

Seria oportuno também que o livro, ao fazer a sugestão da visita à página, trouxesse uma orientação da sua utilização, isto é, que apresentasse uma visita orientada para aquilo que fosse mais importante para a aprendizagem dos conceitos/conteúdos. Apresentando uma possibilidade de articulação dos conteúdos trabalhados à visita da página.

Existe uma aba que é direcionada ao professor e pode auxiliá-lo quanto à parte didática do ensino de Gravitação Universal. Essa aba está localizada no canto esquerdo da página intitulada

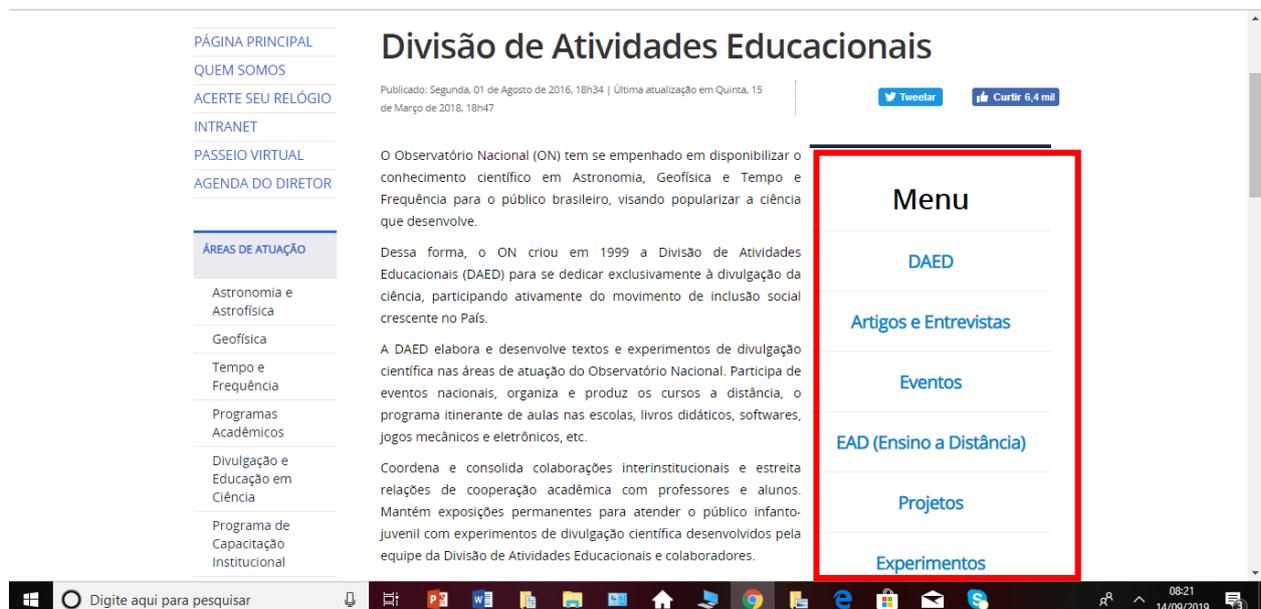
de “Divulgação e Educação em Ciência” (indicada pela seta amarela), em seguida aparecem duas opções basta clicar em “Divisão de Atividades Educacionais”, conforme a Figura 10.

Figura 10. Acesso a divulgação e educação em Ciência



Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Figura 11. Seção na área educacional



Fonte: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Ao acessar a aba “Divisão de Atividades Educacionais”, no canto direito, existe um menu, destacado em vermelho, conforme a Figura 11, com as possibilidades de acesso aos seguintes itens: DAED; Artigos e Entrevistas; Eventos; EAD (Educação a distância); Projetos; Experimentos; Observação Robótica; Programa ON vai à escola; Material de Divulgação; Convênios; Cooperação Interinstitucional; Softwares; Vídeos; Fatos Históricos; Ciência Móvel; e Pessoal.

O DAED (Divisão de Atividades Educacionais) se dedica exclusivamente à divulgação da ciência, elaborando e desenvolvendo textos e experimentos de divulgação científica nas áreas de atuação do ON, os quais são indicados nas seções seguintes.

A seção “Artigos e Revistas” indica leituras impressas e de mídias eletrônicas nas áreas de geofísica e astronomia. O professor, nessa seção, pode selecionar textos e artigos sobre assuntos tratados no estudo de Gravitação Universal, de modo a aproximar os conceitos científicos estudados, com base nas leis que regem os movimentos dos planetas, de assuntos descobertos e desenvolvidos a partir desse conceito. Assim, o professor possibilita que os alunos conheçam contextos atuais a partir da leitura.

A seção “EAD” nos mostra que a ON promove regularmente ações que despertem o interesse da sociedade para as ciências, utilizando elementos visuais e interativos, de forma a simplificar e esclarecer conceitos científicos. Assim, eles oferecem cursos periódicos a distância nas áreas de Astronomia e Geofísica em nível de divulgação científica, sendo possível capacitar professores da rede pública e particular de ensino, vetor fundamental para multiplicar o conhecimento adquirido.

A seção “Projetos” apresenta alguns projetos desenvolvidos como meta de ampliação das atividades de divulgação científica do ON nas áreas do ensino de Física, astronomia e geofísica. As atividades propostas visam despertar o interesse dos jovens para a ciência e complementar a formação dos professores. Foram desenvolvidos três projetos: Sala de aula a céu aberto no Colégio Pedro II, Observação do Sol no Complexo do Alemão, Espaço Antares de divulgação da ciência. A partir desses projetos, uma possibilidade de orientação que o livro didático poderia dar, seria fornecer instrumentos/ ideias de realização de projetos como esses no colégio, logo, a indicação desse objeto, orientado para projetos, poderia auxiliar o professor a desenvolver projetos que estimulassem os alunos ao estudo da Gravitação Universal.

A próxima seção indicada é “Experimentos” em que são indicadas experiências que podem ser desenvolvidas para fins de facilitar o entendimento de conceitos astronômico e geofísicos. São indicados os seguintes experimentos:

- Montagem de telescópio Galileano, Newtoniano e Cassegrain: tem por finalidade mostrar, de forma simples e visual, o mecanismo físico de funcionamento dos telescópios e os principais conceitos de óptica.
- RobLu, robô buscador de luz: o RobLu possui “olhos” eletrônicos sensíveis à luz visível e por meio de um pequeno computador integrado a um conjunto de motores, permite a realização de movimentos, criando reações à iluminação do ambiente.
- Efeito Fotoelétrico de Einstein: experimento onde a luz interage com elementos fotossensíveis, revelando a sua capacidade de deslocar elétrons dos seus níveis de energia, criando uma corrente de elétrons capaz de acionar e alimentar dispositivos eletrônicos. O objetivo é tratar sobre a propriedade dual da luz.
- Totem Omnidirecional: desenvolvimento e construção de uma estrutura em alumínio que abriga uma pirâmide quadrangular em que se projeta um conjunto de imagens dinâmicas de astronomia e geofísica.
- As estrelas são plasma: experimento que visa explicar o quarto estado da matéria de forma lúdica.
- Monte o Pão de Açúcar: a construção de um quebra-cabeça constituído de peças de diferentes tamanhos correspondendo às curvas de nível de uma maquete do maciço dos morros do Pão de Açúcar e Urca. Visa estudar noções de escala, volume, peso, altura, perímetro, bem como as rochas se formaram e chegaram à superfície terrestre.
- Provoque um Terremoto: apresenta a ideia de uma mesa adesivada com o mapa da América do Sul, que mostra a grande quantidade de ocorrência de terremotos nesta região, um pequeno sismógrafo que capta e registra as ondas mecânicas e um sistema (computador) que faz a representação gráfica do fenômeno (sismógrafo).
- Relógio de Sol: mostra um projeto original de um relógio de Sol, entretanto, usa a projeção da luz solar sobre uma esfera de acrílico para marcar as horas dos dias.

Vimos que várias experiências foram propostas, entretanto se tornam limitadas para a utilização e desenvolvimento dos professores, visto que os experimentos são abordados quanto ao seu uso, mas não são indicadas as formas de montagem e de desenvolvimento didático. Além disso, são experiências que requerem materiais mais sofisticados, uma possibilidade seria uma indicação/orientação do livro didático quanto às suas adaptações com materiais mais acessíveis ao professor e aos alunos.

Na seção “Observação Robótica” é indicado que se use um telescópio refletor robótico para fazer observações do céu, que são realizadas no campus do ON no Rio de Janeiro e, a

princípio, uma vez por mês. É interessante apontar aqui, o que seria atrativo para que o professor organizasse uma visita e levasse os alunos a esse telescópio para que fossem feitas observações e fosse possível aproximar o que está sendo estudado ao longo do capítulo 10 desse livro.

A seção “Programa ON vai à escola” apresenta o programa composto por um conjunto de seminários que têm como objetivo ampliar as atividades de divulgação científica do ON, buscando atingir todos os seguimentos da sociedade. Os conceitos usados visam complementar o conhecimento adquirido em sala de aula, despertar o interesse dos jovens para a ciência e complementar a formação dos professores. Nesse caso, seria interessante que o livro orientasse o professor sobre a possibilidade de agendamento de uma visita como essa a fim de auxiliar no processo de construção do conhecimento.

Outra seção proposta é “Material de Divulgação” que visa disponibilizar livretos e revistas em quadrinho por meio eletrônico para ampliar a divulgação da ciência. Um exemplo de revista disponibilizada no site é “O Pequeno Cientista” (clitando em cima da imagem do livro é possível fazer o download da revista). Além disso, existem várias outras revistas que ao clicar em cima da imagem, é possível fazer o download para leitura. Assim, o professor, sob a orientação do livro, poderia utilizar com os alunos e montar atividades diferenciadas para trabalhar em sala de aula.

Na seção “Convênios” são apresentadas instituições que fazem parceria para a difusão da ciência, permitindo o acesso e a utilização de um espaço para exposição dos trabalhos. Já a seção Cooperação Interinstitucional trata de trabalhos desenvolvidos em parceria, envolvendo profissionais dos setores internos do ON e de outras instituições que se identificam pela possibilidade de desenvolver projetos, compartilhar problemas, experiências e objetivos comuns.

Na seção “Software” são disponibilizados gratuitamente aplicativos que despertem o interesse da sociedade para a ciência. Estão disponíveis os seguintes aplicativos:

- Brincando com a ciência
- O pequeno cientista
- Dança dos Continentes
- Escorpião
- Astro
- Passeio Virtual
- Asteroides e Cometas
- Fenômenos dos satélites de Júpiter

Apesar de indicados, alguns dos aplicativos anteriores não é possível acessar sendo eles: “o pequeno cientista”, “dança dos continentes”, “asteroides e cometas”. Quanto aos demais, todos podem ser acessados e utilizados pelos professores. Desse modo, seria importante que o livro orientasse, a partir da sugestão da página, sobre a utilização desse software, pois colaboram para a compreensão de fenômenos relacionados ao espaço que, muitas vezes, está tão distante da realidade dos alunos.

Na seção de “Vídeos” são sugeridos vídeos do *youtube* produzidos, em sua maioria, pelo ON com objetivo de atrair e provocar a população a refletir sobre os fenômenos da natureza e a visão da ciência. Nesse caso, o professor pode elaborar suas aulas e utilizar desses vídeos de modo a complementar o processo de ensino para aproximar do aluno os conceitos científicos.

Em “Fatos Históricos” são apresentados acontecimentos relevantes da história científica mundial nas áreas de Astronomia, Geofísica e outras áreas ligadas às ciências exatas. Desse modo, ressaltamos mais uma vez que ao sugerir essa página do ON, o livro didático poderia orientar o professor ou o aluno quanto à importância da história para a construção da ciência, assim, o ensino dos conceitos da Gravitação Universal se tornaria mais contextualizado.

A seção “Ciência Móvel” se refere a um veículo que transporta um telescópio robótico, experimentos em astronomia e geofísica, material gráfico, a equipe do ON e alunos bolsistas. Também poderia ser orientado pelo livro didático uma forma de trazer esse veículo até as escolas para que se trabalhasse a divulgação da ciência.

Por fim, na última seção “Pessoal” são apresentados os membros da equipe da Divisão de Atividades Educacionais e seus respectivos contatos. A partir desses contatos, os professores podem enviar e-mails e sanar suas dúvidas bem como têm a possibilidade de solicitar os materiais propostos.

Ao conhecer o site é possível perceber que se trata de uma leitura complementar proposta para os alunos compreenderem um pouco mais sobre as aplicações dos conceitos científicos sobre Gravitação Universal. Despertando assim, o interesse do aluno, já que no site há instruções de como um aluno pode participar de projetos e ainda pleitear bolsas disponibilizadas pelo CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico).

Após observar e analisar as imagens propostas pelo site do governo, fizemos um *tour* pela página para analisar a proposta como objeto de aprendizagem. Vimos que a partir da página o aluno pode se tornar mais autônomo e participar de projetos que lhe interessem, dessa forma aguça a curiosidade dos estudantes pelo estudo da astronomia.

Cabe ressaltar que a proposta do site é um hipertexto, que aborda uma nova leitura e escrita de informações, dessa forma, o autor do hipertexto constrói “uma matriz de textos potenciais” e o leitor participa ativamente, pois é ele quem deve traçar o seu caminho de leitura e determinar o que considera importante, assim o conhecimento não está mais preso a uma página impressa, como afirma Dias (1999). O professor, portanto, deve refletir sobre o que fazer e como trabalhar com as mídias digitais nas salas de aula (SNYDER, 2010).

6.6 – OEV presente na prova do PISA 2015

Um outro exemplo da presença de objetos educacionais virtuais pode ser encontrado nas provas do PISA (Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes). Trata-se de uma avaliação periódica realizada para alunos matriculados na Educação Básica/Ensino Fundamental II, que devem ter em média entre 14 e 15 anos, coordenada pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) com apoio de uma coordenação nacional em cada país participante. No Brasil a coordenação é de responsabilidade do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira).

Essa avaliação tem como objetivo produzir indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação nos países participantes, de modo a subsidiar políticas de melhoria do ensino básico. Sendo assim, busca-se verificar o nível de preparação dos jovens para exercerem os seus papéis de cidadão na sociedade atual. Além disso, coleta informações para elaborar indicadores que possibilitem relacionar o desempenho dos alunos a variáveis demográficas, socioeconômicas e educacionais (INEP, 2019).

Trata-se de uma avaliação que ocorre a cada três anos e abrange três áreas do conhecimento – Leitura, Matemática, Ciências – havendo, a cada edição do programa, maior ênfase em uma dessas áreas.

Na avaliação ocorrida em 2015, de acordo com os dados publicados pelo Inep, os alunos do brasileiros apresentaram um desempenho abaixo da média, de modo que em ciências foram 401 pontos, comparados à média de 493 pontos; em leitura 407 pontos, comparados à média de 493 pontos; e em matemática 377 pontos, comparados à média de 490 pontos.

Em ciências, por exemplo, essa pontuação implica localizar o letramento dos estudantes em nível 1a (são oito níveis: abaixo de 1b, 1b, 1a, 2, 3, 4, 5 e 6). Nesse nível:

os estudantes conseguem usar conhecimento de conteúdo e procedimental básico ou cotidiano para reconhecer ou identificar explicações de fenômenos científicos simples. Com apoio, conseguem realizar investigações científicas estruturadas com no máximo duas variáveis. Conseguem identificar relações causais ou correlações simples e interpretar dados em gráficos e em imagens que exijam baixo nível de demanda cognitiva. Os estudantes do nível 1a podem selecionar a melhor explicação científica para determinado dado em contextos global, local e pessoal (OCDE, 2016).

Os resultados desse estudo podem ser utilizados pelos governos dos países envolvidos como instrumento de trabalho na definição e refinamento de políticas educativas, tornando mais efetiva a formação dos jovens para a vida futura e para a participação ativa na sociedade.

A partir de 2015, as provas do PISA passaram a incluir questões que utilizam simulações para que a avaliação seja mais dinâmica e interativa, uma vez que este instrumento requer que o aluno tenha consciência da própria capacidade de raciocínio e de estratégias para a resolução de problemas.

Dessa forma, torna-se relevante uma análise da apresentação dos OEV nos livros didáticos e nas provas do PISA, buscando compreender suas semelhanças e diferenças, bem como estabelecer limites e potencialidades de utilização efetiva em sala de aula.

O OEV escolhido da prova do PISA 2015⁸, indicado na Figura 12, está presente em uma das questões que trata de uma simulação denominada “óculos ajustáveis”, a qual é descrita da seguinte forma:

um tipo novo de óculos que utilizam fluido para ajustar a forma das lentes. Inicialmente, a parte interativa da unidade permite que o estudante investigue o efeito do ajuste da quantidade de fluido na lente sobre a lente. Os estudantes se habilitam, então, a investigar o efeito dos ajustes das lentes na visão de três pessoas: uma com visão normal, uma com hipermetropia (enxerga os objetos de longe nitidamente, mas objetos próximos aparecem desfocados) e outra com miopia (enxerga os objetos de perto nitidamente, mas objetos distantes aparecem desfocados) (BRASIL, 2015, p. 26).

Na simulação contida na questão, a abordagem dos conceitos se torna aplicada, permitindo aos alunos manipular o formato da lente, modificando a quantidade de fluido e inferir

⁸ Disponível no link:

<http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/itens/2015/itens_liberados_ciencias_pisa_2015.pdf>

qual a melhor opção para corrigir o defeito de visão. A partir do objeto, o aluno pode investigar, levantar hipóteses e chegar a uma solução para o problema proposto na questão, permitindo maior interação e desempenho na busca pela compreensão dos defeitos de visão e na correção usando uma lente, além de entenderem a importância do foco. A Figura 12 nos mostra a perspectiva que o aluno terá do óculos e das lentes, além da existência de um texto que faz uma mediação com o objeto, que apresenta perguntas que devem ser respondidas de acordo com o que será visto a partir do momento em que o estudante ajustar as lentes do óculos no OEV.

Figura 12. Objeto proposto na questão da prova do PISA 2015

Óculos Ajustáveis
Questão 2 / 5

Use o cursor para mudar a quantidade de fluido nas lentes. Selecione suas respostas nos menus suspensos para responder à questão.

Como o acréscimo de fluido afeta o formato das lentes dos óculos?

Quando o fluido é acrescentado à lente plana, os lados das lentes se curvam porque a força resultante exercida pelo fluido sobre os lados da lente é .

Uma visão lateral dos óculos ajustáveis é mostrada abaixo. O formato inicial das lentes é plano.

-2 -1 0 +1 +2

Remover Fluido Acrescentar Fluido

Fonte: PISA 2015

Essa questão tem como objetivo avaliar como os alunos conseguem explicar os fenômenos cientificamente e como conseguem interpretar os dados e as evidências; desse modo, o objeto na prova tem uma função de explorar os conhecimentos construídos pelos alunos na sua escolarização.

Com relação às imagens presentes nesse OEV, observamos que são imagens predominantemente coloridas, em tons agradáveis, com o intuito de chamar a atenção do aluno para aspectos relevantes à realização da prova. Na Figura 13 essa distribuição equilibrada de cores pode ser conferida.

Esse objeto apresenta muitas possibilidades didáticas, como a manipulação do objeto pelo aluno, que pode explorar todas as suas funções, e ainda permite a compreensão da formação da lente, mostrando que existem diferentes tipos e funcionamento em que cada uma serve para um tipo de defeito de visão. Desse modo, a interação com o aluno permitiria o desenvolvimento de competências e habilidades sobre o estudo de defeitos de visão, a partir da inferência dos resultados encontrados no uso da simulação. Entretanto, mesmo com as potencialidades acima descritas há algumas limitações que se adequam às categorias estabelecidas nas análises anteriores, que nos auxiliaram e nos fizeram conferir se os objetos propostos nos livros didáticos e em avaliações externas se encontram, apresentando características em comuns.

Figura 13. Detalhes do objeto proposto na questão da prova do PISA 2015

Óculos Ajustáveis
Questão 05 5 / 5

Como Executar a Simulação

Execute a simulação para coletar dados com base nas informações abaixo. Clique em uma opção para responder à questão.

Maria enxerga objetos de perto nitidamente, mas objetos distantes aparecem desfocados.

Qual ajuste nos óculos permite que Maria veja nitidamente em todas as três distâncias?

- +2 Acrescentar a totalidade do fluido
- +1 Acrescentar um pouco de fluido
- 1 Remover um pouco de fluido
- 2 Remover a totalidade de fluido

Visão da Maria

Quantidade de Fluido nas Lentes: -2 -1 0 1 2

Distância da Árvore: perto meia distância longe

Executar

		Quantidade de Fluido nas Lentes				
		-2	-1	0	+1	+2
Distância da Árvore	perto					
	meia distância					
	longe					

Fonte: PISA 2015

Dentro da categoria *representação gráfica*, podemos indicar uma limitação em relação à perspectiva de visualização do aluno, uma vez que o óculos poderia ser apresentado tanto na

perspectiva lateral quanto por completo, permitindo uma percepção do formato da lente, levando a uma compreensão da interferência da quantidade de fluido no seu formato. Dessa forma, deixar de contemplar a identificação dos limites do análogo, já que muitas vezes, os alunos não fazem ligação que as lentes estudadas podem ser as lentes de um óculos.

Outra limitação seria em relação à categoria *quantitativo*, uma vez que há uma atribuição de valores para a quantidade de fluido entre -2 e +2 e o aluno pode apresentar dificuldade em relacionar a quantidade de fluido com o foco da lente. Além de poder haver valores maiores, uma vez que existem vários tipos de graus. Logo, podemos encaixar essa limitação dentro da categoria dados/quantitativos em que o aluno se esbarra em um obstáculo para a construção do conhecimento, deixando de chegar a uma conclusão correta sobre o conceito e a importância do foco de uma lente.

A análise de um dos objetos apresentados, que estava presente na prova do PISA, ficou limitada ao documento disponibilizado pelo Inep em uma versão pdf com suas imagens. Nesse caso, as inferências sobre o objeto foram desenvolvidas através do documento sem, portanto, a possibilidade de interação. Além disso, observamos que esse instrumento foi proposto em um formato de avaliação e não como proposta de aplicação durante uma aula pelo professor.

Nesse caso, como se trata de uma avaliação não é possível a interferência do professor para mediar essas limitações no momento da sua realização, sendo possível a discussão da questão em um momento posterior.

6.7 - Impresso x Digital: relações possíveis

Como desdobramento das análises, percebemos que ainda existe uma certa distância entre os materiais didáticos nos formatos impresso e digital, ou seja, uma desarticulação que culmina em limitações impostas a ambos. Isto ao invés de uma possível ampliação dos limites do impresso e uma efetiva inserção de OEV nos contextos reais de sala de aula.

O material impresso, ou seja, o livro didático é, muitas vezes, o único referencial utilizado pelo professor como apoio às suas aulas (FRISON et al., 2009). Da parte dos estudantes, não raramente consiste no principal recurso de acesso aos conteúdos científicos de forma sistematizada e didaticamente organizada (SILVA; PEREIRA, 2013). Podemos atribuir ao livro didático também uma função de democratização do acesso à estrutura da disciplina escolar, uma

vez que sem ele os estudantes deixariam de ter conhecimento de como o currículo seria desenvolvido; poderia ficar sob domínio exclusivo do professor, cada aula sendo uma surpresa.

É perceptível que o livro didático vem avançando ao longo dos anos a partir das suas implementações no PNLD, como vimos através dos editais do PNLD 2015 e 2018, na criação de novas seções ao longo dos capítulos e com novas exigências em relação à inclusão das TDIC.

Essas seções no livro sugerem tanto ao aluno quanto ao professor links para desenvolver pesquisas, aprofundar os conhecimentos, promover a aplicação dos conceitos, ou seja, utilizar o meio digital como instrumento de ensino-aprendizagem.

Os OEV são sugeridos, na coleção analisada, na seção “Navegue na web”, isto é, o material impresso indica um material digital. Entretanto, em todas as indicações a falta de orientação quanto à utilização dos OEV, dificulta a sua implementação no processo de ensino-aprendizagem.

Essa dificuldade de implementação vai além da falta de orientação dada no livro didático, uma vez que:

os docentes têm pouco tempo para refletir sobre o que fazem, de modo que, quando tentam trabalhar com as mídias digitais nas salas de aula, não há muitas oportunidades para urdir parcerias criativas com os colegas e para fazer experimentações com novos letramentos. Usos imaginativos são frequentemente limitados aos mais envolvidos com e entusiasmados pela tecnologia, os quais, conforme mostram as pesquisas, acabam perdendo completamente a motivação. Os problemas com a infraestrutura das instituições educacionais agravam essas dificuldades: a internet pode funcionar dia sim, dia não, e, às vezes, os computadores não são suficientemente potentes para rodar ferramentas mais avançadas. Esse fator por si só já é suficiente para desencorajar os professores da tarefa de tentar integrar as tecnologias em suas práticas de sala de aula, mesmo que eles sejam usuários experientes e dedicados em suas vidas privadas (SNYDER, 2010, p. 264).

Dessa forma, destacam-se vários fatores que limitam a implementação dos objetos em sala de aula, conforme salienta Snyder (2010); mas, acreditamos que a falta de orientação no livro didático, deixando de sugerir encaminhamentos, torna-se um fator determinante.

Se não houver uma proposta para a utilização do OEV no livro didático, caso o professor tenha interesse em complementar a sua metodologia, ainda caberia a ele um esforço adicional para elaborar estratégias de articulação do OEV aos conteúdos desenvolvidos. Conforme afirma Chagas e colaboradores (2005), ao docente cabe orientar as pesquisas dos alunos, criando

situações concretas que utilizem o recurso, uma vez que pode auxiliar na compreensão dos fenômenos e dos conceitos científicos ao interagir textos, imagens e sons.

Nesse novo contexto, o professor estabeleceria uma postura crítica em relação aos objetos, uma vez que, como foi mostrado anteriormente, existem limites e potencialidades que se extrapoladas podem colaborar significativamente para o processo de ensino-aprendizagem, inclusive propiciando entusiasmo e motivação aos estudantes.

Pensando nos limites que esses objetos carregam e na sua relação com o livro impresso, a falta de sugestões quanto à sua utilização parece descabida. Soa como cumprimento de mera formalidade, provavelmente um dos possíveis motivos para isso se deve ao cumprimento de exigências do edital do PNLD pelas editoras, isto é, significa que só há a indicação desses OEV nos livros didáticos impressos, pois se exige no edital de 2015, para os livros Tipo 2, a sua existência. O próprio edital não aponta para a necessidade dessas orientações/sugestões, mas, apenas, a forma como deve ser disposto no livro didático, como podemos ver no edital 2015, já no edital 2018 não existe esse apontamento.

Outro fator que pode ser a causa da ausência de orientações quanto à utilização dos objetos, está relacionado à quantidade total de páginas determinada previamente no edital do PNLD. Trata-se de escolher entre manter conteúdos tradicionalmente dispostos no livro e inserir novidades tecnológicas, para as quais ainda não há convencimento de sua eficácia na proposta.

Logo, os OEV são indicados mais por uma mera formalidade, e, nesse caso, não existe um critério claro para a escolha e sugestão no livro. Isso leva a situações em que os objetos escolhidos já não estão acessíveis para utilização.

No que tange às simulações, a grande maioria está disponibilizada no site do Phet Colorado da Universidade de Colorado. Essa opção ocorre em detrimento da utilização de propostas que foram produzidas no Brasil na era do Rived, às quais não são contempladas.

Percebemos, portanto, que não se estabelece uma relação entre os materiais didáticos impresso e digital, pois apesar dos livros didáticos sugerirem OEV, esse recurso não avança para a sala de aula, isto é, deixa de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem.

Por outro lado, a expectativa em torno dos OEV está associada às estratégias metodológicas diferenciadas que possibilitem uma postura mais ativa e autônoma por parte dos estudantes, avançando para além de um ensino nos moldes que se pauta muitas vezes apenas no livro didático ou em registros que apenas o professor detém. Dessa forma, o uso do objeto não

avança enquanto ferramenta didática e não colabora para a construção do conhecimento, já que existem fatores que limitam o seu uso.

A indicação de OEV apenas como formalidade que o autor, ou a editora, tem para que o livro seja aceito/adquirido pelo governo, esvazia seu significado e suas contribuições pedagógicas. Não faz sentido manter sua indicação no livro didático já que não existe uma orientação quanto ao seu uso e, para piorar, muitas vezes tais objetos se mostram corrompidos, inacessíveis, ou mesmo limitados. Muitos objetos sugeridos, principalmente os hipertextos eram bastante limitados; não precisariam ser digitais, bastariam ser impressos, já que fornecem apenas a leitura de um artigo que pouco contribui para a compreensão dos conceitos/fenômenos científicos.

Os objetos que sugerem a leitura de artigos ou textos sobre aspectos científicos ou curiosidades, na sua grande maioria, são textos com aglomerados de informações que poderiam ser impressos e não se diferenciam dos textos de curiosidades sugeridos ao longo dos capítulos do próprio livro. Dessa forma, esses objetos não se mostram capazes de superar o material impresso; não há nenhum aspecto que colabore modificando substancialmente o que será aprendido.

Nessa perspectiva seria mais um fator a desanimar o professor quanto a sua utilização, somado as dificuldades de levar para a sala de aula mecanismos ou recurso (uma parafernália tecnológica) necessários para acessá-lo em tempo real.

Apesar das dificuldades apontadas acima, os objetos quando criteriosamente escolhidos e com orientações/sugestões para a sua utilização podem contribuir para o processo de ensino e de aprendizagem. São ferramentas didáticas que permitem avançar para além dos limites do material impresso.

A produção de um sentido para determinado OEV requer a mobilização de vários conhecimentos, reconhecendo os significados presentes no objeto e na sua forma de organização. Considerando o lugar em que se encontram os OEV, o ambiente digital, cumpre que se destaque, ampliando uma reflexão voltada para hipertextos, que este pode reunir “em um só ambiente várias formas de linguagens como texto, imagem e som, o que permite maior maleabilidade para a incorporação de múltiplas semioses” (MARCUSCHI, 2005 apud CALDAS, 2014).

Dessa forma, ampliam-se as possibilidades de aprendizagem. Multiplicam-se os possíveis sentidos que podem ser construídos pelos estudantes e que permitirão avançar na compreensão dos conteúdos de ensino. Os sentidos construídos na interação sujeitos-OEV implicam na compreensão dos modelos de contextos sociocognitivos envolvidos. De outra forma,

uma utilização pedagógica criteriosa dos OEV requer que sejam considerados seus contextos próprios de significação – de produção e de uso (KOCH e ELIAS, 2008).

Considerando as diferenças entre o texto impresso e o hipertexto, Marchusi (2001) pondera que:

Rigorosamente, o hipertexto não é um texto fisicamente realizado, mas uma *virtualidade*. Contudo, pode-se inverter a assertiva e dizer que *assim como o hipertexto virtualiza o concreto ele concretiza o virtual*. E provável que neste ponto esteja uma das diferenças essenciais entre o texto impresso e o hipertexto. (p. 97, grifos do autor)

Nesse raciocínio, podemos também afirmar a virtualização do concreto proporcionada pelos OEV (que incluem também os hipertextos) que acabam concretizando, da mesma forma, o virtual. Decorre, pois, uma relação potencialmente rica de possibilidades através desse extravasamento das folhas de papel, ou seja, do impresso contido no livro didático.

Acreditamos que para que a implementação seja eficaz, já que os professores ainda possuem dificuldades para usar esses recursos como material de apoio e metodologia didática, seria necessária a indicação de uma orientação dada pelos autores dos livros didáticos quanto a formas de aplicação em sala de aula, ou seja, junto ao livro, na parte suplementar apresentada ao professor, os autores construíssem um material de apoio dando a atenção merecida a esses objetos, uma vez que as TDIC estão cada vez mais presentes no cotidiano dos nossos estudantes.

Apontamos também para a necessidade de olhar com mais atenção os objetos sugeridos: verificar se ainda estão disponíveis, analisar se a forma como são propostos viabilizam seu uso, capacitar o professor em sala de aula para o uso dos OEV, adequar os objetos de acordo com o conteúdo de cada capítulo. Não basta solicitar que se tenha no livro didático para acompanhar a evolução tecnológica, deve ser orientado e acompanhado a sua implementação a fim de proporcionar um melhor processo de aprendizagem.

Na próxima seção sistematizamos as inferências e as sínteses relacionadas à análise dos objetos educacionais virtuais.

INFERÊNCIAS E DESDOBRAMENTOS DA ANÁLISE

Na seção anterior apontamos que os OEV sugeridos nos livros didáticos possuem limitações e potencialidades para o processo de ensino-aprendizagem, destacando que se não forem trabalhados de forma criteriosa podem reforçar obstáculos epistemológicos na visão bachelardiana.

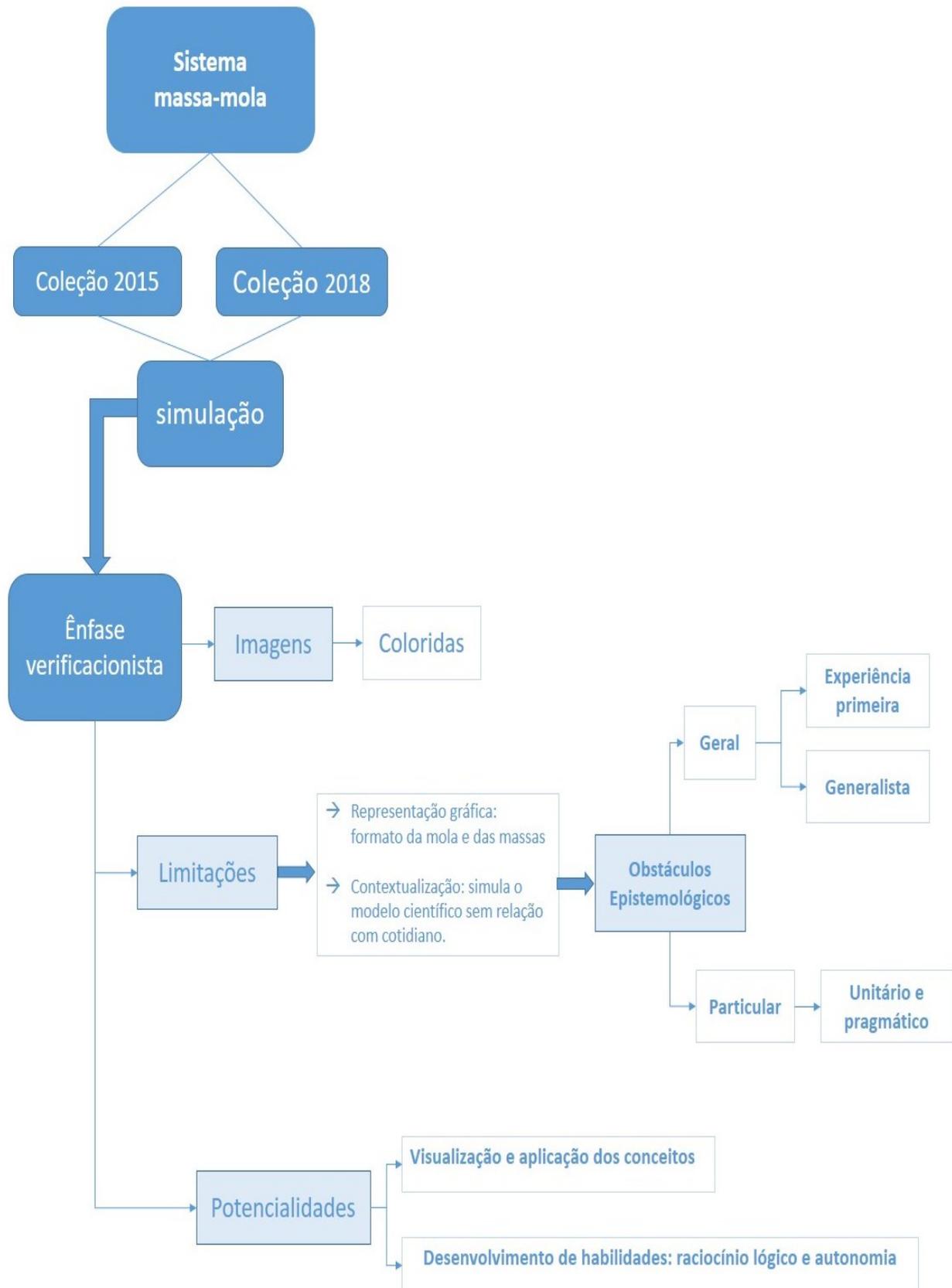
Para que pudéssemos estabelecer uma síntese analítica entre as semelhanças e as diferenças dos OEV analisados, de acordo com suas principais características, desenvolvemos seis esquemas, representados nas Figuras 14, 15, 16, 17, 18 e 19.

Lembramos que quatro dos objetos analisados estão presentes nas duas edições 2015 e 2018 da coleção, sendo que dois deles foram propostos apenas na edição 2018 e se tratam de leituras complementares.

A fim de estabelecer uma relação entre os objetos propostos, nossas inferências serão apresentadas inicialmente a respeito das simulações. Todas as simulações foram propostas nas duas edições da coleção 2015 e 2018 e apresentam uma ênfase verificacionista, isto é, deseja-se que o aluno aplique os conhecimentos estudados anteriormente, colocando a teoria em prática. Logo, percebemos que grande parte das simulações são para reforçar os conceitos abordados ao longo dos capítulos.

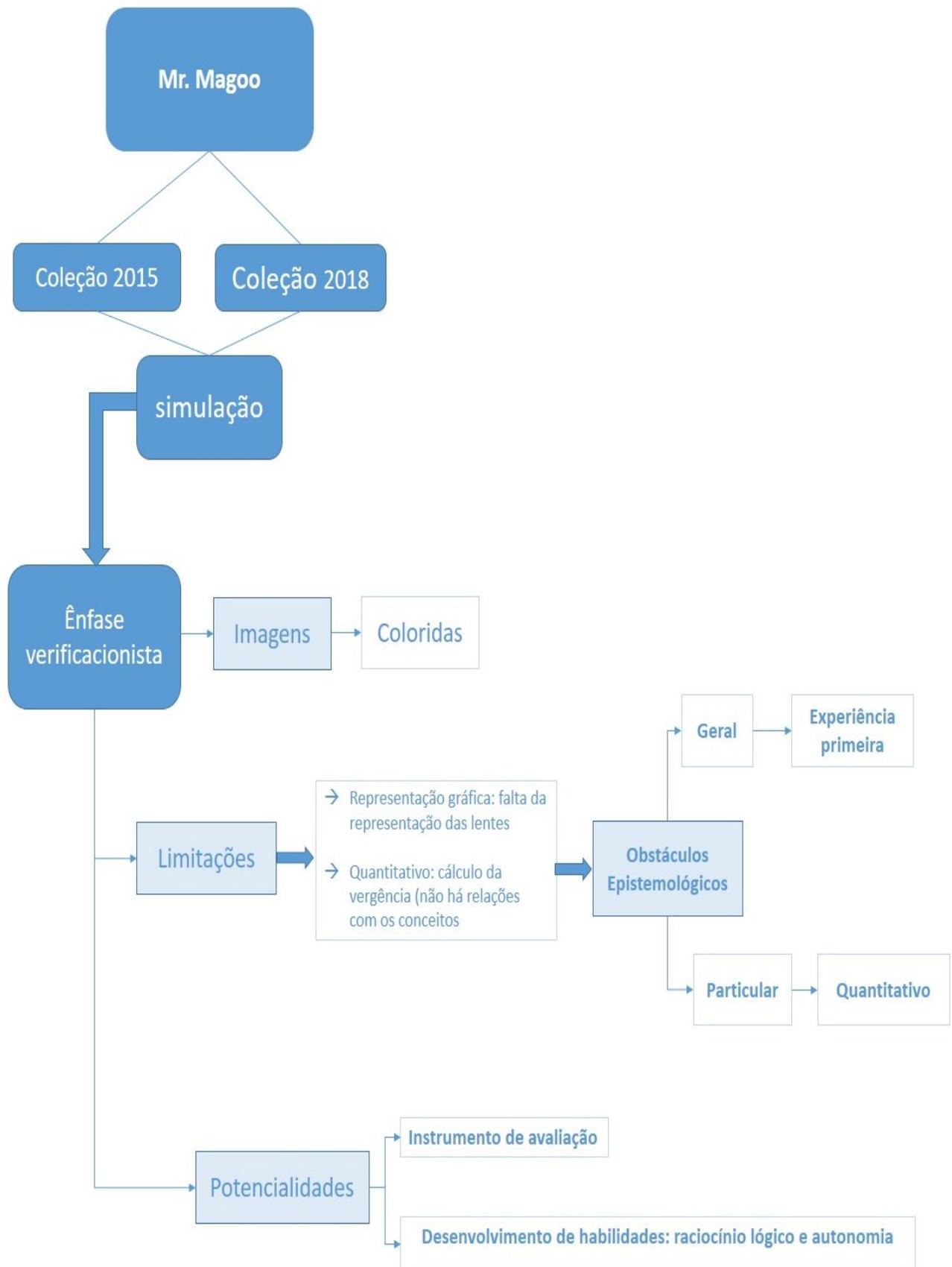
Através dos esquemas das Figuras 14, 15 e 16, enfatizamos que as simulações analisadas apresentam potencialidades em comum como o desenvolvimento de habilidades tais como a ativação do raciocínio lógico, desenvolvimento de capacidades cognitivas como a criatividade e a tomada de decisões e organização da percepção dos conceitos, como apontam Rosa, Córlica e Pereira (2016), além de facilitar a compreensão e visualização de conceitos e/ou seus atributos. Essas potencialidades são destacadas como benéficas ao usar simulações como ferramenta didática, pois permitem aos alunos testarem suas próprias hipóteses bem como engajam os estudantes em tarefas, muitas vezes, com alto nível de interatividade, como afirma Cenne (2007).

Figura 14. Esquema da análise do OEV Sistema massa-mola



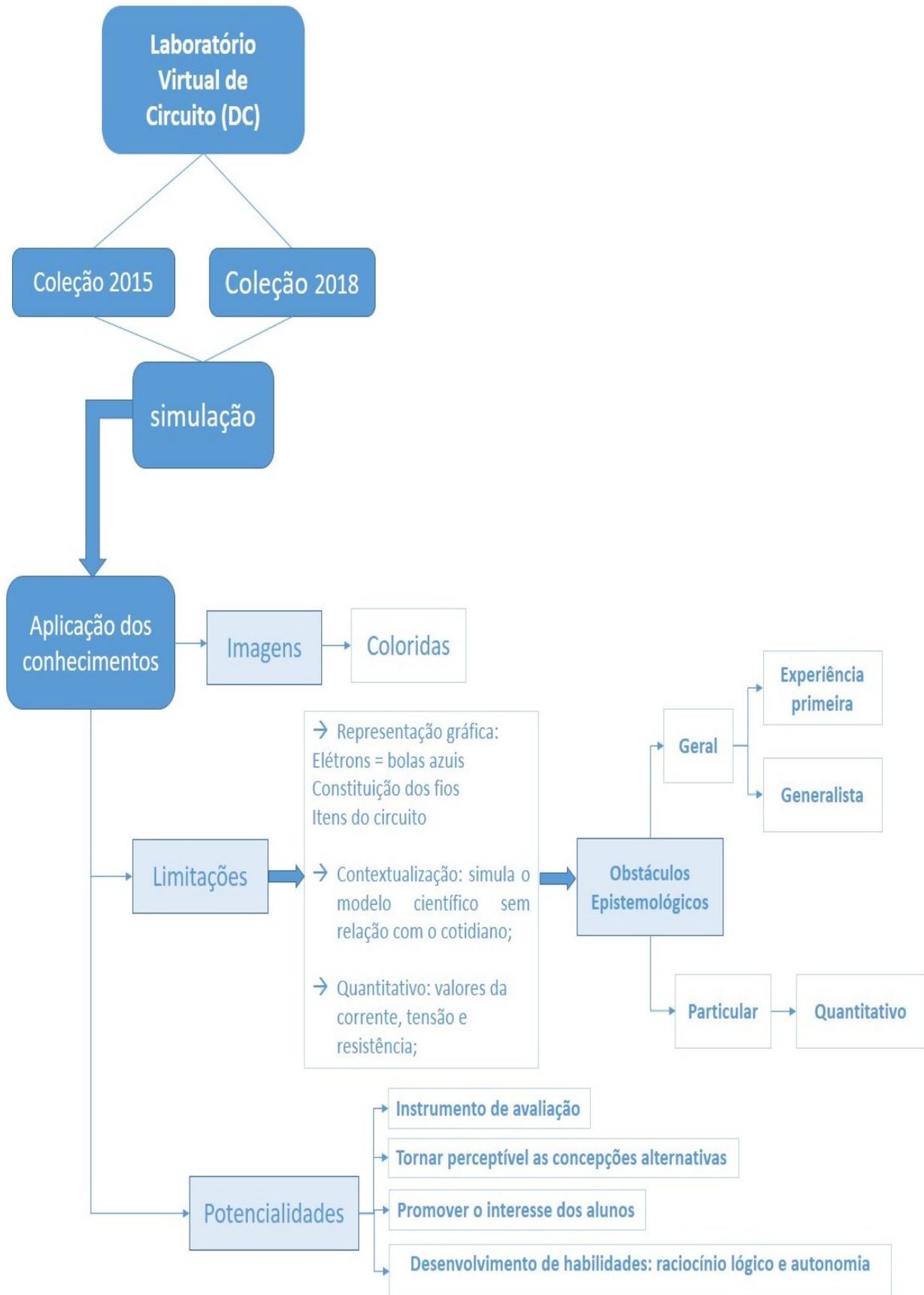
Fonte: Autoria própria

Figura 15. Esquema da análise do OEV Mr. Magoo



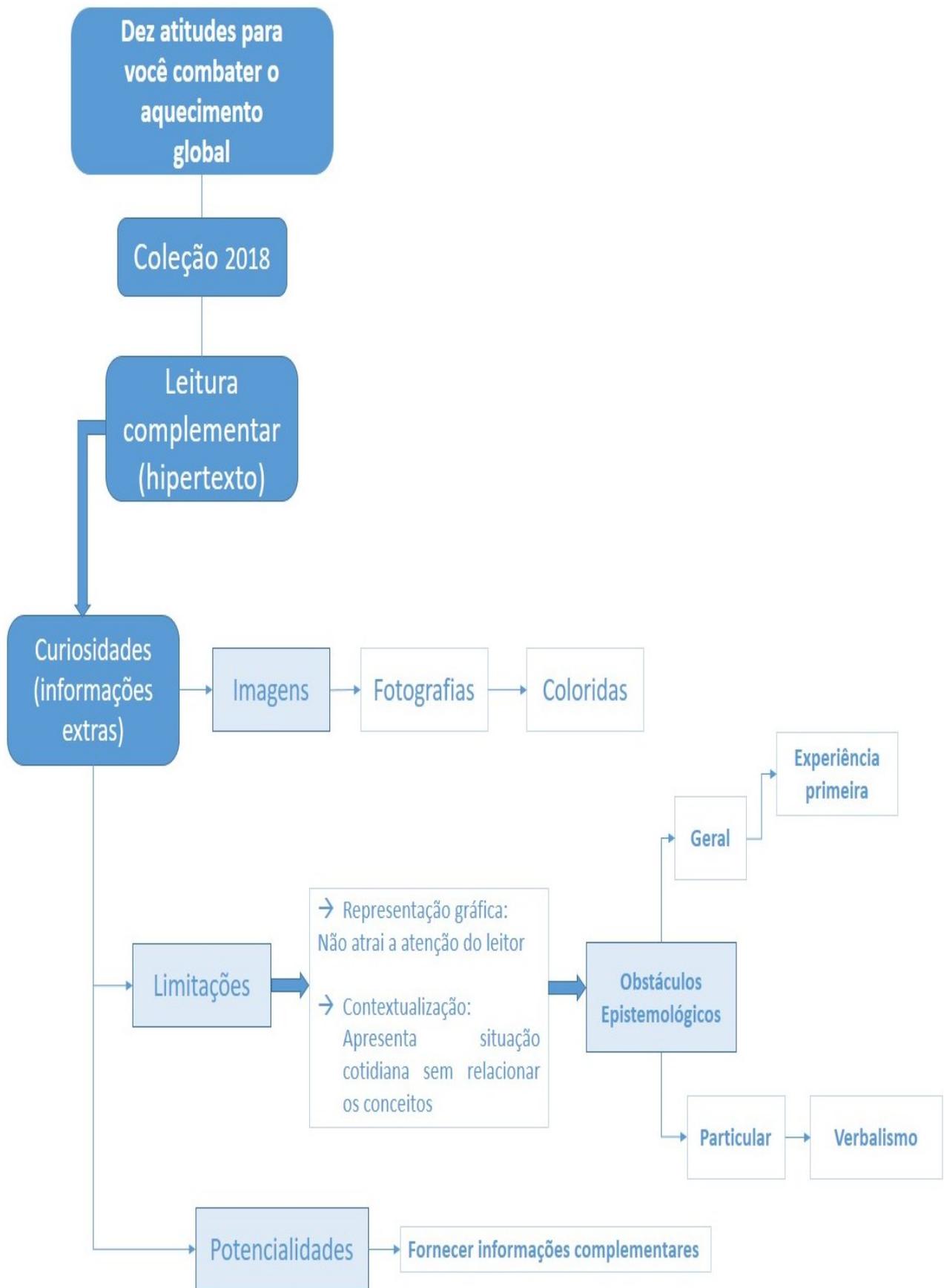
Fonte: Autoria própria

Figura 16. Esquema da análise do OEV Laboratório Virtual DC



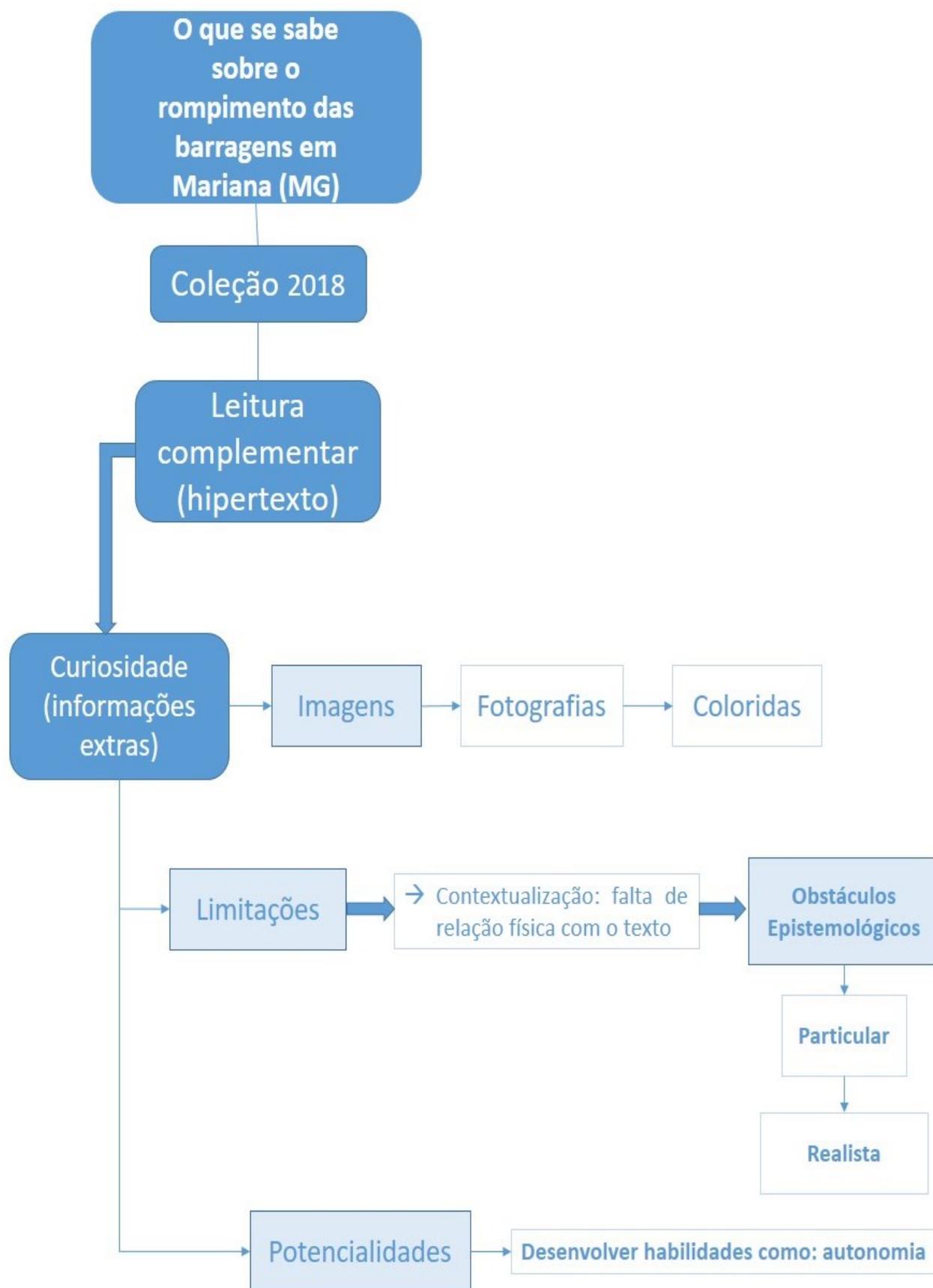
Fonte: Autoria própria

Figura 17. Esquema da análise do OEV Aquecimento Global



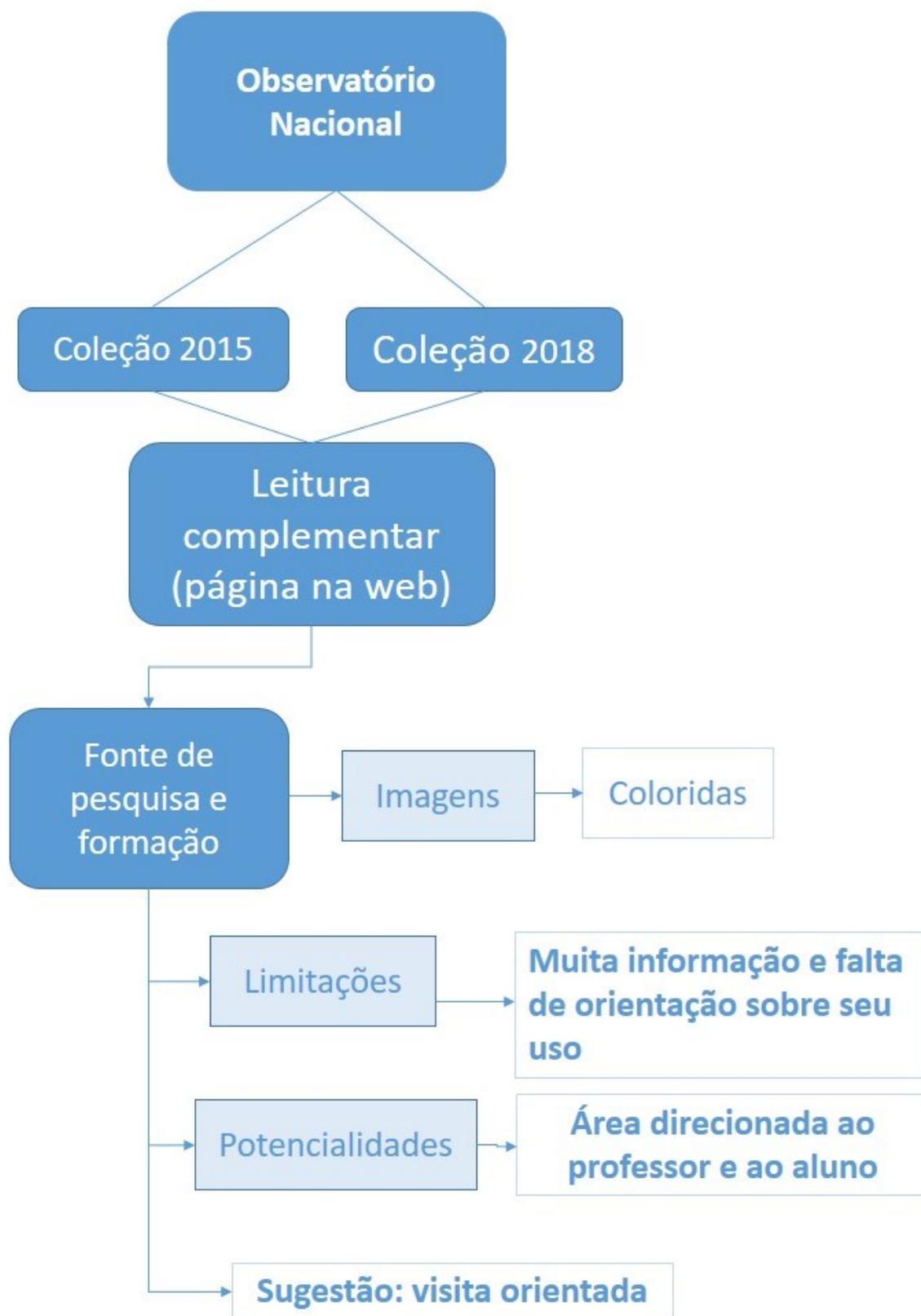
Fonte: Autoria própria

Figura 18. Esquema da análise do OEV Poluição Ambiental



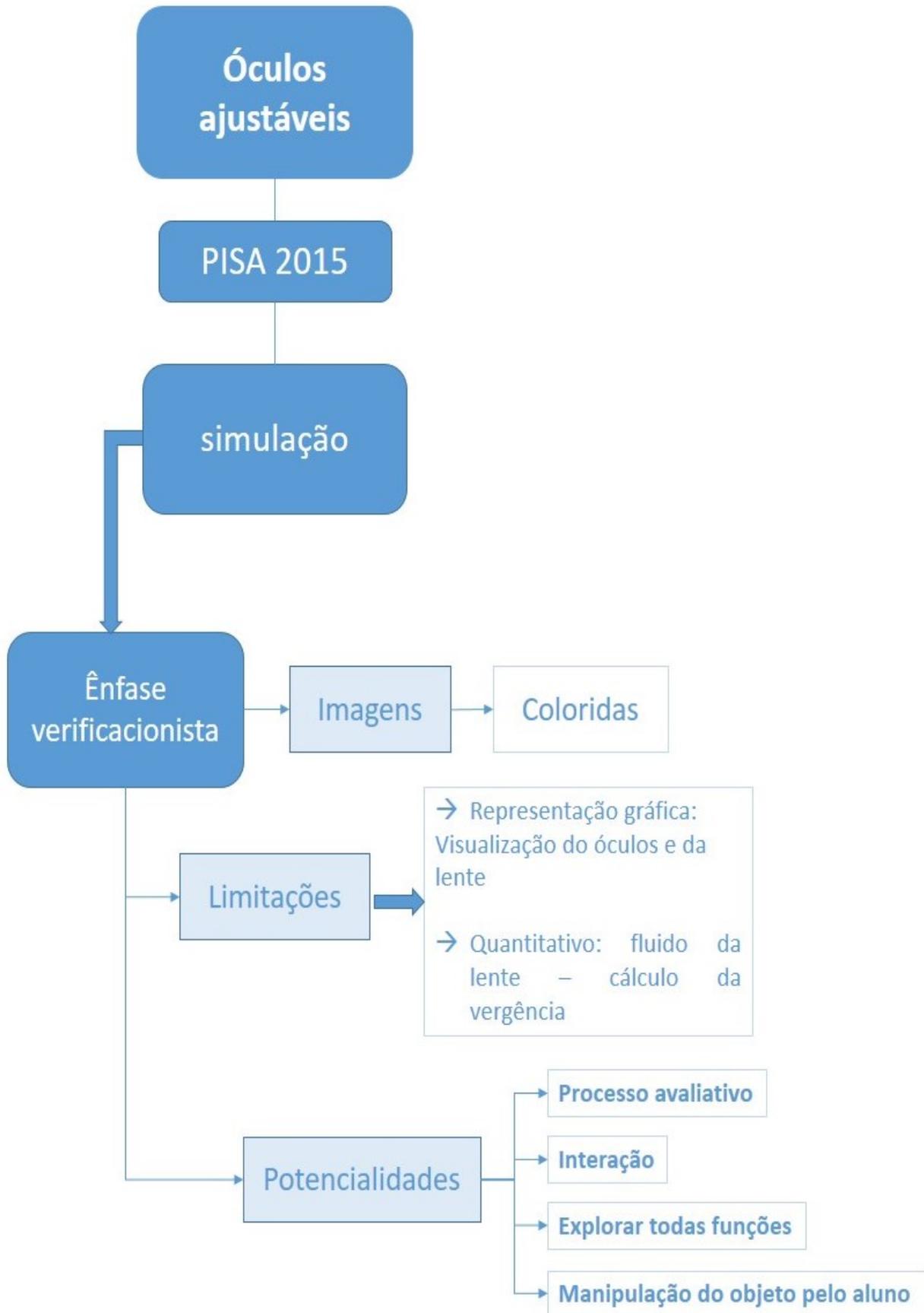
Fonte: Autoria própria

Figura 19. Esquema da análise do OEV Observatório Nacional



Fonte: Autoria própria

Figura 20. Esquema OEV do PISA 2015



Fonte: Autoria própria

Outro fator comum a essas simulações é que todas apresentam imagens coloridas, predominando as cores azul, vermelho e amarelo, visto que são cores que chamam a atenção (OLIVEIRA; COUTINHO, 2009). Desse modo, é uma das formas de atrair o aluno e despertar um interesse inicial em trabalhar com esse tipo de OEV. Guimarães (2004) destaca que a cor é utilizada para transmitir informação, uma vez que ela comunica, gera a compreensão e estabelece uma relação que favorece a construção de significados. Além disso, considera que a cor é um recurso que estimula a compreensão dos conceitos ao ser percebida pelos olhos e decodificada pelo cérebro, atuando assim como um elemento atrativo, facilitando a identificação da mensagem.

Com relação às simulações, através dos esquemas, podemos verificar que as três apresentam uma limitação em comum: a representação gráfica. Analisando essa limitação, percebemos que apresentam uma representação para determinados conceitos físicos que não corresponde ao real, como, por exemplo, a representação apenas da mola como corpo elástico e dos elétrons como esferas (bolinhas) azuis. Nesse caso, nem sempre um corpo elástico tem formato de uma mola e o elétron não pode apresentar esse formato esférico.

Além disso, vimos que dois desses objetos apresentam a limitação da contextualização, sendo eles o sistema massa-mola e o laboratório virtual de circuito, isto é, ambas as simulações tendem a simular o modelo científico sem contextualizar os conceitos envolvidos de acordo com o cotidiano. Nesse caso, a afirmação de que as simulações correspondem a analogias dos modelos científicos vai de encontro ao que afirmava Bunge (2013).

A limitação correspondente aos dados quantitativos se faz presente nas simulações do Mr. Magoo e do laboratório virtual de circuito, que tendem a quantificar conceitos físicos como a vergência de uma lente, a intensidade de uma corrente elétrica, a tensão elétrica ou a resistência elétrica. Verificamos, portanto, que quando tentamos simular um modelo científico, ainda existe uma ênfase nos valores e nos cálculos, ocasionando a impressão de que se os cálculos foram feitos corretamente os conceitos foram aprendidos. O que nem sempre é verdade, pois muitas vezes os cálculos são feitos, mas não se estabelece uma relação conceitual.

A partir dos esquemas, também percebemos que os limites podem ocasionar obstáculos epistemológicos em comum. Dentre os obstáculos gerais, observamos um comum em todas as simulações: a experiência primeira.

O obstáculo da experiência primeira aparece para as simulações analisadas, visto que são repletas de imagens. Nesse caso, como Bulcão (1981) afirma, a experiência primeira se constitui, pois as imagens corrompem a objetividade do conhecimento. Logo, o uso de imagens pode causar uma dificuldade em compreender como o conceito físico. Não implica,

necessariamente, que o uso de imagens é ruim para o Ensino de Física, destaca-se aqui que as imagens podem auxiliar o professor, desde que o seu uso seja criterioso e apresente um objetivo claro para a compreensão dos fenômenos científicos.

Outro obstáculo geral que pode ocorrer é o generalista ao usar as simulações do sistema massa-mola e no laboratório virtual de circuito. Vimos que o uso de determinados exemplos e modelos científicos pode generalizar a aplicação de conceitos e o aluno pode não estabelecer relações, como por exemplo, ao ver o circuito montado na simulação o aluno aceita como verdade e acha que todo circuito é composto da maneira como é feito na simulação, isto é, generaliza um tipo e adequa para todos.

Através dos esquemas é possível inferir que a partir do momento que os objetos implicam em obstáculos epistemológicos gerais aparece também ao menos um obstáculo epistemológico particular. Para as simulações apresentam-se a existência de obstáculos como o quantitativo e o unitário e pragmático.

Outros objetos que também foram analisados são as leituras complementares. Como vimos, duas das leituras propostas são indicadas apenas na edição 2018 da coleção e apenas uma delas está presente nas duas edições. Analisando esse fator, verificamos ao olhar cada leitura sugerida em cada capítulo de cada coleção, que se tratam de leituras muito flutuantes, isto é, são instáveis na rede, de modo que ficam indisponíveis em pouco tempo.

Dessa maneira, ao escolher os objetos de leitura complementar, observamos que ao acessar o link, muitas vezes o site ou a indicação do link já não estava mais disponível para acesso, como apresentamos na seção anterior, por isso duas das três leituras analisadas estavam presentes apenas como indicação na coleção de 2018, já que se trata de uma versão mais atual do livro didático.

Ainda sobre essas leituras complementares analisamos que em sua grande maioria são indicadas com objetivo de finalizar com curiosidades/informações ou fatos o assunto abordado ao longo do capítulo, como vemos nas Figuras 17, 18 e 19. Nesse sentido, trabalham potencialidades em comum, isto é, trazem informações complementares e esperam que o aluno desenvolva habilidades como o raciocínio lógico.

Entretanto, verificamos que só conseguimos realizar uma comparação entre as leituras que tratam do aquecimento global e da poluição ambiental, pois são artigos e textos permeados com vídeos e fotos. Essas duas leituras possuem uma limitação em comum: a contextualização, visto que o tema apresenta o contexto ideal, são situações que ocorrem no cotidiano, entretanto,

tem uma fundamentação fraca em relação aos conceitos científicos, isto é, apesar da indicação do livro didático para essas leituras, percebemos que não se estabelece relação com os conceitos estudados ao longo do capítulo. Logo, apresentam uma fragilidade conceitual e é possível inferir que não estabelecem nenhum tipo de analogia.

Nesse sentido, notamos que não apresentam obstáculos epistemológicos em comum, visto que a leitura sobre o aquecimento global está relacionada ao obstáculo geral da experiência primeira e ao obstáculo particular do verbalismo. Já o texto sobre a poluição ambiental apresenta como obstáculo particular, o realismo.

A outra leitura sugerida se trata de uma página da web do Observatório Nacional. Essa página se apresenta de forma ampla, com muitas abas e diversos assuntos. Nesse caso, não se pode analisá-la da mesma forma como os demais objetos, pois é uma fonte de pesquisa e informação.

Esse OEV apresenta como potencialidade uma área só de ensino que pode ser usada tanto pelo professor quanto pelo aluno. Em relação a sua limitação se trata da quantidade de informação e a falta de orientação quanto ao seu uso. E como sugestão o livro ao indicar o link poderia apresentar uma visita orientada.

Pensando no OEV proposto na prova do PISA 2015, Figura 20, vimos que também é uma simulação e para fins de comparação também tem uma ênfase verificacionista, em que os alunos ao fazer a prova aplica a teoria aprendida na prática. Assim como todos os OEV, essa simulação apresenta potencialidades como interatividade, manipulação do objeto e através dele podemos verificar o desenvolvimento de habilidades.

Além disso, esse OEV proposto no PISA 2015 também apresenta limitações que são categorizadas em representação gráfica e dados quantitativos, isto é, a forma como o OEV apresenta o conceito (visualização do óculos e da lente) e o apego a valores sem estabelecer relação (fluido da lente e a vergência da lente).

Essa análise do OEV do PISA foi realizada para conferir características em comum dos objetos que são propostos nos livros didáticos e em avaliações externas. A partir dessa análise, vimos que o que está sendo proposto por uma avaliação externa vem de encontro a necessidade de se utilizar os OEV em sala de aula, já que são propostos nos livros didáticos, ou seja, torna-se cada vez mais necessário preparar os alunos e implementar o uso de ferramentas didáticas como o OEV para adequar as novas formas de ensino e avaliação.

Analisando todos os OEV percebemos que todos apresentam imagens coloridas com o objetivo de atrair a atenção do estudante. Entretanto, como são pautadas no uso de imagens e textos, tornam-se uma limitação para os alunos que possuem alguma deficiência visual.

Como foi ressaltado por Voos e Ferreira (2018), em geral, os livros didáticos sugerem OEV que não possuem nenhuma acessibilidade para os alunos com deficiência visual e como vimos a partir das análises e dos esquemas é exatamente isso que notamos.

Nesse sentido, vimos que os OEV são recursos que exigem do estudante o sentido da visão para acessar as informações e conteúdo. E em nenhum momento nos documentos oficiais há uma referência à acessibilidade como alteração de cor, tamanho da fonte, lupa, áudio-descrição para esses objetos. Desse modo, como os objetos são pautados quase que exclusivamente no sentido da visão, causam exclusão dos estudantes que possuem deficiência visual (VOOS; FERREIRA, 2018).

Vendo todas as limitações apontadas, entra em cena o papel do professor que se torna um organizador do cenário didático e deve mediar todo o uso dos OEV para que a aprendizagem seja eficaz ao se usar ferramentas didáticas como essa, lembrando também que cabe a ele adequar a sua metodologia de acordo com o público-alvo.

Sendo assim, percebemos a importância da orientação didática que o livro poderia propor para que os OEV sugeridos fossem utilizados em sala de aula. Lembrando que muitas vezes o professor passa por diversas dificuldades como já foram apontadas.

Ao sugerir esses OEV sem a indicação de uma orientação, o professor que tem uma sobrecarga de aula, falta de apoio e incentivo, se vê de mãos atadas e passa a utilizar como ferramenta didática apenas o livro didático, por isso a importância de uma orientação para o uso dos OEV propostos.

É importante ressaltar que, quando tratamos sobre a orientação didática não estamos querendo retirar a autonomia do estudante, que sempre é apontada como uma potencialidade do uso do OEV. O que se espera com a orientação é ao menos nortear os estudantes e os professores, uma vez que como foi reforçado o objeto é apenas sugerido ao final do capítulo e ao acessá-lo não existe um encaminhamento para o seu uso, portanto, o aluno pode não compreender o objetivo de uso do objeto, e acabar optando por não utilizá-lo, fazendo-se necessário a presença a organização do cenário didático do professor.

A orientação didática minimizaria a ocorrência de obstáculos pedagógicos, pois segundo Bachelard (1996) todo saber retificado e reconstruído tem poder de reformar o

pensamento científico, assim os alunos têm a possibilidade de aprender e entender a ciência a partir do uso dos OEV.

Assim, os objetos seriam usados com todas suas potencialidades e possibilitariam um processo de ensino-aprendizagem mais eficaz. Logo, o uso de analogias e metáforas, bem trabalhadas a partir desses OEV, aprimorariam o ensino de Física, além de auxiliar na construção de conceitos.

Nesse sentido, caracterizamos as unidades de contexto definidas a partir das análises e inferências a respeito dos OEV que são:

- Iconografia/imagens;
- contextualização;
- analogias e metáforas;
- obstáculos epistemológicos;
- orientação didático-pedagógica.

Analisamos os OEV quanto à iconografia, de forma a entender as imagens que os constituem, abordando a influência das cores, o local em que são inseridas em cada objeto e a sequência de imagens escolhidas.

A outra unidade de contexto é a contextualização, em que se analisa como e se o OEV está de acordo com o cotidiano do aluno ou se simula um modelo científico, isto é, se o objeto está inserido/proposto de acordo com o meio familiar ou próximo do estudante.

Analisamos também as analogias e metáforas escolhidas para a apresentação dos OEV, uma vez que a intenção por trás é a de estabelecer uma comparação; assim, buscamos compreender os limites e potencialidades do uso desses objetos para o processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, as etapas do modelo TWA podem (e deveriam) ser aplicadas no trabalho pedagógico com os OEV.

Por exemplo, no trabalho com o OEV, principalmente as simulações e animações; caberia seguir a sequência do modelo TWA, lembrando que consiste nas seguintes etapas:

- Introduzir o assunto alvo;
- sugerir o análogo;
- identificar as características relevantes do análogo;
- mapear similaridades entre análogo e alvo;
- estabelecer as diferenças entre os dois domínios;

- esboçar conclusões.

Chegamos a outra unidade de contexto que está relacionada aos obstáculos epistemológicos, os quais estão presentes, e podem desenvolver obstáculos pedagógicos a partir do uso dos OEV caso não ocorra um trabalho pedagógico atento e criterioso. Assim, cumpre identificar a presença dos obstáculos pedagógicos.

Notando as limitações e as potencialidades dos objetos e buscando trabalhar com os obstáculos epistemológicos, define-se a última unidade de contexto que contempla a orientação didático-pedagógica. Nesta categoria mais ampla situamos de forma bastante enfatizada a atuação (necessária) do professor, uma vez que identificamos uma carência na coleção quanto a orientação didática. Sendo assim, é necessário que se constitua um conjunto de orientações e sugestões que possam subsidiar o planejamento por parte do professor.

Esta unidade de contexto pode garantir (ser determinante) o uso efetivo dos OEV em sala de aula.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o levantamento bibliográfico, percebemos que ainda há poucos trabalhos de pós-graduação que buscam investigar os OEV nos livros didáticos, mas acreditamos que a tendência seja aumentar o interesse nessa área.

Por outro lado, os trabalhos de mestrado analisados contemplam o viés da compreensão do papel dos OEV presentes nos livros didáticos para a aprendizagem de Física pelos estudantes, tanto que se destaca uma natureza complementar ou suplementar a esses objetos. Dessa forma, ainda não se constituem como pontos centrais de investigação o ensino e a articulação desses objetos à prática docente, hipótese esta que encontra apoio na quase inexistência de referências à atuação do professor em atividades com estes recursos.

Além disso, com base nos resultados obtidos, a partir das análises descritas na seção 6, foi possível perceber que a coleção apresenta objetos educacionais virtuais diversificados, mesmo na edição 2018, quando já não havia a distinção entre Tipo 1 e Tipo 2. Trata-se de uma proposta bem avaliada nos Guias do PNLD 2015 e 2018 (BRASIL, 2014; BRASIL, 2017) e que apresenta um número expressivo de objetos educacionais virtuais relacionados à parte conceitual, o que pode contribuir para a aprendizagem em Física.

A distribuição dos OEV ao longo da coleção analisada indica uma priorização de conteúdos conceituais secundários, em termos de relevância na estrutura conceitual da Física. Assim, conceitos relacionados a princípios e leis fundamentais da mecânica, como as leis de Newton, lei da gravitação universal e princípio da conservação da energia, leis da termodinâmica, leis do eletromagnetismo, por exemplo, são carentes desses recursos.

Analisando o Gráfico 2 e o Gráfico 4 é possível inferir que a maioria dos OEV sugeridos ao longo da coleção, sempre ao final dos capítulos, devem ser utilizados como aplicação do conhecimento para a aprendizagem dos conceitos abordados e acabam não apresentando de forma expressiva atributos que os destaquem como um recurso mais vantajoso em relação ao texto impresso em condições usualmente encontradas nas salas de aula. Nesse sentido, por se tratarem

de novas tecnologias, os professores poderão considerá-los inadequados para utilização no seu cotidiano de trabalho.

Compartilhando dessa ênfase na aplicação do conhecimento ou informação, conferida aos OEV, as atividades experimentais propostas deixam de contemplar um caráter investigativo e requerem uma atenção adicional por parte do professor. Esse aspecto é destacado no próprio Guia do PNLD, juntamente com a observação da necessidade de se fazer uma problematização com a história da ciência, já que na Coleção predominam aspectos resumidamente biográficos (BRASIL, 2014).

Dessa maneira, ao optar por esta coleção, seria importante que o professor buscasse uma articulação criteriosa das sugestões de OEV do livro didático ao seu planejamento didático, na perspectiva de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem, além de utilizar efetivamente essa tecnologia em sala de aula.

Cabe ainda ressaltar que, apesar de a coleção apresentar essas propostas dos OEV, considerando a natureza e as exigências para sua efetiva utilização em sala de aula, a perspectiva é a de que alunos e professores continuem inertes a essa realidade tecnológica, devido a vários fatores específicos (já bastante conhecidos) tais como: dificuldades técnicas de utilização, falta de estrutura da escola, número reduzido de aulas, falta de tempo para a própria preparação do professor de aulas que incluam o uso de objetos virtuais educacionais, dentre outros.

Ao longo das análises, apontamos que os OEV apresentam grandes potencialidades, dentre elas, a interação, a aplicação da teoria na prática, o desenvolvimento de habilidades como o raciocínio lógico, a autonomia e a criatividade, além da promoção do interesse e da motivação dos alunos.

Entretanto, destacam-se também as suas limitações em relação à representação gráfica, aos dados quantitativos e à contextualização no que tange às analogias e metáforas usadas. Essas limitações podem levar a obstáculos epistemológicos, como definidos por Bachelard (1996).

Esses obstáculos se constituem como entraves para a compreensão do conhecimento científico, uma vez que criam obstáculos pedagógicos. Nessa visão, é importante que esses obstáculos sejam retificados a fim de mostrar que existem rupturas na construção do pensamento científico, isto é, a ciência não foi construída de maneira linear e como tal deve ser trabalhada com os estudantes.

Para minimizar esses obstáculos, ao usar os OEV como ferramentas didáticas em sala de aula, destacamos a importância da atuação criteriosa do professor. O professor é o mediador

entre os conhecimentos científicos e os alunos, desse modo, cabe a ele organizar o cenário didático para que os estudantes compreendam como o pensamento científico se formou.

Nesse sentido, seria importante que no próprio livro didático houvesse sugestões ou orientações quanto às formas de utilização e implementação desses OEV nas aulas e no processo de ensino-aprendizagem.

Vimos que somente o uso do livro como ferramenta didática não corresponde às expectativas de ensino-aprendizagem. Desse modo, a inclusão de TDIC em sala de aula se faz cada dia mais imprescindível, visto que existem provas externas como o PISA que utilizam os OEV como forma de avaliar os alunos, promovendo uma interatividade durante a sua resolução. Inclusive, essa forma de utilização dos objetos pela prova sugere caminhos para sua inserção em sala de aula, na medida em que o processo vai se desenvolvendo a partir da interação desenvolvida pelo estudante. A clareza na definição dos objetivos e características dos conteúdos a serem avaliados também enseja reflexões.

Entretanto, como percebemos, os documentos oficiais (editais recentes do PNLD) limitam a quantidade de páginas que os livros devem ter, bem como trata como mera formalidade, no edital 2015 para livro Tipo 2, o aparecimento de sugestões de objetos (enquanto recursos das TDIC) nos livros, mas não solicitam as formas de uso e possíveis encaminhamentos.

Pensando na possibilidade em elaborar um material digital ou livro digital, em um momento posterior, a inclusão de OEV nesse materiais ocorreria com a proposição da sua utilização como parte de uma problematização em que o aluno ou o próprio professor teria meios para a sua implementação em sala de aula.

De maneira geral, o material/livro digital seria organizado de modo que a partir de um OEV seriam propostas situações-problemas com atividades orientadas para que fosse possível que o aluno chegasse à compreensão do conceito. Além disso, esse material seria totalmente interativo e linkado ao acesso à internet, aproveitando todos os recursos tecnológicos disponíveis, como páginas de pesquisa, dicionário, calculadora digital, leituras e informações disponíveis na internet, bem como a possibilidade da colaboratividade em grupos que podem estar conectados via internet.

Dessa forma, é importante poder contar com análises, levantamentos, subsídios práticos, experiências, enfim, contribuições efetivas que auxiliem os professores e alunos a implementarem o uso das tecnologias em sala de aula, especialmente a partir dos objetos educacionais virtuais.

REFERÊNCIAS

- ADÚRIZ-BRAVO, A.; MORALES, L. El Concepto De Modelo en la Enseñanza de la Física –Consideraciones Epistemológicas, Didácticas Y Retóricas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.19, n.1: p.76-89, abr.2002.
- ARANTES, A. R. et. al. Objetos de aprendizagem no Ensino de Física. In: **Física na Escola**, v.11, n.1, 2010.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução Esteia dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto,1996. 316p.
- BARBOSA, R. C. G. **OED e o livro didático de física: análise de sua presença numa coleção do PNLD 2015**. Dissertação de Mestrado em Educação, UFPR, Curitiba, 2016.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BETTIO, R. **Avaliações Gráficas e Dinâmicas Aplicadas a Ambientes Virtuais de Aprendizagem**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2003.
- BORGES, M. F. Obstáculos encontrados pelos alunos na aprendizagem da álgebra linear. In: **Encontro Nacional de Educação Matemática, 2007**, Belo Horizonte. Diálogos entre a pesquisa e a prática educativa, 2007.
- BOZELLI, F. C.; NARDI, R. O discurso analógico no Ensino Superior de Física. In: NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. (Org.). **Analogias, leituras e modelos no Ensino da ciência: a sala de aula em estudo**. São Paulo: Escrituras Editora, p. 11-28, 2006.
- BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015: Física: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014.
- BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2018: Física: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017.
- BRASIL. **Editais de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o programa nacional do livro didático PNLD 2015**. Secretária de Educação Básica, 2013. Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/consultas/editais-programas-livro/item/4032-pnld-2015>> Acesso em: 17 mai. 2017.
- BRASIL. **Editais de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o programa nacional do livro didático PNLD 2018**. Secretária de Educação Básica, 2017 Disponível em: < <http://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/consultas/editais-programas-livro/item/7932-pnld-2018>> Acesso em: 17 mai. 2017.
- BRASIL. **PISA 2015 - Programa Internacional de Avaliação de Estudantes: Exemplos de Itens liberados de Ciências**. OECD, 2015. Disponível em: <

http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/itens/2015/itens_liberados_ciencias_pisa_2015.pdf> Acesso em: 20 dez. 2019.

BULCÃO, M. **O Racionalismo da ciência contemporânea: uma análise da epistemologia de Gaston Bachelard**. Rio de Janeiro: Edições Antares, 1981.

BUNGE, M. **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino de ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v.2, n. 3, p. 117-129, 1989.

CALDAS, A.H.F. O hipertexto em sala de aula: uma proposta metodológica para o ensino de Língua portuguesa. Tese de doutorado em Língua Portuguesa, PUCSP, 2014.

CAREGNATO, R. C. A.; MUTTI, R. Pesquisa Qualitativa: análise de discurso x análise de conteúdo. In: **Texto & Contexto - Enfermagem**, Florianópolis, 15(4): p. 679-84, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0104-07072006000400017>

CARNEIRO, M. L. F.; SILVEIRA, M. S. Objetos de Aprendizagem como elementos facilitadores na Educação a Distância. *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, Edição Especial n. 4/2014, p. 235-260. Editora UFPR. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.38662>

CENNE, A. H. H. **Tecnologias computacionais como recurso complementar no Ensino de Física Térmica**. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física. UFRGS, Porto Alegre, 2007.

CHAGAS, I., BETTENCOURT, T., MATOS, J., SOUSA, J. Utilización del hipertexto en la comunicación científica y educativa. *Tarbiya. Revista de Investigación e Innovación Educativa* (36), 81-102, 2005.

CORREIA, J. J.; LIMA, L. S.; MAGALHÃES, L. D. R. Obstáculos epistemológicos e o conceito de calor. In: **Sitientibus Série Ciências Físicas**, 04: 1-10 (2008).

DIAS, C. A. Hipertexto: evolução histórica e efeitos sociais. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 269-277, set./dez. 1999. <https://doi.org/10.1590/S0100-19651999000300004>

DI GIORGI, C. A. G.; MILITÃO, S. C. N.; MILITÃO, A. N.; PERBONI, F.; RAMOS, R. C.; LIMA, V. M. M.; LEITE, Y. U. F. Uma proposta de aperfeiçoamento do PNLD como política pública: o livro didático como capital cultural do aluno/família. In: **Ensaio: Avaliação de Políticas Públicas Educacionais**, v. 22, n. 85, p. 1027-1056, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362014000400008>

DIONÍSIO, A.P. Diversidades de ações sociais e de representações: diversidade de gêneros e em gêneros. In: **II Congresso de Educação Dom Bosco**, Curitiba, p. 11-30, 2006.

DUARTE, M. C. Analogias na Educação em Ciências: contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.1, 2005. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a1.htm>. Acesso em: 24/04/2012.

DUIT, R. On The Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. In: **Science Education**, 75 (6), p. 649-672, 1991. <https://doi.org/10.1002/sce.3730750606>

ELIAS, V. M. da S. Hipertexto, leitura e sentido. **Calidoscópio**. Vol. 3, n.1, p. 13-19. jan/abr 2005.

EYNG, M. C. D. S. **Analogias, Metáforas e Aprendizagem Significativa de Física: Um caminho para a construção da Linguagem Científica no cotidiano**. Dissertação de Mestrado, FURB, Blumenau, 2011.

FIGUEIREDO, H.; BRASIL, P. Fundamentos Pedagógicos para o Uso de Simulações e Laboratórios Virtuais no Ensino de Ciências. In: **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 17 (1), 75-103, 2017. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec201717175>

FRANCISCO JÚNIOR, W. E. Analogias em livros didáticos de química: um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 121-143, mar. 2009.

FRANCO, Maria Laura P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Líber Livro, 2005.

FREDERICO, F. T.; GIANOTTO, D. E. P. Imagens e o ensino de Física: implicações da teoria da dupla codificação. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.18, n. 3, p.117-140, set-dez, 2016. <https://doi.org/10.1590/1983-21172016180306>

FRISON, M. D. et al. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de Ciências Naturais. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Florianópolis. *Anais...* Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiencpec/pdfs/425.pdf>> Acesso em: 15 out. 2019.

GALAGOVSKY, L.Y.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: el concepto de modelo didáctico analógico. **Enseñanza de las Ciencias**, v.19, n.2, p.231-242, 2001.

GARCIA, N. M. D. Livro didático de Física e de Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino. In: **Educar em Revista**, n. 44, p. 145-163, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0104-40602012000200010>

GLYNN, S.M. Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model. In: GLYNN, S. M.; YEANY, R. H.; BRITTON, B. K. **The psychology of learning science**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, 219-240, 1991.

GUIMARÃES, L. **A Cor Como Informação**. São Paulo: Annablume, 3ª ed. 2004.

HEIDEMANN, D. S. **Entre o impresso e o digital: o papel de materiais digitais mediados pelos livros didáticos de Física**. Dissertação de Mestrado em Educação, UFPR, Curitiba, 2016.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. B. de. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 44, p. 75-92, abr./jun. 2012. Editora UFPR. <https://doi.org/10.1590/S0104-40602012000200006>

INEP. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa). Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/pisa>>. Acesso em: 13 nov. 2019.

KLEIMAN, A. B.; MORAES, S. E. M. **Leitura e Interdisciplinaridade: Tecendo redes nos projetos da escola**. Campinas, São Paulo: Mercado das Letras, 1999.

KLEIMAN, A. B. Letramento na contemporaneidade / Literacy in the Contemporary Scene. **Bakhtiniana**, São Paulo, 9 (2): 72-91, Ago./Dez. 2014. <https://doi.org/10.1590/S2176-45732014000200006>

KOCH, I.V.; ELIAS, V.M. **Ler e compreender: os sentidos do texto**. São Paulo: Contexto, 2008.

LARA, M. da S. **Elaboração de significados com Analogias em atividades na sala de aula de Química**. Dissertação de Mestrado em Educação de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

LEÃO, M. F.; SOUTO, D. L. P. Objetos educacionais digitais para o Ensino de Física. In: **Revista Tecnologias na Educação**. Ano 7, n.13, p. 01-12, 2015.

LONGMIRE, W. **A Primer on Learning Objects**. Disponível em: <http://www.learningcircuits.org/mar2000/primer.html>, 2000.

LOPES, A. R. C. Contribuições de Gaston Bachelard ao Ensino de Ciências. In: **Enseñanza de las Ciencias**, 1993, 11 (3), 324-330.

- MACEDO, J. A. **Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo**: Elaboração de um roteiro de atividades para professores do Ensino Médio. Dissertação de mestrado, PUCMG, Belo Horizonte, 2009.
- MARCUSCHI, L. A. O hipertexto como um novo espaço de escrita em sala de aula. In: **Revista Linguagem e Ensino**. Rio de Janeiro, 2001.
- MIRANDA, M. S. **Objetos virtuais de aprendizagem aplicados ao ensino de física** – uma sequência didática desenvolvida e implementada nos conteúdos programáticos de física ondulatória, em turmas regulares do nível médio de escolarização que utilizam um sistema apostilado. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, UFSCAR, São Carlos, 2014.
- MIRANDA, W. S. **Erros e Obstáculos**: Os Conteúdos Matemáticos do Ensino Fundamental no Processo de Avaliação. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, UFPA, Belém, 2007.
- NASCIMENTO, A.C (2005). **Construindo Comunidades de Elaboradores de Objetos de Aprendizagem através de Conteúdo**: Tutoria e Interação dos Pares. Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/artigos/Anna20063.pdf>>. Acesso em 28 fev. 2018.
- OCDE. **Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico**. — São Paulo : Fundação Santillana, 2016.
- OLIVEIRA, N. M. F.; COUTINHO, F. A. A Influência das cores na identificação e interpretação de imagens o Ensino De Ciências. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Florianópolis. *Anais...* Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/373.pdf>> Acesso em: 13 nov. 2019.
- PERALES, F. J y JIMÉNEZ, J. D. Las Ilustraciones em La Enseñanza Aprendizage de lãs Ciencias. Análisis de Libros de Texto. **Enseñanza de lãs Ciencias**, 2002, 20 (3), 369-386.
- PESSANHA, M.; PIETROCOLA, M. Obstáculos epistemológicos e didáticos no estudo de conceitos de Física Moderna e contemporânea. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**, Aguas de Lindoia, SP, 2013. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0500-1.pdf>> Acesso em: 13 mar. 2018.
- QUEIROZ, L. Iconografia atomística e o papel da imagem segundo Gaston Bachelard. In: **Kriterion**, v. 58, n. 138, p. 637-652, 2017. <https://doi.org/10.1590/0100-512x2017n13710lq>
- RAMIL, C.A. **A iconografia e a iconologia nos livros didáticos das Edições Tabajara**: um estudo das imagens na Coleção Guri (Rio Grande do Sul, década de 1960). Tese de Doutorado em Educação, UFPEL, 2018.
- ROCHA, L. O. S. **Objetos de aprendizagem nos Livros Didáticos de Física**: uma análise dos livros recomendados no PNL D ensino médio 2015. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, PUC, Belo Horizonte, 2016.
- ROSA, C. T. W.; CÓRICA, R. P.; PEREIRA, L. H. Analogias no estudo de eletricidade nos livros didáticos de física. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 15, n. 3, p. 363-379, 2016.
- SANTANA, S. J. **Imagens em livros didáticos de Física: Uma análise semiótica**. Dissertação de mestrado, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2018.
- SILVA, C. F. S. **Construção e realidade das imagens dos livros didáticos de Física**. Trabalho de Conclusão de Curso, PUC-MG, Belo Horizonte, 2008.
- SILVA, C. A. de S.; MARTINS, M. I. Analogias e metáforas nos livros didáticos de Física. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 255-287, 2010.

SILVA, R. R. D.; PEREIRA, A. L. V. Políticas de constituição do conhecimento escolar na pesquisa educacional brasileira. **Cadernos de Pesquisa**, v. 43, n. 150, p. 884-905, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742013000300008>

SILVA, L. L.; TERRAZZAN, E. A. Correspondências estabelecidas e diferenças identificadas em atividades didáticas baseadas em analogias para o ensino de modelos atômicos. In: **Experiências em Ensino de Ciências**, 3(2), 21-37, 2008.

SNYDER, I. Antes, Agora, Adiante: Hipertexto, Letramento e Mudança. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v.26, n.03, p.255-282, dez. 2010. <https://doi.org/10.1590/S0102-46982010000300013>

SOUZA, T. L. de S.; USTRA, S. R. V. Objetos Educacionais Virtuais no Ensino de Física: Análise de uma coleção de Livros Didáticos. In: **Revista Triângulo**, v. 11, n. 3, p. 4-18, 2018. <https://doi.org/10.18554/rt.v0i0.2706>

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. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14328>

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.; PENTEADO, P. C. M. **Física: Ciência e Tecnologia**. Editora Moderna, 2014.

TORRES, C. M. A. FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T.; PENTEADO, P. C. M.. **Física: Ciência e Tecnologia**. Editora Moderna, 2018.

TRINDADE, D. J.; NAGASHIMA, L. A.; ANDRADE, C. C. Obstáculos Epistemológicos sob a perspectiva de Bachelard. . In: **Atas do XIII Congresso Nacional de Educação**. XIII Congresso Nacional de Educação, Curitiba, PR, 2017. Disponível em: <https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2017/24165_12889.pdf> Acesso em: 26 dez. 2019.

VOOS, I. C.; FERREIRA, G. K. Acessibilidade para estudantes cegos e baixa visão: análise dos objetos educacionais digitais de física. **Revista Educação Especial**, v. 31, n. 60, p. 21-34, jan./mar. 2018. <https://doi.org/10.5902/1984686X24380>

WILEY, D. A. **The Instrucional use of Learning Objects** (2000). Disponível em: <www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc> Acesso em: 04 abr. 2018.

ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A. Livros didáticos de Física e sua (sub)utilização no Ensino Médio. In: **Ensaio**, v. 19, e2668, 2017. <https://doi.org/10.1590/1983-21172017190114>