

Larissa Siqueira Vieira Nogueira

**A Caracterização de Conhecimentos Prévios acerca do Conceito de Energia como
Obstáculos Epistemológicos**

Caraguatatuba

2021

LARISSA SIQUEIRA VIEIRA NOGUEIRA

A Caracterização de Conhecimentos Prévios acerca do Conceito de Energia como Obstáculos
Epistemológicos

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de São
Paulo, campus de Caraguatatuba para
obtenção do título de graduado em
Licenciatura em Física.
Orientador: Prof. Dr. Alex Lino

Caraguatatuba

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação do IFSP Câmpus Caraguatatuba

N778c Nogueira, Larissa Siqueira Vieira
A caracterização de conhecimentos prévios acerca do conceito de energia como obstáculos epistemológicos. / Larissa Siqueira Vieira Nogueira. -- Caraguatatuba, 2021. 32 f.

Orientador: Prof. Dr. Alex Lino.
Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física)
-- Instituto Federal de São Paulo, Caraguatatuba, 2021.

1. Física. 2. Aprendizagem significativa. 3. Conhecimento prévio. 4. Energia. 5. Obstáculos epistemológicos. I. Lino, Alex, orient. II. Instituto Federal de São Paulo. III. Título.

CDD: 530



**Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Câmpus Caraguatatuba
DIRETORIA ADJUNTA EDUCACIONAL**

OFÍCIO 27/2021 - DAE-CAR/DRG/CAR/IFSP

Nome: NOGUEIRA, Larissa Siqueira Vieira

Título: A Caracterização de Conhecimentos Prévios Acerca do Conceito de Energia Como Obstáculos Epistemológicos

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, câmpus Caraguatatuba para a obtenção do título de graduado em Licenciatura em Física.

Aprovado em: 18 de Fevereiro de 2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Alex Lino

Instituto Federal de São Paulo - Câmpus Caraguatatuba

Julgamento: Aprovado

Profª. Dra. Ângela Maria dos Santos

Instituto Federal de São Paulo - Câmpus Caraguatatuba

Julgamento: Aprovado

Profª. Dra. Patrícia Teixeira Tavano

Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - UFMS

Julgamento: Aprovado

Assinatura manuscrita em azul, provavelmente da Profª. Dra. Patrícia Teixeira Tavano.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Angela Maria dos Santos, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO**, em 25/02/2021 11:22:57.
- **Alex Lino, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 22/02/2021 10:42:18.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 22/02/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsp.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 148041

Código de Autenticação: 4e3e193b63



Avenida Bahia, 1739, Indaiá, CARAGUATATUBA / SP, CEP 11665-071

Fone: Sem Telefones cadastrados

Ao meu falecido pai, Adilson Carlos Nogueira.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Alex Lino pela orientação e por influenciar diretamente em minha formação, tanto como pesquisadora, quanto em minhas práticas pedagógicas. Pelos ensinamentos e por mostrar que a docência não se resume a conhecimentos empíricos e científicos, mas também, a atitudes de empatia e acolhimento, principalmente com os alunos mais vulneráveis socialmente, economicamente e/ou psicologicamente.

À Prof.^a Dr. Patrícia Teixeira Tavano por sempre incentivar o questionamento e a discussão em suas aulas, convertendo-as em um local de expressão e compartilhamento de ideias. Por ser uma das minhas principais referências como profissional e ser humano, influenciando diretamente em minha visão de mundo e práticas pedagógicas.

À Prof.^a Dr. Natalia Nassif Braga por me mostrar que a escola é um ambiente propício à pesquisa e que o “não dado é um dado”. Por me ensinar a defender a escola como uma instituição pública, gratuita e capaz de transformar pessoas.

À Prof.^a Dr. Angela Maria dos Santos por suas contribuições importantes para a construção deste trabalho. Por ser tão gentil e atenciosa em seus apontamentos, reforçando que a docência é um ato de empatia e acolhimento para mim.

À Coordenação do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e Tecnológica do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (PIBIFSP) por fomentar esse trabalho.

Aos meus amigos, Lara Cardoso Nunes da Silva e Rafael do Nascimento Sorensen, pelos inúmeros momentos que compartilhamos e por sempre me apoiarem, tanto no âmbito acadêmico e científico, quanto pessoal e social.

À minha família e amigos, por sempre compreenderem a minha ausência em algumas ocasiões e por sempre me incentivarem.

A todos os professores, servidores, colegas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus de Caraguatatuba.

“O mais importante fator isolado que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe.
Determine isto e ensine-o de acordo.”

David Ausubel.

RESUMO

Este trabalho buscou compreender a influência do conhecimento prévio na aprendizagem de conceitos físicos que envolvem a ideia de energia. Ao analisarmos o conceito de energia historicamente, conseguimos localizar quatro importantes obstáculos: a confusão existente entre os conceitos de força e energia; a fraca utilização de um princípio de conservação para explicação de determinados fenômenos; restrição da compreensão do conceito à sua dimensão de movimento e a materialização ou substancialização da energia. Uma vez identificados estes obstáculos históricos, houve o desenvolvimento de um questionário qualitativo, que, posteriormente, foi aplicado um questionário aos alunos do 1º e 2º ano do Ensino Médio e acadêmicos de Engenharia Civil e Licenciatura em Física, todos do IFSP – campus Caraguatatuba, com a finalidade de investigar se estes mesmos obstáculos estão presentes nas estruturas cognitivas dos alunos em forma de concepções alternativas. Os resultados foram analisados tendo por base a análise de conteúdo de Laurence Bardin e concluiu-se que, dentre os 65 alunos avaliados: 52 interpretam a energia como não conservativa; 46 não distinguem força de energia; 40 qualificam a energia como algo substancial e 32 a associam somente ao movimento. Verificou-se também uma similaridade entre as concepções encontradas e as dificuldades históricas enfrentadas. Sendo assim, este trabalho buscou as seguintes contribuições para o Ensino de Ciências: a caracterização de conhecimentos prévios como dificultadores da aprendizagem e a correlação teórica entre a aprendizagem significativa e os obstáculos epistemológicos.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa. Conhecimento Prévio. Energia. Obstáculos Epistemológicos.

ABSTRACT

This work search for understanding the influence of the previous knowledge in the learning of physical concepts that involves the idea of energy. Historically, when we analyze the concept of energy, we can find four major obstacles: the existent confusion between the concepts of force and energy; the weak utilization of a principle of conservation to explain specific phenomena; restriction of the energy comprehension as movement and the materialization and substantialization of the energy. Once identified these historical obstacles, a qualitative questionnaire was developed, that, subsequently, was applied in the first and second year of the high school and in the courses of Civil Engineering and Physics from IFSP – campus Caraguatatuba, with the finality to investigate if these same barriers are present in the cognitive structure of the students in way of alternative conceptions. The results were analyzed based on the content analysis of Laurence Bardin and conclude that, among the 65 evaluated students: 52 interpret the energy as non-conservative; 46 doesn't distinguish force from energy; 40 qualify the energy as something substantial and 32 relate only as a movement. Was verified as well, a similarity between the discovered conceptions and the historical difficulties. Therefore, this work seeks the following contributions to the Science Teaching: the characterization of the previous knowledge as and barrier in the learning process and the theoretical correlation between significative learning and epistemological obstacles.

Keywords: Meaningful Learning. Previous Knowledge. Energy. Epistemological Obstacles.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definição figurativa da palavra energia	13
Quadro 2 - A aprendizagem significativa na visão de David Ausubel.....	16
Quadro 3 - A aprendizagem significativa crítica e seus princípios facilitadores	17
Quadro 4 - Os obstáculos epistemológicos referente ao conceito de energia e seus respectivos mecanismos históricos de superação	19
Quadro 5 - As categorias de análise de conteúdo utilizadas e suas respectivas explicações..	21
Quadro 6 - Alunos que apresentaram confusão entre os conceitos de força e de energia	23
Quadro 7 - Alunos que associaram energia somente ao movimento.....	24
Quadro 8 - Alunos que qualificam a energia como um reagente, agente transformador ou substância	25
Quadro 9 – Alunos que reconhece as transformações energéticas e do princípio de conservação de energia para a explicação de determinados fenômenos.....	26
Quadro 10 - Alunos que possuiu uma idealização causal de energia.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3 METODOLOGIA	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
6 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	31
ANEXO A – QUESTIONÁRIO QUALITATIVO.....	32

1 INTRODUÇÃO

O termo *energia* está provavelmente entre os mais recorrentes no discurso público. Seja porque a nossa sociedade vive constantemente sob as ameaças da “crise energética”, seja porque as novas “formas de energia” renováveis e não poluentes estão ao centro das preocupações de muitos pesquisadores, ou mesmo porque todos nós devemos periodicamente pagar por qualquer coisa que venha definido como “consumo de energia” nos boletos. A familiaridade com a expressão, no entanto, não significa que o conceito seja igualmente claro.

A etimologia da palavra energia deriva do grego *énérgēia* que significa trabalho no sentido da capacidade de realização de um sistema, o próprio ato de trabalhar ou potencial de trabalho. De forma geral, os dicionários apresentam uma definição próxima ao significado etimológico do conceito: *capacidade que um corpo ou um sistema tem de realizar trabalho* (DICIONÁRIO PRIBERAM, 2020; MICHAELIS, 2020; DICIO, DICIONÁRIO ONLINE DE PORTUGUÊS, 2020). No sentido figurativo, entretanto, verificamos significados que são empregados de maneira equivocada em nosso cotidiano e podem se tornar obstáculos para a aprendizagem escolar do conceito, conforme exemplificado no quadro 1.

Quadro 1- Definição figurativa da palavra energia

<p>1. [FIGURATIVO] Maneira vigorosa de agir, de dizer ou de querer; força anímica (<i>ex.: respondeu às críticas com energia</i>) = FIRMEZA, SEGURANÇA</p> <p>2. [FIGURATIVO] Vitalidade física (<i>ex.: a energia das crianças parece inesgotável</i>) = VIGOR</p>

Fonte: Adaptado do Dicionário Priberam (2020).

Essas noções figurativas podem se instalar na estrutura cognitiva prévia do aluno como concepções espontâneas, também conhecida como concepções alternativas. As concepções espontâneas, por sua vez, são entendidas como estruturas conceituais, originárias do processo de escolarização e/ou de vivências físicas, sociais e culturais, que nos induzem a interpretações de fenômenos naturais que não estão de acordo com as teorias científicas vigentes (LINO, 2016; BICUSSI, 2007) e podem se tornar empecilhos à aprendizagem de um determinado conceito, “funcionando, então, como o que Bachelard chamou de obstáculo epistemológico” (MASINI; MOREIRA, 2008, p. 21).

O filósofo francês Gaston Bachelard (1884 – 1962) salienta que é durante o ato de conhecer que aparecerem lentidões e conflitos referentes à aprendizagem, que, dito de outro modo, podem ser estagnação e até regressão ao processo de compreensão de conceitos. Nas palavras de Bachelard (1996), esta estagnação ou regressão ao ato de conhecer é o que denominamos como **obstáculo epistemológico**.

Lino (2016), expõe que podem existir concepções espontâneas em relação ao conceito de energia que são similares àquelas que aparecem ao longo do desenvolvimento histórico deste

conhecimento científico, e, desta forma, configuram-se como obstáculos epistemológicos. Ainda segundo o autor, historicamente, em relação ao conceito de energia, podemos mencionar quatro importantes obstáculos epistemológicos que necessitam ser superados: a confusão existente entre os conceitos de força e energia (energia como força); a fraca utilização de um princípio de conservação para explicação de determinados fenômenos (energia como não conservativa); restrição da compreensão do conceito à sua dimensão de movimento (energia como causa do movimento) e a materialização ou substancialização da energia (energia como algo substancial).

Diante das perspectivas apresentadas, o objetivo central deste trabalho foi de investigar as concepções alternativas dos alunos acerca do conceito de energia diante de sua possibilidade de converterem-se em obstáculos epistemológicos. E, para isso, foram delimitados os seguintes objetivos específicos: analisar as concepções espontâneas de energia em diferentes níveis de escolaridades; problematizar a passagem destas concepções espontâneas para a categoria de obstáculos epistemológicos e discutir a influência destas concepções espontâneas na aprendizagem do conceito de energia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1918-2008) propõe que o fator isolado de maior influência na aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Sendo assim, a estrutura cognitiva prévia (conhecimentos inter-relacionados e organizados hierarquicamente) é a principal variável durante o processo de aprendizagem significativa de conhecimentos novos (MOREIRA, 2011).

Na ocorrência de uma aprendizagem significativa, o novo conhecimento é assimilado na estrutura cognitiva prévia do aluno, e, ao contrário de uma aprendizagem mecânica, que é “praticamente sem significado, puramente menorista, que serve para as provas” (MOREIRA, 2011, p.32), não é facilmente esquecida.

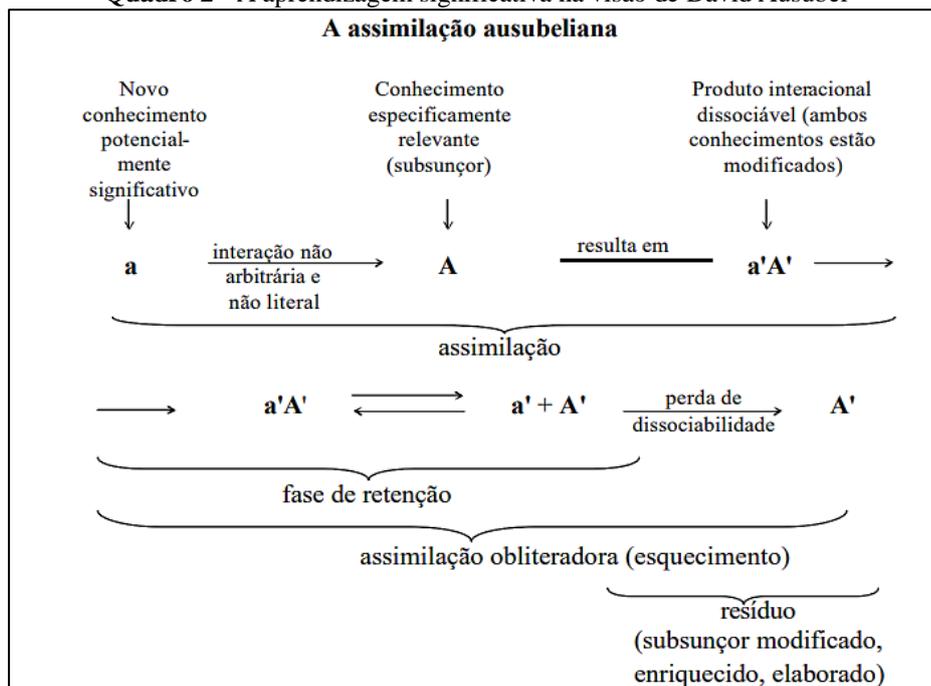
“É importante reiterar que aprendizagem significativa se caracteriza pela *interação* entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é *não-litera*l e *não-arbitrária*” (MOREIRA, 2011, p. 14, grifo do autor). Esses conhecimentos prévios que podem se caracterizar como teorias, conceitos, hipóteses, diagramas, modelos, ideias, construtos e entre outros, são denominados de subsunçores e servem de “ideia-âncoras” para a assimilação de novos conhecimentos, como nos explica Moreira (2001, p. 26):

Ancoragem é uma metáfora. Diz-se que certos conhecimentos prévios funcionam como ideia-âncoras e se lhes dá o nome de subsunçores. Quer dizer, os novos conhecimentos se ancoram em conhecimentos preexistentes e assim adquirem significados. É importante, no entanto, não atribuir um caráter estático, de mero ancoradouro, aos subsunçores, pois o processo é interativo, dinâmico, e nele o subsunçor se modifica. Como foi dito, a ancoragem é uma metáfora; portanto, a subsunção não é uma ancoragem propriamente dita.

Observa-se, assim, que ancorar não se trata de uma ação puramente mecânica de enganchamento de ideias, teorias e conceitos em ideias, teorias e conceitos que já existem na estrutura mental do sujeito, mas sim, de um processo dinâmico, de articulação e interação entre o pré-existente e o novo. Caso esta ancoragem ocasione uma modificação bastante acentuada no subsunçor, denomina-se **subsunção correlativa**; se o resultado deste processo de interação dinâmico for somente de reforço ao subsunçor existente, nomeia-se como **subsunção derivativa**. A diferença entre essas duas formas de subsunção pode ser exemplificada “quando um aluno de Física resolve vários problemas envolvendo energia potencial e cinética, sempre confirmando a conservação de energia mecânica, a subsunção é *derivativa*” (MOREIRA, 2011, p. 27, grifo do autor). Mas se, em um momento posterior, este aluno compreende “que a Primeira Lei da Termodinâmica é um caso particular da Conservação de Energia aplicada a fenômenos térmicos, provavelmente a subsunção é *correlativa*: o que antes se aplicava à Mecânica agora se aplica também à Termodinâmica” (MOREIRA, 2011, p. 27, grifo do autor).

Partindo disso, a aprendizagem significativa pode suceder de três formas: por subordinação, por superordenação ou de maneira combinatória. Quando os novos conhecimentos se tornam mais inclusivos e gerais àqueles que lhe deram origem, nomeia-se esta aprendizagem como **superordenação**. Entretanto, se os novos conhecimentos adquirem significados após a interação com conhecimentos prévios mais inclusivos e gerais, a aprendizagem é dita como **subordinada**. Por último, se os novos conhecimentos potencialmente significativos não são capazes de subordinar ou se tornarem subordinados aos subsunçores existentes na estrutura cognitiva, interagindo com diferentes conhecimentos prévios, trata-se de uma aprendizagem **combinatória** (MOREIRA, 2006, 2011). No quadro 2, a esquematização corresponde a aprendizagem significativa subordinada, que é considerado o processo mais comum de assimilação.

Quadro 2 - A aprendizagem significativa na visão de David Ausubel



Fonte: Extraído de Moreira (2006), p. 2.

Note que “**a** interage com **A** gerando um produto interacional **a' A** que é dissociável em **a' + A'** durante a fase de retenção, mas que progressivamente perde dissociabilidade até que se reduza simplesmente **a'**, o subsunçor modificado em decorrência da interação inicial” (MOREIRA, 2011, p. 40, grifo do autor). Ao movimento de perda progressiva da dissociabilidade dos novos conhecimentos em relação àqueles que serviram de âncoras, Ausubel nomeou esse processo de **assimilação obliteradora**, ou ainda, de **subsunção obliteradora**.

Lembrando que “a aprendizagem significativa não é aquela que o aprendiz nunca esquece” (MOREIRA, 2011, p. 39). Contudo, mesmo após a ocorrência da assimilação obliteradora, o conhecimento dissociado provoca um efeito residual no conceito subsunçor, facilitando, desta maneira, novas aprendizagens ou a própria reaprendizagem do conhecimento obliterado (NOVAK, 1981; MOREIRA, 2011).

A ideia clássica David Ausubel relaciona subsunçores e ancoragens à construção de significados pelo aluno, descrevendo um trajeto no sentido da aprendizagem significativa, é clássica. Àquilo que o aluno já sabe é atribuído grande importância, visto que influencia o potencial de aprendizagem do aluno. Salientando que, estamos considerando a perspectiva do “clássico” como ideia basal e fundante, defendida por Saviani (2013, p.13), visto que “o clássico não se confunde com o tradicional e também não se opõe, necessariamente, ao moderno e muito menos ao atual. O clássico é aquilo que se firmou como fundamental, como essencial. Pode, pois, constituir-se num critério útil para a seleção dos conteúdos do trabalho pedagógico”. No entanto, a teoria da aprendizagem significativa carece de novas perspectivas, porque

[...] dentro de uma óptica contemporânea, é importante que a aprendizagem significativa seja também crítica, subversiva, antropológica. Quer dizer, na sociedade contemporânea não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente. Ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo (MOREIRA, 2006, p.11).

Ao propor a teoria da aprendizagem significativa crítica com base na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, Marco Antonio Moreira (2011) expõem alguns princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica que devem ser levados em consideração durante o processo de ensino. São eles:

Quadro 3 - A aprendizagem significativa crítica e seus princípios facilitadores

Princípios Facilitadores	Explicação
Conhecimento prévio.	aprendemos a partir do que já sabemos.
Perguntas ao invés de respostas.	estimular o questionamento ao invés de dar respostas prontas.
Diversidade de materiais.	abandono do manual único.
Aprendizagem pelo erro.	é normal errar; aprende-se corrigindo os erros.
Aluno como perceptor representador.	o aluno apresenta tudo o que percebe.
Consciência semântica.	o significado está nas pessoas, não nas palavras.
Incertezas do conhecimento.	o conhecimento humano é incerto, evolutivo.
Desaprendizagem.	às vezes, o conhecimento prévio funciona como obstáculo epistemológico.
Conhecimento como linguagem.	tudo o que chamamos conhecimento é linguagem.
Diversidade de estratégias.	abandono do quadro de giz.
Abandono da narrativa.	simplesmente narrar não estimula a compreensão.

Fonte: Adaptado de Moreira (2011), p. 174.

Para que a aprendizagem seja significativa e crítica, o indivíduo deve perceber o novo conhecimento como novo. Desta forma facilita-se a devida ancoragem em sua estrutura

cognitiva, mas “o conhecimento prévio pode impedir que o sujeito perceba o novo conhecimento como novo, funcionando, então, como o que Bachelard chamou de **obstáculo epistemológico**” (MASINI; MOREIRA, 2008, p. 21, grifo nosso).

Gaston Bachelard (1884 – 1962) apresentou a primeira noção de obstáculos epistemológicos na obra de 1938 *A formação do espírito científico*, que traz como ponto principal a interpretação das condições de evolução da ciência, criando bases para a psicanálise do conhecimento. Bachelard (1996, p. 17) define obstáculo epistemológico como uma estagnação ou regressão ao ato de conhecer:

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que 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. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. O conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras.

Rodrigues e Grubba (2012, p. 318, grifo do autor) fazem uma interpretação a epistemologia bachelardiana, ao enunciar que os

[...] *obstáculos epistemológicos* são uma espécie de *contrapensamento* que pode surgir no momento da constituição do conhecimento ou numa fase posterior. São uma forma de resistência do próprio pensamento ao pensamento. De maneira simplificada, trata-se de considerar que o pensamento não progride senão por suas próprias reorganizações.

De certa forma, os obstáculos epistemológicos podem se manifestar pela incapacidade de compreensão de determinados fenômenos, da dificuldade de resolver os problemas que este fenômeno apresenta com eficácia, ou ainda, pelos erros que, para serem superados, deveriam conduzir à elaboração e a aceitação de um novo discernimento (BROUSSEAU, 1983).

É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais. Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca aquilo que deveríamos saber. Quando o espírito se apresenta à cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, porque tem a idade de seus preconceitos. Aceder à Ciência é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar uma brusca mutação que contradiz o passado (BACHELARD, 1996, p. 18).

Baseando-se na teoria de obstáculos epistemológicos, Lino (2016) elabora um modelo para a identificação de obstáculo epistemológico a partir das concepções espontâneas dos alunos, ao propor que devemos identificar as dificuldades enfrentadas pelos desenvolvedores do conceito, e, posteriormente, verificar se estas mesmas dificuldades estão presentes na estrutura cognitiva do aluno, posto que

a identificação das concepções alternativas dos estudantes é importante para a determinação dos obstáculos, pois estas [concepções alternativas] podem nos mostrar

que existem dificuldades semelhantes às encontradas historicamente, e confirmar a sua inerência ao conceito (LINO, 2016, p. 348).

Sendo assim, a noção de obstáculos epistemológicos pode ser investigada no contexto do desenvolvimento histórico de um conceito científico, mas também pode ser observada e discutida na prática educacional (BACHELARD, 1996). Mas, para isso, devemos conhecer quais são os obstáculos epistemológicos referentes à energia.

Na construção do conceito de energia, Lino (2016) menciona quatro importantes obstáculos epistemológicos e seus respectivos mecanismos de superação que auxiliaram na ruptura dessas regressões históricas e “podem ser utilizados como um artifício no ensino do conceito de energia, quando transpostos didaticamente” (LINO, 2016, p. 329). Sendo eles:

Quadro 4 - Os obstáculos epistemológicos referente ao conceito de energia e seus respectivos mecanismos históricos de superação

Obstáculos Epistemológicos	Mecanismos históricos
A confusão existente entre os conceitos de força e energia.	as diferenciações das grandezas por meio da inserção da ideia de trabalho.
A não utilização de um princípio de conservação para explicação de determinados fenômenos.	utilização do teorema dos trabalhos virtuais na explicação do funcionamento das máquinas simples (a conservação do produto entre força e deslocamento).
A energia entendida apenas como movimento.	a exemplificação da conversão de energia cinética em outros tipos de energia.
A materialização ou substancialização da energia.	evidenciamento do que é fonte de energia e as transformações energéticas de um sistema.

Fonte: Adaptado de Lino (2016).

Devemos considerar a hipótese que os alunos trazem esses mesmos obstáculos epistemológicos como concepções espontâneas, uma vez que “os erros cometidos por grandes cientistas no desenvolver de um conhecimento científico, podem ser cometidos também por aqueles que estudam este mesmo conhecimento posteriormente” (LINO, 2016, p. 51). Na aprendizagem do conceito de energia, as concepções espontâneas transparecem ao associar

energia com a vida ou com algumas manifestações dos seres vivos, confundir energia com outras grandezas físicas como a força, associação da energia com algum processo ou fenômeno particular, conceber a energia apenas àquilo que demonstra movimento ou alguma atividade, identificar a energia como algo concreto ou material, são apenas alguns exemplos das concepções que os estudantes podem fornecer sobre o conceito (LINO, 2016, p. 22).

Se as concepções espontâneas presentes nas estruturas cognitivas dos alunos forem semelhantes às dificuldades enfrentadas pelos desenvolvedores históricos do conceito, podemos classificá-las como obstáculos epistemológicos (LINO, 2016). No contexto pedagógico, entretanto, recomenda-se o uso do termo **obstáculos didáticos** ao invés de epistemológicos, pois “são conhecimentos que se encontram relativamente estabilizados no plano intelectual e que podem dificultar a evolução da aprendizagem do saber escolar” (PAIS,

2001, p. 44). Sendo assim, os obstáculos epistemológicos (didáticos) podem, em algumas situações, ser entrave ao conhecimento.

Em seu trabalho, Lino (2016, p. 325, grifo do autor) define “*a energia como um modelo explica as transformações da realidade*” e ainda salienta que, em relação a aprendizagem do conceito de energia, as dificuldades ao entendimento podem aparecer em diferentes ramos numa mesma disciplina. Na Física, por exemplo, o aluno pode não compreender que a energia estudada na mecânica é a mesma da termodinâmica.

No entanto, essas dificuldades não são exclusivas da Física, podendo surgir em outras áreas da Ciências Naturais, visto que “em geral os alunos têm dificuldades em perceber que a entidade energia é, em essência, a mesma que aparece em diferentes fenômenos da natureza, seja físico, químico ou biológico” (LINO, 2016, p. 25).

Portanto, os professores devem atuar para que um conhecimento prévio dos alunos não se torne uma barreira ao processo de ensino-aprendizagem de um determinado fenômeno, visto que, na perspectiva da teoria dos obstáculos epistemológico, àquilo que o aluno já sabe pode se caracterizar como um empecilho à aprendizagem. Para Lino (2014, p. 26):

Tendo em vista a dificuldade de compreensão das inter-relações deste conceito, o ensino da energia deve ser tratado no âmbito social e cultural, tanto no conjunto das Ciências como em cada uma delas, além, é claro, de sua perspectiva histórica, levando sempre em consideração as concepções prévias dos estudantes.

Podemos, então, traçar paralelos entre a aprendizagem significativa e a noção de obstáculos epistemológicos, dado que a teoria da aprendizagem significativa enfatiza como os conhecimentos prévios podem ser úteis ao ensino; a teoria dos obstáculos epistemológicos, por sua vez, explica como estes mesmos conhecimentos prévios se tornam entraves à aprendizagem. De uma forma ou outra, o conhecimento prévio é entendido como o fator de maior influência, e, por esta razão, este trabalho buscou investigar as concepções prévias dos alunos quanto à energia e compreender as consequências à aprendizagem deste conceito.

3 METODOLOGIA

O estudo iniciou com uma revisão bibliográfica sistemática que incluiu obras/artigos sobre a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A, 2008; MOREIRA, 2006; 2011); a teoria dos obstáculos epistemológicos, de Gaston Bachelard (BACHELARD, 1996) e os obstáculos epistemológicos no ensino de ciências (LINO, 2016; BROUSSEAU, 1983) com o objetivo de traçar relações entre os referenciais teóricos, determinar quais são os obstáculos epistemológicos referente à energia e suas implicações a aprendizagem deste conceito.

Posteriormente, buscamos investigar os conhecimentos prévios dos alunos por meio de questionários qualitativos (em anexo) desenvolvidos especificamente para este estudo. A interpretação e a organização dos dados obtidos foram baseadas na análise de conceitual de Laurence Bardin, conforme discutida por Rossi; Serralvo e João (2014, p. 41):

Análise Conceitual começa com a identificação da questão de pesquisa e a escolha da amostra ou amostras. Uma vez feita a escolha, o texto precisa ser codificado em categorias de conteúdo. O processo de codificação é basicamente de redução seletiva. Pela redução do texto em categorias consistindo em palavras, conjunto de palavras ou frases, o pesquisador pode enfocar, e codificar, palavras específicas ou padrões que são indicativos da questão de pesquisa.

Utilizamos os obstáculos epistemológicos (quadro 4) encontrados por Lino (2016) para a construção do questionário e das categorias conceituais de análise. Assim, as respostas obtidas eram interpretadas, e, depois, enquadradas nas seguintes categorias:

Quadro 5 - As categorias de análise de conteúdo utilizadas e suas respectivas explicações

Nº da(s) questão(ões)	Categorias Conceituais	Explicação
1; 3	1. Energia como força.	confusão entre os conceitos de força e de energia.
5	2. Visão antropomórfica da energia.	associação aos objetos animados, e em particular ao homem.
2; 3	3. Energia como causa do movimento.	associação energia somente ao movimento.
4	4. Energia como algo substancial.	qualificação de energia como um reagente, agente transformador ou substância.
7	5. Energia como causa dos acontecimentos.	idealização causal de energia. Por exemplo, um corpo cai porque ele tem energia.
1; 2; 3; 5; 6; 7	6. Energia como não conservativa.	não reconhecimento das transformações energéticas ou não recorrência ao princípio de conservação de energia para a explicação de determinados fenômenos.
1; 2; 3; 5; 6; 7	7. Nenhuma concepção espontânea.	reconhecimento das transformações energéticas e do princípio de conservação de energia para a explicação de determinados fenômenos.

Fonte: Adaptado de Lino (2016).

É interessante salientar que cada questão foi elaborada aliada a pelo menos uma possibilidade de interpretação conceitual. A questão 1 (em anexo), como exemplificação, foi desenvolvida buscando analisar se o aluno confundia os conceitos de força e de energia, como

exposto no quadro 5. Além disso, considerando que o conceito de energia é recorrente na Biologia, Física e na Química, houve a preocupação de elaborar um questionário que compreendesse a totalidade das Ciências Naturais, e, por esta razão, foram incluídas questões que remetessem a estas três disciplinas.

Estes questionários foram impressos e entregues aos professores de física do IFSP - Campus Caraguatatuba, que aplicaram, durante suas aulas, nas turmas do 1º e 2º Ensino Médio e nos 2º semestres dos cursos superiores de Engenharia Civil e Licenciatura em Física. Segundo depoimento dos próprios professores, a média de tempo dos alunos para a resolução do questionário foi de 25 minutos.

Entre os meses de junho e agosto de 2018, foram obtidos 89 questionários, entretanto, nem todos os exemplares foram considerados na análise. Salientando que a exclusão se deu ou porque estavam inteiramente em branco ou a caligrafia era ilegível, visando, assim, não comprometer os resultados desta pesquisa.

Tabela 1 - Matriculados, questionários obtidos e utilizados

Cursos/Turmas	Matriculados (estimativa)	Quantidade questionários obtidos	Quantidade de questionários utilizados
1º Ensino Médio	40	24	13
2º Ensino Médio	40	22	14
Licenciatura em Física	40	10	9
Engenharia Civil	40	33	30
Total	160	89	65

Fonte: Elaborado pelo autor.

A escolha dessas turmas/cursos tinha como finalidade de verificar se as concepções espontâneas em relação ao conceito de energia são comuns entre os alunos, não importando a idade ou nível de escolarização, como proposto por Lino (2016). Por este motivo, houve a preocupação de verificar as idades dos participantes, como mostrado na tabela 2.

Tabela 2 - Idades dos participantes desta pesquisa

Cursos/Turmas	Média ponderada das Idades	Menor Idade	Maior Idade
1º Ensino Médio	15	14	16
2º Ensino Médio	15,7	15	16
Licenciatura em Física	22,4	17	50
Engenharia Civil	19	17	22

Fonte: Elaborado pelo autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como ferramenta de análise das concepções prévias a respeito do conceito de energia, o questionário se mostrou eficiente, conforme exemplificado pelas respostas dos alunos e suas respectivas análises, apresentadas nos quadros 6 à 10.

Quadro 6 - Alunos que apresentaram confusão entre os conceitos de força e de energia

CATEGORIA DE CONTEÚDO: ENERGIA COMO FORÇA			
Identificação	Nº da questão	Resposta	Análise
Licenciatura em Física			
F2	1	<p>Alternativa marcada: b) a bola quebrou o vidro, pois foi com uma força suficientemente grande.</p> <p>Justificativa do aluno(a): <i>Quebrou o vidro com ajuda da ação da criança, apartir da força obtida (manda força - movimento)</i></p>	<p>A alternativa está incorreta. Existe associação de que a força aplicada pelo projetante (menino) acompanha todo movimento do corpo. Ideia errada, já que, a bola possui energia.</p>
1º Ensino Médio			
1F	1	<p>Alternativa marcada: b) a bola quebrou o vidro, pois foi com uma força suficientemente grande.</p> <p>Justificativa do aluno(a): <i>Quando a bola acerta o vidro com a força necessária, o vidro não resiste ao impacto e se parte.</i></p>	<p>A alternativa está incorreta, pois o vidro não quebrou devido a força, mas sim, a energia, com isso, vemos que existe uma confusão entre os conceitos força e energia.</p>
2º Ensino Médio			
2A	1	<p>Alternativa marcada: c) a bola tinha maior força do que a janela, em vista disso, acabou quebrando-a no impacto.</p> <p>Justificativa do(a) aluno(a): <i>Se o objeto tem mais força do que o outro ele quebra sua resistência.</i></p>	<p>A alternativa está incorreta. Existe associação de que a força aplicada pelo projetante (menino) acompanha todo movimento do corpo. Ideia errada, já que, a bola possui energia.</p>
Engenharia Civil			
E1	1	<p>Alternativa marcada: b) a bola quebrou o vidro, pois foi com uma força suficientemente grande;</p> <p>Justificativa do(a) aluno(a): <i>A bola adquiriu uma força ao ser chutada e a força foi “transferida” para a janela, mas não possuía tanto resistência.</i></p>	<p>A alternativa está incorreta. Vemos que existe uma confusão entre os conceitos força e energia, podendo ser comprovada pela resposta apresentada, na qual o(a) aluno(a) afirma que uma determinada força foi o motivo do ocorrido.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 7 - Alunos que associaram energia somente ao movimento

CATEGORIA DE CONTEÚDO: ENERGIA COMO CAUSA DO MOVIMENTO			
Identificação	Nº da questão	Resposta	Análise
Licenciatura em Física			
F2	2	Alternativa marcada: a) apenas energia cinética. Justificativa do aluno(a): <i>A energia é considerada cinética, pois existe um movimento que faz a roda se movimentar.</i>	O(a) aluno(a) associa energia somente ao movimento . Com isso, não existe o reconhecimento da conservação de energia no sistema . 3. Energia como causa do movimento 6. Energia como não conservativa
F4	2	Alternativa marcada: a) apenas energia cinética. Justificativa do aluno(a): <i>Ela aplica energia de modo que a bicicleta se mova.</i>	O(a) aluno(a) não conseguiu descrever a conservação de energia presente no sistema e, além disso, relacionou a energia somente ao movimento . 3. Energia como causa do movimento 6. Energia como não conservativa
1º Ensino Médio			
1J	5	Justificativa do aluno(a): <i>Sim, pois a terra realiza o movimento de rotação.</i>	Apesar do(a) aluno(a) afirmar que o livro possui energia. No entanto, para ele(a), o livro possui energia , pois a Terra realiza movimento de rotação . E , portanto, a energia é associada somente ao movimento de rotação . 3. Energia como causa do movimento
2º Ensino Médio			
2A	1	Alternativa marcada: c) movimento. Justificativa do(a) aluno(a): <i>Fazendo movimento, podemos criar energia.</i>	A alternativa é incorreta, pois, existe a associação de energia somente ao movimento . 3. Energia como causa do movimento
Engenharia Civil			
A5	2	Alternativa marcada: a) apenas energia cinética Justificativa do(a) aluno(a): <i>Pois só existe a energia que gera o movimento.</i>	O(a) aluno(a) não soube reconhecer as transformações energéticas , além disso, associa energia somente ao movimento . 3. Energia como causa do movimento 6. Energia como não conservativa
A4	7	Justificativa do(a) aluno(a): <i>Tal como o combustível, a energia é aquilo que provoca o movimento.</i>	O(a) aluno(a) não conseguiu reconhecer as transformações de energia que ocorrem no sistema, associando energia somente ao movimento . 3. Energia como causa do movimento 6. Energia como não conservativa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 8 - Alunos que qualificam a energia como um reagente, agente transformador ou substância

CATEGORIA DE CONTEÚDO: ENERGIA COMO ALGO SUBSTANCIAL			
Identificação	N° da questão	Resposta	Análise
Licenciatura em Física			
F3	7	Justificativa do aluno(a): <i>O carro para se mover gera energia térmica com a queima de combustível, que gira os pistões que gera energia cinética para o carro, sem combustível, fica sem energia para se mover.</i>	Houve a utilização da palavra “gera”, qualificando a energia como produto das reações feitas através da queima do combustível. 4. Energia como algo substancial 6. Energia como não conservativa
1° Ensino Médio			
1B	4	Justificativa do aluno(a): <i>A luz solar, juntamente com gás carbônico que há na atmosfera e a água, liberam energia em forma de glicose [...].</i>	Não houve reconhecimento da conservação de energia ocorrida no sistema. Além disso, ao qualificá-la como glicose, a energia é vista como algo substancial. 4. Energia como algo substancial 6. Energia como não conservativa
2° Ensino Médio			
2E	4	Justificativa do(a) aluno(a): <i>A produção de energia química se dá pela reação dos elementos citados gerando uma espécie de força.</i>	Não há reconhecimento da energia luminosa. Além disso, o(a) estudante qualifica a energia química como o produto das reações. Por fim, há associação de energia com força , não demonstrando domínio e distinção entre esses dois conceitos. 1. Energia como força 4. Energia como algo substancial 6. Energia como não conservativa
Engenharia Civil			
A5	7	Justificativa do(a) aluno(a): <i>A energia é gerada a partir da queima do combustível fazendo o gás movimentar o motor do cano.</i>	O(a) aluno(a) associa energia como produto da queima do combustível. Isto é, não houve reconhecimentos das transformações energéticas. 4. Energia como algo substancial 6. Energia como não conservativa
E17	7	Justificativa do(a) aluno(a): <i>Gasolina é a fonte de energia para o movimento do veículo, ela é transformada em energia através da combustão.</i>	O(a) aluno(a) classifica a energia como um tipo de produto e fonte das transformações do sistema e, desta forma, não consegue descrever a conservação de energia corretamente. 4. Energia como algo substancial 6. Energia como não conservativa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 9 – Alunos que reconhece as transformações energéticas e do princípio de conservação de energia para a explicação de determinados fenômenos

CATEGORIA DE CONTEÚDO: NENHUMA CONCEPÇÃO ESPONTÂNEA			
Identificação	Nº da questão	Resposta	Análise
Licenciatura em Física			
F1	1	Alternativa marcada: a) a bola dispunha de energia, por essa razão, quebrou o vidro. Justificativa do aluno(a): <i>A bola não tinha força, pois força é dada, entre os outros, por interação entre corpos; portanto, a bola dispunha apenas de energia cinética.</i>	O(a) aluno(a) diferencia força e energia corretamente. 7. Nenhuma concepção espontânea
	5	Justificativa do aluno(a): <i>Se o livro está em cima de uma mesa, que provavelmente tem uma altura h, temos a energia potencial gravitacional.</i>	O(a) aluno(a) consegue identificar a energia associada ao sistema independente da natureza ou estado (se está em movimento ou não) do objeto. 7. Nenhuma concepção espontânea
2º Ensino Médio			
2A2	5	Justificativa do(a) aluno(a): <i>Sim, possui a energia potencial gravitacional</i>	O(a) aluno(a) consegue identificar a energia associada ao sistema independente da natureza ou estado (se está em movimento ou não) do objeto. 7. Nenhuma concepção espontânea
2A3	1	Justificativa do(a) aluno(a): <i>Por estar em movimento a bola possui energia cinética, ao entrar em contato com o vidro a bola transfere a energia para o vidro, fazendo com ele se quebre.</i>	O(a) aluno(a) diferencia força e energia corretamente. 7. Nenhuma concepção espontânea
2A3	7	Justificativa do(a) aluno(a): <i>Com a queima do combustível a energia química é transformada em energia térmica para depois ser transformada em energia cinética, sonora, elétrica e luminosa.</i>	O(a) aluno(a) descreve corretamente as transformações energéticas. 7. Nenhuma concepção espontânea
Engenharia Civil			
E2	6	Justificativa do(a) aluno(a): <i>A energia mecânica é transformada em energia térmica.</i>	Os(as) alunos(as) descrevem corretamente as transformações energéticas.
E21	6	Justificativa do(a) aluno(a): <i>Para que a energia seja conservada, a energia cinética se transforma em energia térmica, por causa disso a temperatura da água esquenta.</i>	7. Nenhuma concepção espontânea

Fonte: Elaborado pelo autor.

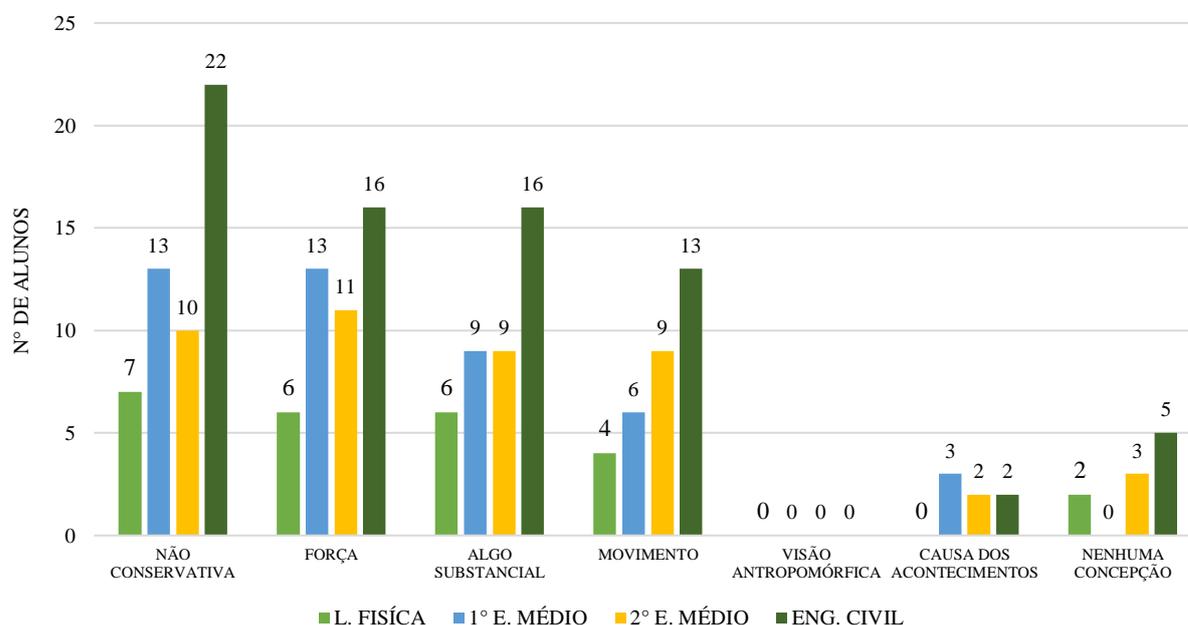
Quadro 10 - Alunos que possuiu uma idealização causal de energia

CATEGORIA DE CONTEÚDO: ENERGIA COMO CAUSA DAS COISAS SUCELEREM			
Identificação	Nº da questão	Resposta	Análise
1º Ensino Médio			
II	5	Alternativa marcada: c) movimento. Justificativa do aluno(a): “Se eu tenho muita energia, fico em movimento.”	A escolha da alternativa está errada, pois, o aluno associa energia somente ao movimento , e, além disso, a resposta idealiza a energia como a causa do movimento.
			3. Energia como causa do movimento 5. Energia como causa das coisas sucederem
2º Ensino Médio			
2L	1	Justificativa do(a) aluno(a): <i>A combustão do combustível gera energia, assim o carro se move.</i>	Não soube descrever as transformações de energia. E, além disso, a energia é vista como produto da combustão . No final, temos a ideia causal de energia - o carro se move porque há energia.
			4. Energia como algo substancial 5. Energia como causa das coisas sucederem 6. Energia como não conservativa
Engenharia Civil			
A7	7	Justificativa do(a) aluno(a): <i>Para qualquer movimento é necessário energia, como o combustível acabou, conseqüentemente o carro parou de se movimentar</i>	O(a) aluno(a) não consegue reconhecer a conservação de energia presente no sistema. Além do mais, apresenta uma ideia causal da energia ; o carro se movimenta porque tem energia.
			5. Energia como causa das coisas sucederem 6. Energia como não conservativa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Curiosamente, apesar de cada questão ter sido elencada a pelo menos uma possibilidade de interpretação conceitual, conseguimos notar que os alunos não ficaram presos a nossas idealizações. Sendo que, algumas respostas conseguiram exibir mais de uma concepção espontânea e existiram casos que as concepções espontâneas encontradas não foram cogitadas para àquela determinada questão durante a elaboração do questionário, fato este que não diminuiu a eficiência da ferramenta. Pelo contrário, nos ajudou a compreendermos as concepções espontâneas mais recorrentes.

No final da análise conceitual, foi possível verificar que, dentre os 65 questionários analisados: 52 alunos veem a energia como não conservativa; 46 não distinguem os conceitos de energia e força; 40 qualificam a energia como algo substancial; 32 associam energia somente ao movimento; 7 a entendem como a causa dos acontecimentos ao nosso redor; ninguém apresentou uma visão antropomórfica da energia e somente 10 alunos não apresentam concepções alternativas em relação ao conceito de energia:

Gráfico 1 – Análise dos conhecimentos prévios dos alunos de acordo com as categorias de conteúdo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio da leitura do gráfico 1, é possível concluir que as concepções espontâneas em relação ao conceito de energia são comuns entre os alunos, não importando a *idade* ou *nível de escolaridade*, estando em concordância com Lino (2016). E, mais do que isso, como tais concepções foram constatadas em todas as fases de escolaridade analisadas, podemos ainda inferir que 82,05% dos graduandos trazem esses obstáculos desde o ensino básico - momento em que são formalizadas essas concepções espontâneas (LINO, 2016; BUCUSSI, 2007).

Além disso, verificamos que as concepções espontâneas dos alunos são semelhantes às dificuldades enfrentadas durante a evolução histórica do conceito, já que as categorias de conteúdos são fundamentadas nos obstáculos epistemológicos referentes à energia. Diante desse fato, podemos classificar estes conhecimentos pré-estabelecidos como obstáculos epistemológicos, conforme proposto por Lino (2016).

Outra leitura importante a ser mencionada é de que 77,78% dos licenciandos em Física analisados, apresentaram concepções espontâneas em relação ao conceito de energia. Salientando que, posteriormente, estes licenciandos poderão atuar como professores, e, por consequência, terão que trabalhar tópicos relacionados à energia. Nessa situação, caso esses obstáculos epistemológicos não sejam superados, corre-se o risco desses futuros professores perpetuarem ou induzirem estas mesmas concepções espontâneas em seus alunos.

6 CONCLUSÃO

O objetivo central deste trabalho foi investigar se as concepções espontâneas dos alunos referentes ao conceito de energia podem ser classificadas como obstáculos epistemológicos. Por meio de análises de questionários dos alunos do Ensino Médio, Engenharia Civil e Licenciatura em Física do IFSP - campus Caraguatatuba, foi possível constatar que, dentre os 64 participantes: 52 veem a energia como não conservativa; 46 não distinguem os conceitos de energia e força; 40 qualificam a energia como algo substancial; 32 associam energia somente ao movimento; 7 a entendem como a causa dos acontecimentos ao nosso redor e apenas 10 não apresentam concepções alternativas em relação ao conceito de energia.

Outro aspecto importante a ser discutido é que todos os alunos já tiveram disciplinas relacionadas à energia, sejam em tópicos vinculados à Física ou em outras áreas da Ciências Naturais. Fazendo-nos acreditar que, ao considerar que os obstáculos epistemológicos podem atrapalhar que o aluno perceba o novo conhecimento como novo, Masini e Moreira (2008) foram assertivos.

Em concordância com Lino (2016), pode-se aferir que os obstáculos epistemológicos relativos ao conceito de energia são corriqueiros, independentemente da idade ou etapa de escolaridade dos indivíduos. E, por esses obstáculos epistemológicos dificultarem o processo de ensino-aprendizagem dos alunos, podemos nomeá-las como obstáculos didáticos (PAIS, 2001).

Por fim, procuramos associar a aprendizagem significativa à noção de obstáculos epistemológicos. Resumidamente, a teoria da aprendizagem significativa enfatiza como os conhecimentos prévios podem ser úteis ao ensino; a dos obstáculos epistemológicos, por sua vez, nos expõe como essas mesmas concepções espontâneas podem se tornar um empecilho à aprendizagem. Em vista disso, Ausubel foi bastante assertivo ao estabelecer que o conhecimento prévio é o fator de maior influência no processo de aprendizagem, e, por este motivo, deve ser investigado e considerado no ensino (MOREIRA, 2011).

É importante enfatizar que a correlação entre esses dois referenciais se mostrou bastante promissora como fundamento teórico para a elaboração de estratégias de rupturas de concepções espontâneas referente à energia, visto que foi mostrado evidências que estes obstáculos epistemológicos atrapalham o ensino do conceito de energia e como identificá-los, além de preconizarmos os pressupostos facilitadores de aprendizagem significativa crítica e considerar os mecanismos de superação – quando transpostos didaticamente - como provável artifício no ensino do conceito de energia. No entanto, para determinarmos a inerência desses

mecanismos históricos a um determinado conceito científico e se estes podem modificar as concepções alternativas dos alunos, careceremos de uma pesquisa mais aprofundada.

Diante das interpretações e conclusões alcançadas, salientamos a importância da investigação dos conhecimentos prévios dos alunos e da formulação de estratégias que visem a ruptura dos obstáculos epistemológicos referentes à energia, posto que, além de ser um construto humano presente em diferentes ramos do conhecimento, como na Biologia, Química e Física, a compreensão do conceito de energia nos permitiu avanços tecnológicos e científicos.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico: Contribuições para uma Psicanálise do Conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto Editora, 1996.

BROUSSEAU, G. **Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques**. Recherches En Didactique Des Mathématiques, Grenoble, v. 4 (2), p.164-198, 1983.

BUCUSSI, Alessandro Aquino. **Introdução ao Conceito de Energia**. Textos de Apoio ao Professor de Física, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p.1-32, jan. 2007. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tapf/v17n3_Bucussi.pdf>. Acesso em: 10 mar 2021.

Dicio, Dicionário Online de Português. **Verbetes: Energia**. Porto: 7Graus, 2021. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/energia/>>. Acesso em: 06 jan. 2021.

Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. **Verbetes: Energia**. Lisboa: Priberam, 2020. Disponível em: <<https://dicionario.priberam.org/energia>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

LINO, Alex. **O Desenvolvimento Histórico do Conceito de Energia: Seus Obstáculos Epistemológicos e suas Influências para o Ensino de Física**. 2016. 360 f. Tese (Doutorado). Maringá: Curso de Pós graduação em Educação Para O Ensino de Ciências e A Matemática, Universidade Estadual de Maringá, 2016. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/bitstream/1/4543/1/000224638.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2021.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: condições para a ocorrência e lacunas que levam ao comprometimento**. São Paulo: Vetor, 2008.

Michaelis: Dicionário Brasileiro de Língua Portuguesa. **Verbetes: Energia**. São Paulo: Editora Melhoramentos Ltda, 2021. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/energia/>>. Acesso em: 06 jan. 2021.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica (Meaningful learning: from the classical to the critical view)** Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 2006, Madrid. Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/visaoclasicavisaocritica.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

_____. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

RODRIGUES, Horácio Wanderlei; GRUBBA, Leilane Serratine. **Bachelard e os obstáculos epistemológicos à pesquisa científica do direito**. Florianópolis: Seqüência, n. 64, p. 307-334, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2177-70552012000100013&script=sci_arttext>. Acesso em: 04 fev. 2021.

ROSSI, George Bedinelli; SERRALVO, Francisco Antonio; JOAO, Belmiro Nascimento. **Análise de Conteúdo**. Revista brasileira de marketing, v. 13, n. 4, p. 39-48, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.uninove.br/remark/article/view/12049/5689>>. Acesso em: 20 dez. 2020.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da matemática: uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia Histórico-Crítica**. 11. ed. rev. Campinas: Autores Associados, 2013.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO QUALITATIVO

QUESTIONÁRIO: A INFLUÊNCIA DO CONHECIMENTO PRÉVIO NO ENSINO DO CONCEITO DE ENERGIA

NOME: _____

SÉRIE/CURSO: _____ IDADE: _____ DATA: ____/____/____

OBJETIVO – Este questionário, instrumento de uma atividade de iniciação científica, tem como intenção avaliar os conhecimentos dos aprendizes.

OBS.: 1) Nas questões de múltiplas escolhas, marque **apenas** uma das alternativas 2) **As respostas devem ser à caneta.** 3) **Evite rasuras.**

1. Uma criança, ao jogar bola dentro de casa, quebra o vidro de uma janela por acidente. Se analisarmos fisicamente o ocorrido, somos capazes de afirmar que:

- a) a bola dispunha de energia, por essa razão, quebrou o vidro;
- b) a bola quebrou o vidro, pois foi com uma força suficientemente grande;
- c) a bola tinha maior força do que a janela, em vista disso, acabou quebrando-a no impacto.

Explique a alternativa escolhida.

2. Quando uma pessoa pedala uma bicicleta, conseguimos observar que tipo(s) de energia?

- a) apenas energia cinética;
- b) energia cinética, química e térmica;
- c) não há nenhum tipo de energia associada à pessoa, ela simplesmente está aplicando uma força na bicicleta.

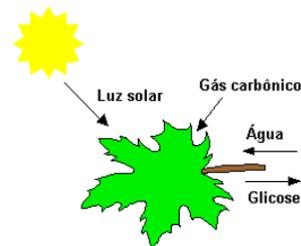
Explique a alternativa escolhida.

3. O Princípio da Conservação da Energia Mecânica estabelece que em um sistema isolado, havendo apenas interações com as forças conservativas, a energia mecânica se conserva. Analisando esta definição, podemos associar energia a:

- a) força;
- b) movimento;
- c) transformação.

Dê um exemplo, usando a opção assinalada.

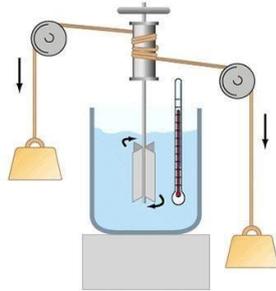
4. A fotossíntese é um mecanismo das plantas clorofiladas conseguirem produzir - a partir do gás carbônico, água e luminosidade - compostos orgânicos para sobreviverem. Utilizando **os conceitos de energia**, exponha como ocorre esse processo.



Fonte/Imagem: Geocities

5. Imagine a seguinte situação: *um livro está em repouso sobre uma mesa.* Sendo o livro um objeto inanimado, você acredita que exista algum tipo de energia associado a ele? **Considere a Terra como seu referencial e desenvolva uma justificativa.**

6. James Prescott Joule (1818-1889), elaborou um experimento que consistia em duas massas presas, que ao caírem de uma certa altura, movimentavam pás no interior de um tubo fazendo com que, posteriormente, a água aumentasse a sua temperatura. Descreva, em **termos de energia**, como acontece o funcionamento desta invenção.



Fonte/Imagem: Cobao

7. Na situação: *O carro parou por falta de combustível, ficando sem energia para continuar.* Reflita como você relaciona **energia com o combustível** e elabore uma resposta nas linhas abaixo:
