



Ensino interdisciplinar do tema energia eólica: contribuições da FlexQuest® para a Alfabetização Científica e Tecnológica

Interdisciplinary teaching of the topic wind energy: FlexQuest® contributions to Scientific and Technological Literacy

Mohammed Luiz Santos Couto  <https://orcid.org/0000-0003-0800-9467>

Centro Estadual de Educação Profissional em Saúde e Gestão

E-mail: mohammedcouth@gmail.com

Wagner Duarte José  <https://orcid.org/0000-0003-2909-6352>

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

E-mail: wagnerjose@uesb.edu.br

Simara Santos Campos  <https://orcid.org/0000-0002-0616-2030>

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

E-mail: simaracampos@uesb.edu.br

Resumo

Esse artigo analisa o desenvolvimento de uma sequência didática pautada na estratégia FlexQuest® na perspectiva da Teoria da Flexibilidade Cognitiva formulada por Spiro e colaboradores, e possíveis contribuições dessa abordagem para a Alfabetização Científica e Tecnológica proposta por Fourez. O objetivo é verificar a presença dos pressupostos da Alfabetização Científica e Tecnológica no ensino do tema energia eólica nas aulas de física de uma turma do 3º ano de uma escola de Ensino Médio Integrado à Educação Profissional, localizada numa região do interior do Estado da Bahia proeminente na produção de energia eólica. A sequência didática foi estruturada a partir de casos e minicases representativos de situações reais, organizados didaticamente na plataforma FlexQuest®. Os dados de pesquisa foram obtidos dos registros de áudio gravados das aulas, de diários de bordo, de atividades realizadas pelos estudantes na plataforma e de seus manuscritos. A análise considerou a articulação dos pressupostos da Teoria da Flexibilidade Cognitiva e da Alfabetização Científica e Tecnológica. Os resultados alcançados sugerem que a problematização do tema segundo a *travessia da paisagem* sob diversas direções favoreceu o desenvolvimento da *flexibilidade cognitiva* e da *autonomia, comunicação* e *domínio* pelos estudantes, indícios de potencial contribuição dessa articulação para a Alfabetização Científica e Tecnológica.

Palavras-chave: Flexquest, Energia eólica, Alfabetização científica e tecnológica, Ensino.

Abstract

This article analyzes the development of a didactic sequence based on the FlexQuest® strategy from the perspective of the Cognitive Flexibility Theory formulated by Spiro and collaborators, and possible contributions of this approach to the Scientific and Technological Literacy proposed by Fourez. The objective is to verify the presence of assumptions of the Scientific and Technological Literacy in teaching the topic wind energy in physics classes of a 3rd year high school class integrated with professional education, located in a region in the interior of the State of Bahia prominent in the production of wind energy. The didactic sequence was structured from cases and mini-cases representing real situations,



didactically organized on the FlexQuest® platform. Research data were obtained from audio recordings of classes, logbooks, activities performed by students on the platform and their manuscripts. The analysis considered the articulation of the assumptions of the Cognitive Flexibility Theory and Scientific and Technological Literacy. The results achieved suggest that the problematization of the theme according to the *crossing of the landscape* under different directions favored the development of *cognitive flexibility* and *autonomy, communication* and *domain* by students, indications of potential contribution of this articulation to Scientific and Technological Literacy.

Keywords: Flexquest, Wind energy, Scientific and Technological Literacy, Teaching.

Introdução

A demanda mundial por fontes de energia cada vez menos impactantes ao meio ambiente vem provocando o aumento da participação das energias renováveis na matriz energética dos países. Este é o caso da energia eólica, considerada renovável e sustentável por ter como matriz o vento e não emitir gases poluentes na sua transformação para a energia elétrica.

No Brasil, a energia eólica responde por 9,8% de sua matriz elétrica, com um total de 17,0 GW instalados, ficando atrás apenas da energia hidroelétrica, que representa 59,2%, e pouco à frente de outras fontes como biomassa e gás natural com 8,7% e 8,6%, respectivamente (ABEEOLICA, 2020). Os maiores parques eólicos do país estão localizados na região Nordeste.

Todavia, sua produção não é isenta de pontos negativos: altera a composição vegetal do local onde é instalada, ocasiona muitas colisões de aves com os aerogeradores, gera muitos ruídos, altera a paisagem, entre outros fatores (PINTO; MARTINS, PEREIRA, 2017). Este é o caso dos grandes empreendimentos de instalação de aerogeradores em localidades propícias a ventos constantes como a região sudoeste da Bahia, uma zona de transição entre os mecanismos do Anticiclone Subtropical do Atlântico e dos ventos alísios (CAMARGO SCHUBERT ENGENHEIROS ASSOCIADOS, 2013).

Devido à proximidade de alguns aerogeradores com as residências de moradores, ocorrem interferências eletromagnéticas com os dados de rádio, televisão, por exemplo (PINTO; MARTINS; PEREIRA, 2017). Além disso, a geração de empregos locais, sempre colocada como ponto a favor dos empreendimentos de energia eólica, nem sempre acontece como divulgada, boa parte dos trabalhadores que preenchem as vagas são oriundos de outras regiões (TRALDI, 2014).

Fourez (1995) defende que, no ensino de ciências, o professor priorize o estudo de situações concretas como essas, de modo que o estudante possa refletir sobre as contradições e jogos de interesses existentes, e desenvolver o raciocínio crítico fundamentado em conhecimentos e valores para poder opinar, negociar, tomar decisões como cidadão em prol da coletividade.

O autor estabelece o conceito de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), qualidade de um sujeito que possui autonomia de decisão, capacidade de comunicar-se e domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos frente a situações concretas. Não é que o cidadão comum deva obrigatoriamente abordar questões de maneira técnica, mas que possa dialogar e negociar a tomada de decisão adequada frente a um contexto em que, muitas vezes, um especialista não vivencia.



Ademais, no atual contexto das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), o acesso rápido à informação (ou sua produção, por exemplo, nas atividades escolares) requer a construção de representações de conhecimentos flexíveis em contextos de domínios de conhecimentos complexos e pouco estruturados (SILVA; LEÃO; NERI DE SOUZA, 2015). A Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) proporciona o suporte teórico e didático-pedagógico para o desenvolvimento da aprendizagem por meio da análise de casos e minicasos representativos desses contextos.

Neste artigo, analisamos uma sequência didática desenvolvida em sala de aula do ensino médio de uma escola pública com o tema energia eólica, pautada na estratégia FlexQuest®, que seleciona casos e minicasos representativos de situações reais, retirados da *internet*, e os organiza em uma plataforma hipermediática na perspectiva da TFC (ALEIXO, LEÃO E NERI DE SOUZA, 2008). Nosso objetivo foi verificar possíveis contribuições dessa abordagem para a ACT segundo os pressupostos de Fourez (1995). Na análise dos dados de pesquisa, consideramos os conceitos de *travessia da paisagem* e *flexibilidade cognitiva*, centrais na TFC, e as três dimensões da ACT: *autonomia*, *representação* e *domínio*. Nas considerações finais, ressaltamos a potencialidade dessa articulação para o ensino interdisciplinar pautado nos pressupostos das duas teorias.

Alfabetização Científica e Tecnológica: autonomia, comunicação e domínio do conhecimento numa perspectiva humanista de educação

Em seu artigo *Crise no Ensino de Ciências?* Fourez (2003) discute algumas contradições por parte das instituições de ensino que levaram os estudantes da Bélgica a se afastarem dos cursos de graduação das áreas científicas. Por exemplo, a educação centrada no indivíduo e não no coletivo e o currículo que visa reproduzir os conteúdos desenvolvidos nos laboratórios pelos cientistas ao invés de privilegiar a ciência do cotidiano.

Levando em conta este cenário de desinteresse por parte dos estudantes e a necessidade de formar cidadãos capazes de interferir em sua realidade, o autor sugere uma “vulgarização científica” do conhecimento científico e tecnológico que os instrumentalize na tomada de decisões. Essa vulgarização é o que implicará na constituição de um sujeito alfabetizado científica e tecnologicamente.

O conceito ACT tem origem nos conceitos *Alfabetização Científica (AC)* e *Letramento Científico (LC)*, amplamente discutidos na pesquisa em ensino de ciências/física. Segundo Greszczyszyn, Camargo Filho e Monteiro (2018), as primeiras abordagens consistentes da AC remetem aos anos 1950, na esteira dos trabalhos de Dewey, que defendia a Educação Científica, porém com contornos mais profundos preconizados pelo movimento científicista, que defendia a “sobre valoração do domínio do saber científico em relação às demais áreas do conhecimento humano. O tema tomou grandes proporções, quando surgiu um movimento mundial no intuito de preservar a Educação Científica” (p. 195), ao passo que novas investigações emergentes do campo da Didática da Ciências ressignificaram o conceito de AC, como sendo:

[...] concebida segundo duas perspectivas, ou seja, o sentido reducionista e o ampliado. Este último, mais próximo de uma concepção progressista de educação. Na perspectiva reducionista, reduz-se a ACT ao ensino de



conceitos, ignorando a existência de mitos, como os anteriormente apresentados e discutidos, aspecto que contribui para uma “leitura da realidade” que se poderia argumentar como sendo bastante ingênua. Reduzir ACT ao ensino de conceitos, bem como trabalhar na perspectiva de entender artefatos tecnológicos e científicos numa dimensão apenas técnica, internalista, pode contribuir para manter ocultos mitos ligados à CT. (AULER; DELIZOICOV, 2001, p. 127)

Frente à pluralidade semântica da expressão *Cientific Literacy* nos países desenvolvidos, Sasseron e Carvalho (2011) pontuam que há autores brasileiros que usam o termo “Alfabetização Científica”, a exemplo de Auler e Delizoicov (2001) citados anteriormente, e autores que utilizam o termo “Letramento Científico”, tais como Santos e Mortimer (2001). Estes últimos, referenciados em pesquisadores estrangeiros, partem da acepção linguística para conceituar: “O letramento científico e tecnológico necessário para os cidadãos é aquele que os prepara para uma mudança de atitude pessoal e para um questionamento sobre os rumos de nosso desenvolvimento científico e tecnológico” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 107).

Enquanto pano de fundo de sua proposta de indicadores de alfabetização científica, Sasseron e Carvalho (2011) destacam a importante contribuição de Fourez, para quem o currículo de ciências deve romper com a formação de indivíduos especializados em suas funções, sejam esses cientistas ou técnicos. Em oposição à transmissão dogmatizada de conhecimentos, Fourez reivindica uma perspectiva humanista para a alfabetização em ciências, ao valorizar a promoção de uma cultura científica e tecnológica como fator de inserção dos cidadãos na sociedade atual (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Fourez (2003) considera três importantes finalidades da ACT: 1- humanista, associada à autonomia crítica do sujeito, altruísta em relação à ciência e familiarizado com o mundo tecnocientífico; 2- social, comprometida com a redução das desigualdades, visando a organização social e os debates democráticos que exigem conhecimentos e senso crítico; 3- econômica e política, relacionada à participação das pessoas no mundo industrializado e ao incentivo às vocações científicas e/ou tecnológicas necessárias à produção de riquezas.

Para que um sujeito seja considerado alfabetizado científica e tecnologicamente, Fourez (1995) destaca três características que devem ser objetivos pedagógicos da ACT. A *autonomia* representa a capacidade do indivíduo em distinguir os conhecimentos que o farão ter maior ou menor dependência das opiniões de especialistas; a *comunicação*, para negociar e expressar suas vivências e sua teoria, de maneira contrária à prescrição de comportamentos e atitudes, que praticamente não permitem diálogo e negociação e o *domínio* das informações e conceitos científicos desenvolvidos como relevantes na tomada de decisões concretas.

Uma pessoa alfabetizada científica e tecnologicamente demonstra autonomia na busca de soluções para um problema, comunicação, através da negociação e do diálogo, e domínio de informações e conceitos científicos relevantes na tomada de decisões concretas (FOUREZ, 1995; RICHETTI; PINHO-ALVES, 2009).

Esses elementos guardam sintonia com o texto da Base Nacional Curricular Comum (BNCC), que regulamenta os currículos escolares com o objetivo de nortear o que os estudantes devem aprender para o desenvolvimento de dez competências gerais da educação escolar de nível fundamental e médio. Além dessas, três outras competências específicas do componente curricular Ciências Naturais são indicadas



no documento do nível médio. Como exemplo, destacamos a seguir a primeira dessas 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 impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (BRASIL, 2018, p.554).

Uma proposta de ensino que problematize o cotidiano científico e tecnológico com potencial abordagem interdisciplinar demanda dos sujeitos educativos, professor e estudantes, que lidem com questões técnicas, políticas e éticas em torno de situações reais que são complexas e não fragmentadas. O estudante passa a ser sujeito ativo neste processo, escolhendo os caminhos de interesse para a representação de um problema (FERREIRA, 2010).

Este é o caso, por exemplo, quando empresas de produção de energia eólica resolvem se instalar numa região e necessitam convencer a população dos benefícios em infraestrutura, economia e em outros diversos setores, e que os impactos ambientais serão mínimos. Segundo Traldi (2014) é bem comum, nos casos em que se faz necessário utilizar o espaço de propriedades privadas, ocorrer compensação financeira mediante contrato de arrendamento de prazos longos, sujeitos a penalidades expressivas para rescisões unilaterais de contrato, beneficiando as empresas de parques eólicos. A autora reforça que a prática corriqueira é a de negociar individualmente os valores indenizatórios com cada proprietário, impondo cláusula de confidencialidade do contrato. Como consequência, alguns conseguem valores melhores que outros pela mesma concessão e na prática, perdem o direito de reivindicar coletivamente direitos e melhores remunerações em troca da exploração de suas terras.

Se a comunidade conhece e é capaz de criticar uma temática envolvida no processo de ciência e tecnologia, ela pode participar da tomada de decisão para negociar a implantação ou não de um parque eólico em sua região, por exemplo. As condições para a sua implantação devem ser objeto de discussão democrática e em certa medida descolada da opinião exclusiva dos especialistas, visando garantir que os benefícios econômicos oferecidos à região não sejam insignificantes perante aos possíveis impactos ambientais e humanos envolvidos.

Dessa forma, a ACT tem por meta formar pessoas conscientes de sua situação no mundo, capazes de tomar decisões frente a uma situação concreta. Perceber o controle e os limites que são determinados pelo desenvolvimento do conhecimento e da tecnologia, seus contextos e finalidades, é uma maneira potencial de libertar-se da opressão que o conhecimento científico pode provocar (FREIRE, 1996).

A FlexQuest®: uma estratégia didática para a promoção da ACT com suporte das TDIC

Pautada na Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC), a FlexQuest® constitui-se numa plataforma hipermediática desenvolvida com a finalidade de auxiliar os estudantes na construção de conhecimento avançado em contextos de conhecimentos complexos e pouco estruturados, com respeito a um determinado tema (SANTOS, 2016). O conhecimento em nível avançado ocorre na medida em que o sujeito desenvolve a *flexibilidade cognitiva*, ou seja, a *capacidade de reestruturar e utilizar seus*



conhecimentos construídos em uma situação e aplicá-los para solucionar um novo problema, traço central da aprendizagem estabelecida na TFC (CARVALHO, 2011).

A estratégia FlexQuest® consiste no uso de situações reais chamadas de casos, retirados da *internet* e posteriormente fragmentados em *minicasos* organizados numa estrutura hipermidiática para que um tema possa ser abordado a partir de diferentes perspectivas de um mesmo caso (ALEIXO, LEÃO E NERI DE SOUZA, 2008). Os estudantes *exploram e constroem seu conhecimento por diferentes percursos*, em idas e vindas, denominado *travessia da paisagem* em diversas direções, no escopo da TFC (SPIRO et. al., 1988).

Implementada na tese de Santos (2016), a FlexQuest® compõe-se das etapas *Contexto*, *Casos*, *Questões*, *Processos* e *Transferência*. A Figura 1 exibe como esses itens estão dispostos na plataforma através de um menu localizado na lateral esquerda.

Figura 1 – Interface gráfica da FlexQuest®.



Fonte: <http://flexquest.ufrpe.br/projeto/8035/geral>

Na parte central da Figura 1, anteriormente às etapas de execução das tarefas, é possível visualizar informações gerais como os autores, tema e objetivos da proposta. O *Contexto* é a etapa onde é feita a apresentação e contextualização do tema, pode ser uma imagem, vídeo ou reportagem, e é feito um questionamento para averiguação dos conhecimentos prévios.

Na etapa *Casos*, podem ser utilizados os mesmos tipos de materiais do *Contexto*. Devem ser, preferencialmente, situações reais que permitam ser exploradas de diferentes perspectivas. Os minicasos são partes menores dos casos, menos complexos, onde se analisa uma situação em específico. A ideia é que a atividade tenha pelo menos quatro casos e, cada caso, outros quatro minicasos, dispostos de maneira que o estudante não perceba uma relação hierárquica ou ordinal entre eles, mas que possa visitá-los na ordem que preferir (SANTOS, 2016). É a partir da construção de relação entre minicasos de casos diferentes que a flexibilidade cognitiva é construída.



Em *Questões*, o professor elabora perguntas para verificar como o aluno está evoluindo em seus conhecimentos ao longo da atividade. Santos (2016) aponta para a necessidade de que as questões propiciem respostas flexíveis, de modo que o aluno reflita, organize suas ideias, e formule respostas segundo o conhecimento construído até ali.

A etapa seguinte é chamada de *Processos*. Neste momento da estratégia, os estudantes respondem a novas questões, porém, para a formulação de sua resposta, são indicados alguns minicase a serem revisitados. Essas indicações, segundo Silva, Leão e Neri de Sousa (2015), vão estimular o estudante a ter um olhar diferenciado para as situações e reorganizar os conhecimentos adquiridos em contextos diferentes para resolver as novas questões. A fase posterior é a *Transferência*, nela é proposta uma tarefa onde fique evidente para os estudantes que os estudos sobre o tema não terminam ali, mas possam ser explorados sob novos aspectos através da elaboração de um novo caso, por exemplo.

Souza e Leão (2015) propuseram para alguns professores de Ciências da Educação Básica e licenciandos de Ciências da Natureza que apontassem aspectos importantes a serem trabalhados numa FlexQuest® tomando por base cinco FlexQuest® confeccionadas pelo grupo sobre o conteúdo puberdade. Dentre as dificuldades verificadas, foram evidentes as limitações para boa parte dos professores de situarem o tema num contexto amplo e aplicado a situações reais, além da desconstrução dos casos em minicase.

Segundo esses autores, para um bom planejamento da FlexQuest® pelo professor, é preciso que o mesmo possua *flexibilidade cognitiva* sobre o tema que se deseja trabalhar. Não menos importante, também saiba problematizar o assunto já na introdução de modo a motivar os estudantes a se envolverem na situação de ensino e naveguem pela plataforma aprendendo por meio do estudo e discussão dos minicase na travessia da paisagem.

Santos e Cleophas (2017) descreveram a elaboração da FlexQuest® “O fluído da vida” por uma estudante do curso de licenciatura em Química numa perspectiva interdisciplinar sobre a temática da água no contexto do desastre ambiental causado por uma empresa de mineração no município Mariana-MG em novembro de 2015. Foi observado que transformar o discurso em prática não é simples, pois a licencianda apresentou dificuldades na apresentação de casos e minicase e não conseguiu exprimir satisfatoriamente como seria essa abordagem em sala de aula. Segundo os autores, possivelmente o trabalho individual e o processo formativo de professores dificultaram todo o processo.

Para Silva, Leão e Neri de Souza (2015), no que corresponde aos eventuais benefícios produzidos no processo de ensino-aprendizagem e enquanto estratégia interdisciplinar, a FlexQuest® incentiva o trabalho colaborativo entre professores de diferentes áreas, favorece uma exploração da complexidade do tema estudado além de promover a interação entre os alunos e professores.

Contexto e Metodologia

Realizamos a pesquisa em uma escola estadual de ensino profissional do Sudoeste baiano, numa turma de 20 estudantes do terceiro ano, turno matutino, no segundo semestre de 2019. As atividades totalizaram 10 horas aulas de carga horária (500



horas relógio) e foram desenvolvidas no laboratório de informática, exceto em um dia chuvoso, quando foi viabilizado o uso dos *smartphones* dos estudantes em sala de aula. O Quadro 1 a seguir destaca nosso planejamento segundo cada etapa da FlexQuest® que confeccionamos, denominada *Ventos para transformar energia*¹. No decorrer das atividades buscamos interferir o mínimo possível, deixando que os estudantes decidissem o percurso através dos casos e minicasos considerando diferentes possibilidades de abordagem do tema.

Quadro 1 – Distribuição das atividades desenvolvidas segundo as etapas da FlexQuest®

Encontro	Carga horária	Atividades desenvolvidas	Etapa da FlexQuest®
1	2 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Apresentação da proposta. ✓ Cadastro de estudantes que não fizeram ou não conseguiram. ✓ Apresentação do contexto 	CONTEXTO
2	2 horas aulas	✓ Dois casos e duas questões	CASOS QUESTÕES
3	2 horas aulas	✓ Dois casos e duas questões	
4	2 horas aulas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Uma questão ✓ Resolução dos processos e discussão com duplas sobre essas perguntas. 	PROCESSOS
5	2 horas aulas	✓ Conclusão dos processos e entrega dos materiais que foram avaliados.	TRANSFERÊNCIA

Fonte: Adaptado de Couto (2020, p.69)

Para a produção de dados de pesquisa utilizamos um diário de bordo com as memórias de aula após cada encontro, gravações em áudio das aulas por meio de um *smartphone* e respostas das atividades realizadas pelos estudantes, armazenadas na plataforma FlexQuest®, além dos registros manuscritos dos estudantes na etapa *Processos*.

Após apresentarmos a proposta para os estudantes, os objetivos e a estrutura da FlexQuest®, realizamos os seus cadastros na plataforma e iniciamos as atividades exibindo o vídeo “Ventos Promissores a Caminho”, produzido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (<https://www.youtube.com/watch?v=tbSnnIB6gH4>). O vídeo compôs a etapa *Contexto* e preferimos exibi-lo coletivamente para gerar discussões, engajar os estudantes e diversificar as possibilidades de dados de pesquisa através de suas falas espontâneas.

Na discussão, eles foram questionados sobre o porquê de o trabalho ser intitulado “Ventos, para transformar energia”. As respostas foram curtas e superficiais, como por exemplo, “Porque transforma a energia do vento”. Após um período curto de discussão e troca de ideias pela turma, chegaram à conclusão de que era porque a energia elétrica é obtida através do vento.

Lançamos outra questão: “Seria vantajoso para o Brasil substituir toda a sua matriz energética por apenas a energia eólica”? As respostas, extraídas dos áudios gravados

¹ <http://flexquest.ufrpe.br/projeto/8035/geral>



durante as aulas foram novamente simples: “Ficaria muito caro”; “Daria muito trabalho”; “Porque não tem Terra suficiente”.

No momento seguinte ao debate, abordamos o trecho do vídeo que destaca a poluição visual que os parques eólicos provocam. Inicialmente, os estudantes se limitaram a reproduzir as informações do vídeo, reforçando que os aerogeradores poluem a paisagem natural. Entretanto, ao questionarmos se concordavam com tal afirmação, os estudantes negaram e expuseram com naturalidade suas opiniões, a exemplo de: “fica lá longe”, “da zona urbana”, “à noite deixavam a visão mais bonita”. Percebemos que era o momento de inseri-los no contexto da temática para interagirem com a FlexQuest®.

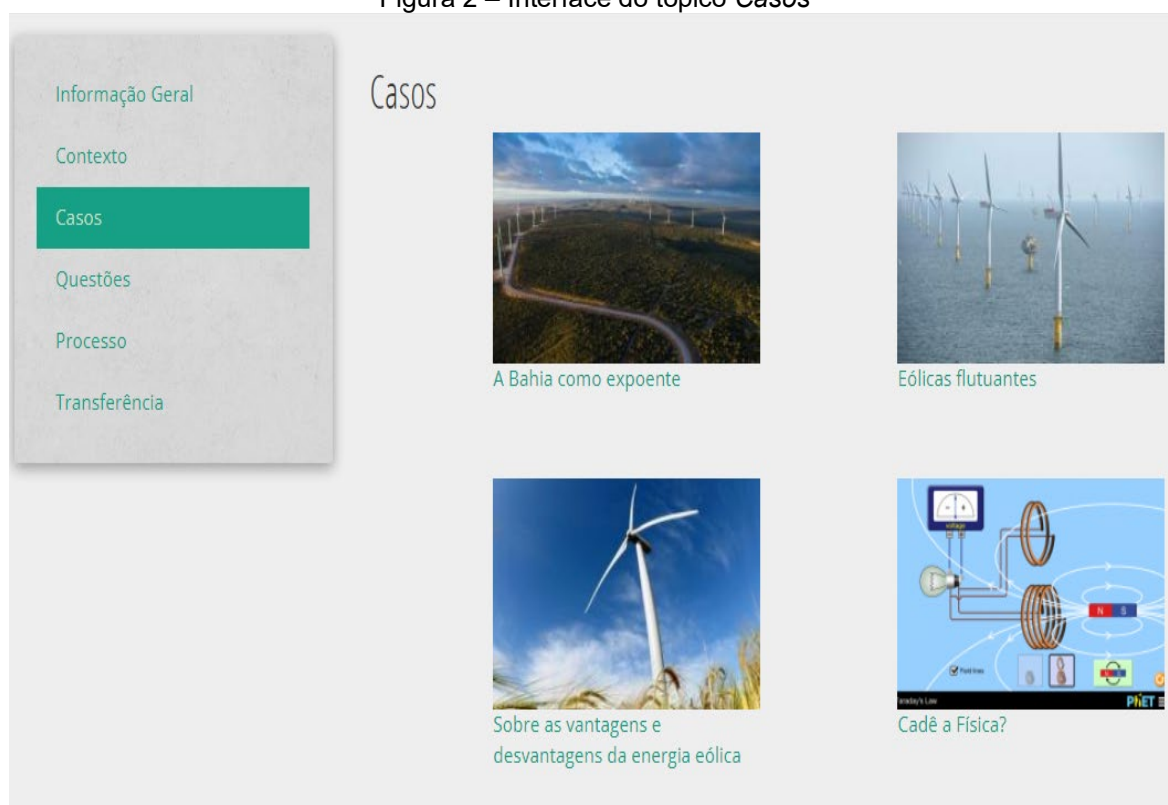
Etapa contexto

O *contexto* é o “cartão de visitas”, tem por objetivo incitar a curiosidade nos estudantes. O professor deve situar o tema estudado à realidade deixando-o aberto para seu desenvolvimento em diversas frentes. A etapa *Contexto* seguiu com o questionamento, “Se você fosse proprietário de uma área de terra e uma grande empresa se interessasse em utilizá-las para a instalação de torres eólicas, você permitiria? Quais fatores você consideraria para tomar tal decisão?”. O objetivo dessa questão foi analisar as ideias prévias que os estudantes tinham a respeito do tema.

Etapa casos

Na estrutura da FlexQuest®, desdobramos o contexto em quatro casos representativos de diversas situações, e cada caso em quatro minicasos, que foram explorados a partir de diferentes perspectivas. Dessa forma, organizamos o tema energia eólica nos casos *A Bahia como expoente*, *Sobre as vantagens e desvantagens*, *Cadê a física*, *Eólicas flutuantes*, destacados na Figura 2, a seguir.

Figura 2 – Interface do tópico Casos

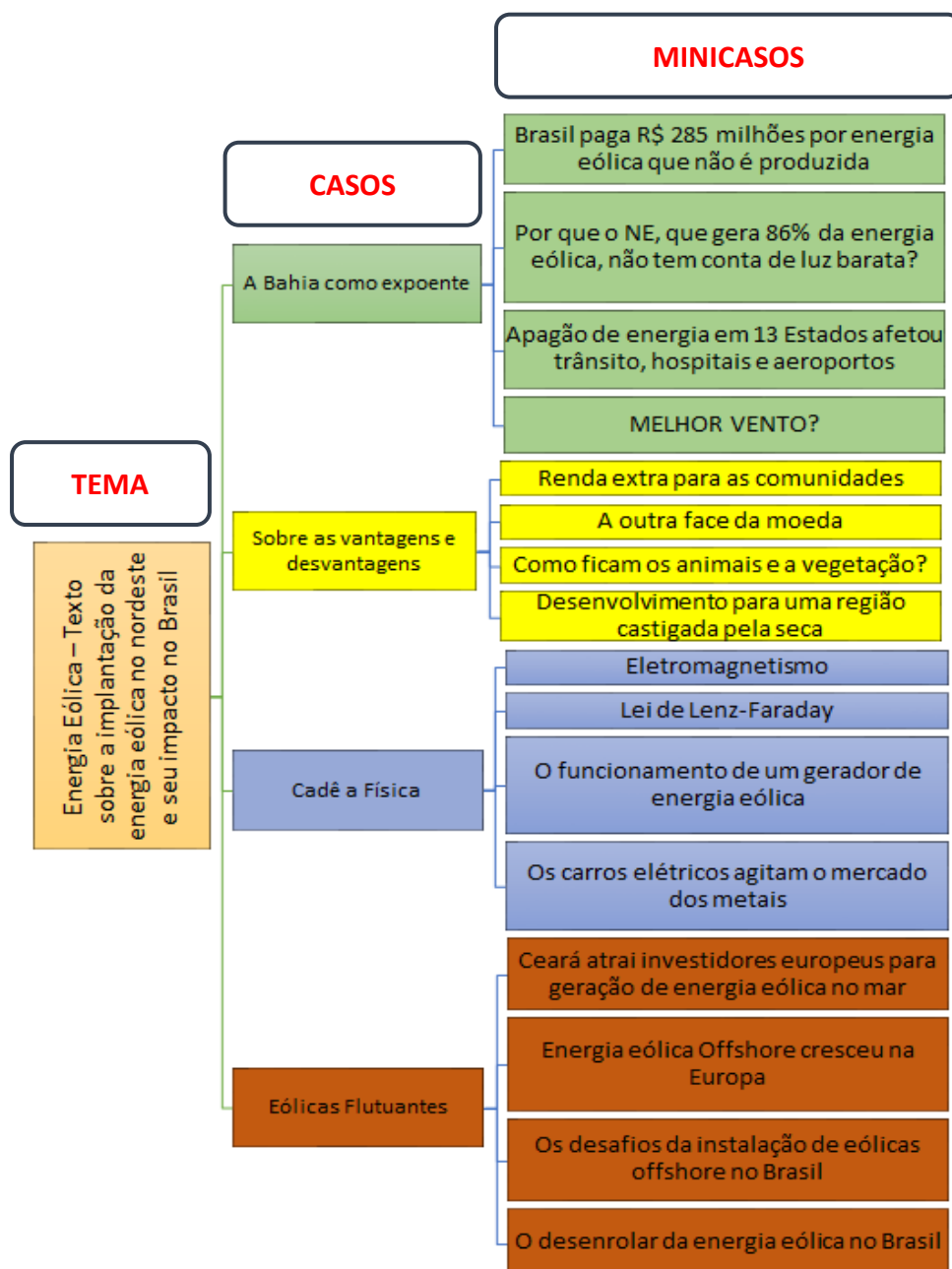


Fonte: <http://flexquest.ufrpe.br/projeto/8035/caso>



Para a estruturação dos casos e minicasos, pesquisamos recortes de notícias, matérias ou vídeos publicados na rede de internet tendo atenção para que os textos e vídeos não fossem tão longos e, ao mesmo tempo, fossem munidos de informações relevantes. A Figura 3 apresenta esquematicamente os quatro casos e seus respectivos minicasos.

Figura 3 – Estruturação dos casos e minicasos da sequência didática



Fonte: COUTO (2020).

O caso *A Bahia como expoente*, em conjunto com seus quatro minicasos, tem como proposta apresentar as características que fazem do Estado um dos expoentes do setor eólico no Brasil. Também aborda a necessidade de linhas de transmissão para o aproveitamento e distribuição da energia elétrica num país de dimensões continentais, por meio do Sistema Interligado Nacional (SIN), e o suprimento de



energia em regiões com baixa produção com as hidrelétricas em épocas de seca durante o ano.

Elaboramos o caso *Sobre as vantagens e desvantagens da energia eólica com o propósito de explorarmos* alguns contrapontos por exemplo, entre pessoas que se sentem beneficiadas e outras, que se consideram prejudicadas sobre a instalação dos parques eólicos. Prejuízos ou benefícios socioeconômicos, impactos ambientais, decorrentes da chegada desses grandes empreendimentos, dependendo de como o cidadão avalia a sua condição dentro de um contexto específico.

Numa perspectiva fenomenológica, organizamos o caso *Cadê a Física* destacando aspectos da indução eletromagnética e das transformações de energia, por meio de uma simulação interativa e vídeos, e a necessidade do desenvolvimento de materiais que favoreçam a eficiência energética e a redução de gases de efeito estufa na atmosfera.

Por fim, *Eólicas flutuantes* abordou questões de estratégia de mercado e geração de energia eólica, a comparação entre os territórios brasileiro e alguns de países europeus, além de diferenciar as características dos ventos que sopram no mar e no continente.

Etapas Questões

Para esta etapa da FlexQuest®, redigimos cinco questões (ver Figura 4) buscando provocar o pensamento crítico e a reflexão, para os estudantes responderem após a análise dos casos. Vale salientar que a quantidade de questões elaboradas não corresponde necessariamente a quantidade de casos, entretanto, cada uma delas corresponde às abordagens feitas em pelo menos um dos casos.

Figura 4 – Interface do tópico *Questões*

Informação Geral

Contexto

Casos

Questões

Processo

Transferência

Questões

0

No Brasil, ainda existe muita terra disponível para a instalação...

0

a) Como os carros elétricos podem contribuir para o...

0

Clique na figura e responda a pergunta:

0

Como ocorre o processo de produção de energia elétrica através...

0

As multinacionais buscam regiões onde possam explorar e obter...

Fonte: <http://flexquest.ufrpe.br/projeto/8035/questao>



No Quadro 2, apresentamos as questões e seus objetivos, as quais estão numeradas de 1 a 5 para facilitar a discussão no decorrer da análise dos resultados.

Quadro 2 - Questões e objetivos

Número	Questão	Objetivo
1	No Brasil, ainda existe muita terra disponível para a instalação de parques eólicos. Quais motivos devem ter levado ao surgimento de movimentos pela implantação dos parques offshore?	Verificar a capacidade dos estudantes relacionarem questões geográficas, sociais e econômicas.
2	(a) Como os carros elétricos podem contribuir para o desenvolvimento de um mundo ecologicamente sustentável? (b) Aponte novos setores do comércio que podem ser criados e desenvolvidos.	Verificar a capacidade do estudante em extrapolar as fronteiras do tema estudado, se consegue estabelecer uma relação entre o desenvolvimento tecnológico e as demandas da sociedade.
3	Quais seriam as possibilidades de movimentar o ímã e as espiras a fim de obtermos uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura?	Verificar se os estudantes conseguiram compreender questões específicas da física, como a indução eletromagnética.
4	Como ocorre o processo de produção de energia elétrica através do vento?	Verificar se os alunos utilizam conhecimentos da física associados às transformações de energia.
5	As multinacionais buscam regiões onde possam explorar e obter retorno financeiro. Além disso, existe a contrapartida de levar desenvolvimento à região. Como o cidadão deve se posicionar frente a instalação desses empreendimentos de energia e mineração?	Verificar o posicionamento crítico dos discentes e sua tomada de decisão frente a uma situação.

Fonte: Próprios autores (2021)

Etapas Processos

A etapa *Processos* representa um momento da FlexQuest® em que os estudantes devem responder novas questões após revisitarem minicasos indicados pelo professor através de um *link* disposto na página. Em nossa estruturação, destacada na Figura 5, tivemos por objetivo mostrar aos estudantes que, embora os minicasos pertençam a casos diferentes, eles podem estar relacionados e contribuir para a resolução de novas questões. Estrategicamente, buscamos verificar, por meio das respostas manuscritas e dos áudios das aulas, indícios da ACT e da flexibilidade cognitiva para novos contextos (SILVA; LEÃO; NERI DE SOUZA, 2015).

Figura 5 – Interface do tópico *Processos*



Fonte: <http://flexquest.ufrpe.br/projeto/8035/processo>



No Quadro 3 a seguir, destacamos as questões e os objetivos desta etapa.

Quadro 3 - Questões e objetivos referentes à etapa *processos*


Processo Questão	Objetivo
<i>Acabou a energia?</i> Questionou o fato de um problema na hidrelétrica do Xingu (PA) provocar um apagão em Guanambi-BA, onde se tem um parque eólico.	Avaliar se o estudante conseguiu associar os conhecimentos aprendidos referentes ao Sistema Interligado Nacional (SIN) e à necessidade de integração das fontes energéticas de todas as regiões do Brasil.
<i>Desenvolver sem agredir</i> A energia eólica vem sendo chamada de "uma das energias mais limpas" que existem. a) Como você poderia descrevê-la em termos de nível de agressão ao meio ambiente? b) O que você considera como energia limpa?"	Verificar as percepções e os elementos construídos pelos alunos sobre os impactos provocados pela energia eólica, não só no aspecto ambiental, mas no econômico e nos desdobramentos que o projeto provoca na rotina das pessoas. Averiguar se consegue estabelecer uma relação entre o desenvolvimento tecnológico e as demandas da sociedade.
<i>Por que não outros ventos?</i> O Brasil tem se destacado no potencial de energia eólica em terra firme. Entretanto, muitos países europeus têm explorado de maneira mais agressiva os parques <i>offshore</i> (no mar). Por que o Brasil não segue os europeus mesmo tendo um litoral muito grande?	Verificar se os estudantes perceberam as diferenças entre as dimensões do território brasileiro e dos países europeus, e a relevância do Brasil já possuir projetos de parques sobre a terra em andamento.

Fonte: Próprios autores (2021)

Etapa Transferência

A etapa transferência tem como finalidade mostrar para os estudantes que o tema estudado não termina após a leitura dos minicursos e resolução das questões e processos, e propõe que os estudantes deem sequência ao tema estudado através da elaboração de um produto. A Figura 6 destaca a proposta dessa etapa na atividade desenvolvida. Santos (2016) afirma ser necessário que os estudantes não pensem que o conhecimento do tema é encerrado ao final da FlexQuest®, mas que pode ser continuado através da exploração do mesmo em novas frentes.

Figura 6 – Atividade proposta na etapa *transferencia*



Transferência

Cada equipe deverá elaborar pelo menos, um novo caso que não foi possível ser investigado ao longo da atividade. Para isso, a turma será dividida em grupos com no máximo sete pessoas que deverão rever questionamentos não respondidos e se articularem na busca por um profissional que possa ajudá-los.

Além do novo caso, as equipes podem:

- Marcar uma entrevista com um especialista.

- Elaborar um folheto de divulgação.

Obs. Essas são apenas sugestões. As equipes possuem liberdade para criarem e propor.

Fonte: <http://flexquest.ufrpe.br/projeto/8035/transferencia/8444>

A proposta de avaliação final acordada com os estudantes foi a de que elaborassem novos casos relacionados à energia eólica. Para isso, a turma foi dividida em três equipes que tiveram o máximo de sete integrantes, essa quantidade se deu pelo fato de que era final do ano letivo e os estudantes estavam com muitos trabalhos e provas



de outras disciplinas para fazerem. Como meio de comunicação, foi utilizado o aplicativo de *Whatsapp* onde foi criado um grupo de bate-papo para cada equipe comunicar-se entre si.

Princípios e procedimentos éticos adotados

Tendo como referência os conceitos *travessia da paisagem e flexibilidade cognitiva* da TFC (SPIRO et. al., 1988), a pesquisa em tela foi realizada com o objetivo de verificar o potencial da estratégia FlexQuest® para contribuir com o desenvolvimento da ACT, concebida por Fourez (1995) em três dimensões: *autonomia, representação e domínio*. O motivo que nos levou a este assunto foi a necessidade de implementarmos uma sequência didática em sala de aula no contexto atual das TDIC articulando uma concepção de ensino aprendizagem de perspectiva interdisciplinar com o desenvolvimento do raciocínio crítico, fundamentado em conhecimentos e valores em prol da coletividade, na reflexão sobre as contradições e jogos de interesses existentes, como é o caso das situações envolvendo o tema energia eólica.

A ideia chave constituiu-se das reflexões do professor regente durante a elaboração de seu produto educacional de mestrado profissional em conjunto com o seu orientador, em torno do currículo escolar e do cotidiano científico tecnológico dos estudantes. Como uma das medidas de cuidados éticos a proposta foi apresentada aos estudantes para que ficassem cientes de como ficariam os registros. Os dados de pesquisa provêm dos diários e gravações em áudio do professor de suas aulas e das atividades respondidas pelos sujeitos educativos (seus estudantes), pelos quais assume a responsabilidade de não divulgar informações que permitam identificá-los, guardá-las por cinco anos e, após, destruí-las por completo. Desse modo, alteramos os nomes desses sujeitos em todas transcrições de “fala” ou de registro de atividades, certificando-nos do anonimato. Também retiramos da plataforma Flexquest® qualquer menção à escola/turma objeto desta pesquisa.

Os riscos são mínimos, pois referem-se ao relato de fragmentos de situações vivenciadas dentro do processo pedagógico de sala de aula do professor (sendo também o próprio pesquisador) que zelou pela linguagem e tratamento respeitoso para com os estudantes, podendo ter ocorrido por parte desses apenas vergonha, desconforto, constrangimento, alterações de comportamento, cansaço durante as aulas, não observados durante o desenvolvimento das atividades e não manifestados após a realização das mesmas. Pelo contrário, as expressões espontâneas registradas em áudio atestam a temperança do trabalho educativo ao longo de todo o processo. Os dilemas de pesquisa foram pertinentes à possibilidade dos estudantes não se identificarem com a proposta ou mesmo não ser possível verificar indícios que pudessem validar a potencialidade da sequência didática. Tais situações foram comentadas na discussão dos resultados e nos limites de nossos achados de pesquisa.

Os benefícios do estudo para os estudantes estão associados à formação/ampliação de competências e habilidades tecno científicas para compreenderem e dialogarem com o mundo que os cerca, por meio das atividades escolares pautadas na transferência dos conhecimentos de ciências/física para situações do cotidiano científico tecnológico, a partir do conceito de flexibilidade cognitiva como estruturante da estratégia Flexquest® (SANTOS, 2016) e da Alfabetização Científica e Tecnológica



preconizada por Fourez (1995). Enfatizamos que se trata de exercitarem a autonomia de decisão, a capacidade de comunicarem-se e o domínio dos conhecimentos científicos e tecnológicos frente a situações concretas, como forma de melhor compreenderem e atuarem frente ao controle e os limites que são determinados pelo desenvolvimento do conhecimento e da tecnologia, seus contextos e finalidades. Como benefício secundário citamos a elaboração de um produto educacional possível de ser apropriado por outros professores da educação básica e do ensino superior com objetivos pedagógicos similares (inclusive na formação de professores).

Resultados e discussão

Nessa seção, destacamos os resultados obtidos, analisamos as respostas e os procedimentos em cada uma das etapas da implementação da FlexQuest® *Ventos: para transformar energia*, verificando indícios de promoção da ACT e da flexibilidade cognitiva. Nosso intuito foi desenvolver uma abordagem de diversos casos e minicase para que o estudante elaborasse uma representação teórica a respeito da energia eólica tendo em mente que

[...] a didática das ciências deveria considerar – bem mais do que ela faz atualmente – diferenças de abordagens ligadas às diversas posições sociais e aos aspectos exteriores que se ligam a ele. Pedindo para abstrair (ou seja, para esquecer as particularidades de uma situação) não se pede a mesma ação cultural para a filha de um operário e a de um diretor de fábrica. (FOUREZ, 2003, p. 117)

A problematização estabelecida na etapa *contexto* revelou que os estudantes não tinham domínio conceitual dos processos de transformação de energia, nem a compreensão de termos como energia cinética, mecânica e matriz energética brasileira. Num primeiro momento, os impactos visuais dos parques eólicos, vistos como poluição visual para os europeus, foram vistos como símbolo de beleza e imponência pelos estudantes do colégio. Porém, houve um pequeno debate entre obter retorno financeiro pela instalação de aerogeradores e o impacto ambiental que causariam. De um total de 10 duplas que redigiram suas opiniões num campo específico da plataforma, destacamos quatro respostas que se configuraram representativas do conjunto.

“Sim, pois além da parte financeira que irei receber, a energia eólica é umas das melhores energia brasileira e o Brasil é cheio de riqueza natural principalmente da parte dos ventos que gera a energia eólica e tem que ser utilizado da forma correta que vem para o nosso uso”. (Dupla 1)

“Sim, observaria a questão financeira e o nível de desmatamento que causaria nas minhas terras. Caso não fossem promissoras a instalação, rejeitaria o pedido”. (Dupla 2)

“Eu permitiria eles me pagando por usa minhas terras de boa”. (Dupla 3)

“Dependendo do impacto ambiental eu colocaria algumas torres que não interferiam no meio ambiente”. (Dupla 8)

É possível perceber nessas respostas que o fator geração de renda está amplamente difundido na comunidade local, os estudantes iniciam advogando pela cessão das terras atreladas à questão financeira. Embora alguns tenham destacado a importância do impacto ambiental ser analisado para a cessão, não é possível obter elementos que evidenciem argumentação se a energia eólica é, de fato, uma fonte de energia limpa. Isso sugere que os estudantes consideram verdadeiras as ideias divulgadas



por empresas e especialistas sobre a energia eólica ser uma fonte de energia limpa associada à não poluição atmosférica ou à degradação ambiental.

É para evitar esse tipo de situação que Fourez (1995) defende um sujeito alfabetizado científica e tecnicamente, não para que ele argumente de maneira técnica, mas para que seja capaz de dialogar e negociar numa situação que, na maioria das vezes, os especialistas não vivenciam. Faltam-lhes elementos da ACT, como o *domínio* e a *comunicação*, pois verificamos argumentações superficiais nesta etapa.

Também percebemos pouca ou nenhuma autonomia frente a decisões e negociações (FOUREZ, 1997). Embora a dupla 8 imponha a condição “Dependendo do impacto ambiental...” para a instalação de torres eólicas, não argumenta sobre quais e como seriam esses impactos. Embora *autonomia*, *comunicação* e *domínio* possam ser analisados separadamente, concordamos com Bettanin e Alves Filho (2003) de que é muito difícil estes três elementos existirem independentemente um do outro.

Em uma temática interdisciplinar, a capacidade dos estudantes relacionarem questões geográficas, ambientais, sociais e econômicas vem à tona, por exemplo, nos motivos que podem ter levado ao surgimento de movimentos pela implantação de parques *offshore*, dentre os quais, obtivemos:

“Pela a diminuição de impactos, ruídos e ocupação de moradia, só que em questão financeira é mais caro do que a outra energia”. (Dupla 1)

“A implantação de parques offshore, vem buscando principalmente a diminuição de ruídos, além de trazer um maior aumento de energia eles se utilizam de hélices maiores. O offshore ainda ocupa menos espaço na terra evitando até que as empresas paguem aluguéis a moradores da região”. (Dupla 2)

“Diminuição de impactos e ruídos, desocupações de moradias e em relação a questão financeira acaba saindo mais cara do que as outras energias”. (Dupla 7)

As duplas argumentaram sobre a diminuição dos ruídos próximos às regiões urbanas e a redução do custo com o arrendamento de terras, e levantaram o contraponto de que os custos para a instalação das torres em alto mar seriam mais elevados que os parques *onshore*. São indícios iniciais de constituição dos elementos *autonomia*, *comunicação* e *domínio* na argumentação que proferiram, embora este último tenha sido levemente apresentado, seja porque a pergunta não possibilitou espaço para tomada de decisão, seja porque estavam na primeira parte da sequência didática.

Observamos que alguns estudantes conseguiram, na segunda pergunta, extrapolar as fronteiras do tema estudado, indício de *flexibilidade cognitiva*. Por exemplo, frente a essa questão, se os carros elétricos podem contribuir para o desenvolvimento de um mundo ecologicamente sustentável e, neste caso, quais novos setores do comércio poderiam surgir, obtivemos;

“ (a) Por que vai ajudar a diminuir exploração do meio ambiente e ajuda a diminuir poluição de gases tóxicos no ar. (b) Novos comércio, novos tipos de bateria, que tenha uma durabilidade maior”. (Dupla 3)

O fato desta dupla destacar a redução de gases tóxicos no ar sinaliza que a necessidade da busca por fontes de energias menos agressivas ao meio ambiente foi assimilada. Além disso, conseguiram relacionar o desenvolvimento da ciência e tecnologia com o aumento das demandas da sociedade, estabelecendo uma relação de dependência entre o que é necessário e o que se desenvolve em termos tecnológicos, ao citarem a necessidade de baterias com uma durabilidade maior.



Os comentários das duplas 4 e 6 também chamaram atenção pois, mesmo corroborando a resposta da dupla 3 na questão ambiental, demonstraram não compreenderem completamente as demandas da produção de carros elétricos.

“(a) Porque os carros elétricos foram feitos para gerar menos poluentes pois vai depender da origem da energia que ele é alimentado durante a recarga. (b) “pode ser que as pessoas pode compartilhar bicicletas além de usar carros que poluir o ar assim gerando bem estar a si mesmos diminuído a poluição do ar”. (Dupla 4)

“(a) Os carros elétricos são menos consumíveis e também menos poluentes. (b) podemos comercializar carros sem ruído”. (Dupla 6)

Vale destacar o fato da dupla 4 preocupar-se com a origem da fonte de energia elétrica necessária para a recarga, apontando necessidade de ponderação frente a uma situação que começa a ganhar espaço na sociedade. Essa ponderação expressou a existência de *domínio* e responsabilidade frente a uma situação problema além de *autonomia* e *comunicação*, pois demonstraram possuírem algum conhecimento sobre os carros elétricos e argumentaram para defender seu posicionamento.

A dupla ainda citou as bicicletas compartilhadas, uma situação que, dentro do referido contexto, refere-se à transformação da energia química das pessoas em energia mecânica relacionada ao movimento da bicicleta, e abrindo espaço para a discussão dos benefícios à saúde e ao meio ambiente (AUTOR, 2020). Isto evidencia o potencial da FlexQuest® para abordagens flexíveis e transversais. Cabe ao professor verificar a viabilidade junto aos estudantes para explorar esses desdobramentos na FlexQuest® em estudo ou elaborar uma nova proposta que vise a discussão de questões como estas.

O caso *Cadê a Física?* Possibilitou a discussão fenomenológica da Indução Eletromagnética associada à questão 3, por meio de um vídeo sobre a lei de Lenz e do diálogo em torno da simulação interativa denominada *Lei de Faraday* (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/faradays-law). No entanto, houve alguma dificuldade na compreensão do fenômeno físico, por exemplo, a Dupla 10 citou termos aparentemente desconexos, tais como “fuso horário”, “corrente elétrica de intensidade” além de citar a grandeza física “peso” que, devido à disposição do ímã e da bobina durante a simulação, não exerce influência no fenômeno.

“Temos que por as posição sul para que o ímã tem a movimentação por conta do peso e as posição Norte e Sul com um fuso horário positivo e negativo induzindo uma corrente elétrica de intensidade”. (Dupla 10)

Outras duas respostas destacadas abaixo podem ser consideradas satisfatórias pois as duplas compreenderam a relação existente entre a escolha da polaridade do ímã apontada para a bobina e a necessidade de movimentar o ímã em um sentido específico.

“Seria necessário a inversão dos polos norte e sul, fazendo com que o ímã e as espiras gerassem uma corrente. Deste modo, movimentando a bobina para a esquerda e o ímã invertido para a direita haverá algumas possibilidades de obter a corrente que foi apresentada na imagem”. (Dupla 5)

“Eu colocaria o ímã no lado direito da bobina inverteria as pontas ou seja colocaria o polo norte no lugar do polo sul e os a aproximava assim gerando uma corrente no mesmo sentido”. (Dupla 8)

Verificamos que a dupla 5 resolveu apenas inverter a polaridade do ímã e fazer a movimentação contrária (na simulação) no sentido de aproximá-los, enquanto a dupla 8 acrescentou uma outra modificação, a inversão das posições entre ímã e bobina.



De maneira geral, a compreensão do fenômeno da indução eletromagnética foi satisfatória, e os resultados indicaram que a utilização de simulações e vídeos com animações podem colaborar com o ensino de conceitos abstratos de Física, não menosprezando a importante contribuição da experimentação com materiais concretos.

A questão 4, referente ao processo de produção de energia elétrica através do vento, indicou que os estudantes possuem maior familiaridade com perguntas do tipo “como funciona” ou “o que é isso”, típicas do ensino tradicional, pois apresentaram facilidade para compreender e respondê-la.

“As hélices captam o vento, que as fazem girar que automaticamente giram as turbinas e aerogeradores, fazendo gerar energia elétrica”. (Dupla 1)

“A força do vento gira as três partes formando um rotor que se conecta a um eixo que move um gerador as turbinas multiplica as velocidades produzindo eletricidade”. (Dupla 4)

“Ocorre quando os aerogeradores captam o vento e passar por uma turbina que aciona um gerador elétrico, produzindo a energia elétrica”. (Dupla 5)

As questões 3 e 4 resultaram no desenvolvimento dos elementos *domínio* (associado à compreensão física da indução eletromagnética) e *autonomia* (na busca do conhecimento através dos textos e vídeos, para elaborar as respostas). Por sua vez, a questão 5 foi proposta para analisar o posicionamento crítico dos estudantes, associada à possibilidade de verificarmos a *comunicação*, questionando-os sobre quais fatores o cidadão deve considerar para se posicionar sobre a instalação de empreendimentos de energias e mineração em sua região.

Das dez duplas, cinco indicaram que o cidadão deve apoiar, já que trarão renda e investimentos para a região. A dupla 10 ficou num meio termo e estabeleceu contrapartidas indenizatórias aos prejuízos causados pelas atividades na região:

“Proporcionar um documento e exigir indenizações com os danos explorações e redução de impostos”. (Dupla 10)

Para essa dupla, o fato de haver indenização pelos prejuízos é suficiente para o apoio da população à exploração da região. Essa resposta evidenciou a ausência de, pelo menos, duas características da ACT, *comunicação* e *domínio*. Identificamos a presença da *autonomia* num grau superficial visto que houve o aprendizado de informações sobre a necessidade de documentos de autorização e a exigência de indenizações por eventuais danos. Chamou-nos a atenção, a falta de argumentação frente a assimetria da relação de poder de empresas que se instalam em um território e executam obras em prol de seus interesses sem abrir precedentes de negociação com a comunidade local, esses argumentos poderiam ser construídos com um pouco mais de atenção ao *minicaso* “A outra face da moeda”.

Nas outras quatro respostas, os estudantes, embora afirmem que a geração de empregos e renda para a região seja algo positivo, ressaltam que os impactos ambientais devem ser bem estudados e garantidos através de documentos:

“Entender que vai levar mais empregos como também outros meios de lucros para a população e o desenvolvimento para as regiões em contrapartida essas empresas multinacionais acaba que causa na área de exploração dos recursos naturais um impacto negativo ao meio ambiente como a extinção de animais nativos da região, o desmatamento”. (Dupla 3)

Esta resposta evidencia alguns elementos obrigatórios para a ACT, um deles é o *domínio* do conhecimento, o qual pode ser observado através de alguns indicadores:



conhecimento do assunto e responsabilidade frente para tomar uma decisão frente a um problema (BETTANIN; ALVES FILHO, 2003) presença desses indicadores refere-se aos conhecimentos científicos diversos que podemos observar na articulação de fatores socioeconômicos, como emprego e desenvolvimento regional, contrastados com os impactos negativos que devem ser avaliados, como a extinção de animais nativos e o desmatamento.

Na etapa *processos*, verificamos indícios de ACT e *flexibilidade cognitiva*. (SILVA; LEÃO; NERI DE SOUZA, 2015) na análise de novos minicaseos visitados pelos estudantes ao realizarem a *travessia da paisagem*, articulando-os em suas respostas. A atividade foi transcrita da FlexQuest® para uma folha de papel e fez parte de uma avaliação. No processo *Acabou a energia?*, verificamos que os estudantes aprenderam sobre o SIN e argumentaram em torno da necessidade de integração das fontes energéticas de todas as regiões do país.

“O principal motivo pelo qual o problema na hidrelétrica do Xingu afetou a região de Guanambi é que toda a energia produzida em cada região do Brasil é enviada para uma subestação principal que distribui para todo o país”. (Dupla 3)

“Porque a energia do nosso país é interligada pelo SIN, e o Nordeste normalmente depende de redes elétricas externas, principalmente em algumas épocas do ano, onde não são fortes e constantes o suficientes para manter a energia eólica. Desse modo, quando houve uma falha no Xingu pela interligação que há, o Nordeste ficou sem energia mesmo com os parques eólicos”. (Dupla 5)

Estas respostas sugerem indícios de *flexibilidade cognitiva* quando, a partir da revisitação dos dois minicaseos indicados, as duplas formularam respostas para explicar o problema em questão. Também verificamos indícios de *autonomia*, *comunicação* e *domínio* por meio do diálogo com os estudantes sobre a importância de termos um sistema interligado. Porém uma dupla não conseguiu estabelecer essa relação, achando inclusive absurdo ter faltado energia na região,

“[...] não pode deixar um imprevisto desse ocorrer sem ter uma solução, um gerador para a região”. (Dupla 6)

Identificamos também contradições na compreensão do conceito energia limpa referida no processo *Desenvolver sem agredir*. Algumas duplas, ao mesmo tempo em que consideraram a energia eólica uma fonte de energia limpa, destacaram os malefícios ao meio ambiente causados pela mesma (eles conceituaram energia limpa como uma fonte que não o agride de maneira nenhuma). É interessante ressaltar que os textos e vídeos da atividade definem, por meio de especialistas, da mesma maneira: Ponderando os impactos ambientais. É justamente essa concepção de “verdade” que Fourez (1995) propõe que o cidadão seja capaz de discutir, o que não foi verificado no segundo processo.

O terceiro *processo* questionou sobre porque o Brasil não segue os europeus implantando parques *offshore* mesmo tendo um litoral muito grande. Também obtivemos apenas respostas restritas referentes à abundância de regiões com bons ventos no continente e ao gasto financeiro que deveria ser desprendido. Ainda que tenham apresentado ponderações em torno do investimento necessário para a instalação destes parques em alto mar, somente um estudante destacou o potencial *offshore* doze vezes superior ao *onshore*, ao visitar os minicaseos para obter esta informação, indicativo de que houve a busca concreta por informações numa tomada de decisão de maneira autônoma.



Na etapa final da sequência didática, obtivemos como indícios de *flexibilidade cognitiva* a organização de casos e minicasos por duas equipes: uma trabalhou na temática da segurança na rede elétrica e outra, no tema meio ambiente e clima (uma terceira equipe não se envolveu por entender que o ano letivo já havia sido encerrado). A equipe que produziu o primeiro caso chegou a elaborar três minicasos compondo duas reportagens de acontecimentos reais e um vídeo. A outra equipe elaborou o caso sobre meio ambiente e clima procurando relacionar uma possível redução dos impactos provocados ao meio ambiente a uma maior utilização das energias renováveis. Porém, não exibiu minicasos que pudessem oportunizar uma visão do tema a partir de diferentes perspectivas.

Diante de alguns problemas, como o término do ano letivo, não foi possível debater presencialmente de forma coletiva com a turma sobre os resultados e os produtos desenvolvidos, apenas via *whatsapp* ou individualmente com estudantes que eventualmente apareceram no colégio para tirar alguma dúvida. Estabelecer um cronograma para discussão coletiva das questões e processos poderia promover uma reflexão mais profunda por parte dos estudantes. Destacamos ainda que o trabalho interdisciplinar possibilitou uma visão ampla do tema, mas poderia ser melhor explorado se tivesse a participação dos professores de outras disciplinas na elaboração e implementação da sequência didática.

Considerações finais

Segundo Fourez (1997), a ausência de conhecimentos e cultura tecnológica no ensino, por serem estes saberes relacionados às atividades “práticas”, “manuais”, ditas menos nobres que as dimensões teóricas e culturais das disciplinas, é um fenômeno cultural significativo, verificado inclusive no espaço da formação de professores. Porém, “a adaptação dos processos científicos a situações complexas e a contextos abertos não é evidente por ela mesma” (FOUREZ, 1997, p. 89).

A sequência didática que analisamos foi pautada nos pressupostos da TFC, a qual propõe a abordagem interdisciplinar de um tema complexo e pouco estruturado como forma de desenvolver representações do conhecimento flexíveis, que vão se alterando e se moldando na medida em que os sujeitos educativos tomam conhecimento dos diversos caminhos que percorrem frente a um problema ou questão (SPIRO *et al.*, 1988).

Estruturamos a sequência didática, que denominamos *Ventos: Para transformar energia* na plataforma FlexQuest®, a partir de situações inerentes à energia eólica, muitas vezes despercebidas da população. Os estudantes puderam explorar e construir uma representação flexível em torno da energia eólica por meio de diferentes caminhos em diversas direções, que resultaram em indícios da *flexibilidade cognitiva*.

Ao verificarmos o desenvolvimento da *autonomia*, *representação* e *domínio* no decorrer das aulas, notamos que a FlexQuest® é um caminho viável possível para promovermos a ACT na perspectiva de Fourez (1997). Os estudantes sentiram-se estimulados ao estudo das situações concretas que vivenciam, emblemáticas de grandes empreendimentos que formam a cultura científico-tecnológica, como é o caso do tema energia eólica.

Como um dos resultados da *flexibilidade cognitiva* dos estudantes, ao final do desenvolvimento da sequência didática incorporamos o caso *Segurança na rede*



elétrica na FlexQuest®. Mesmo não possuindo o mínimo de quatro minicasos, consideramos que este caso, elaborado por um grupo de estudantes, possibilita a *travessia da paisagem* sob um outro viés, com características satisfatórias para a atividade.

É importante sinalizarmos a necessidade de melhorias na FlexQuest®, tendo em vista que não há retorno de mensagens aos estudantes quando é necessário respondermos a um comentário feito por um colega ou estudante na plataforma. Apenas os autores do projeto na FlexQuest® recebem sinalização, mesmo assim, via e-mail. Isto dificulta a comunicação e, às vezes, o estudante pode não ficar sabendo do *feedback* do professor ou de um colega, caso não resolva acessar novamente suas respostas.

Uma vantagem durante o desenvolvimento de uma atividade via FlexQuest® é que o próprio professor, no ato da construção, aprende sobre temas numa ótica diferente da disciplina que leciona. Como é latente a necessidade de sempre contextualizar quaisquer conteúdos para os estudantes, conhecê-lo em suas diversas frentes se faz fundamental. Isto vai ao encontro do que Fourez (1997) ressalta sobre a necessidade de o professor ter uma formação em epistemologia construtivista e ter participado ativamente de um projeto interdisciplinar.

Num momento em que as mudanças no ensino da Educação Básica apontam para uma maior integração entre as diversas áreas, a FlexQuest® pode ser uma estratégia interessante para nortear a elaboração de atividades educacionais na perspectiva interdisciplinar e na formação de professores (PESSOA; NOGUEIRA, 2009). O trabalho colaborativo entre professores de outras áreas na elaboração da sequência didática pode significar um melhor aproveitamento de seu potencial educativo.

Afinal, o ensino das ciências disciplinares é atualmente eficaz para introduzir aos jovens as questões científicas e tecnológicas, principalmente visando sua apropriação para a aplicação em situações cotidianas envolvendo dimensões pessoais, sociais e políticas (FOUREZ, 1997), nas quais *autonomia*, *comunicação* e *domínio* tomam lugar?

Referências

ALEIXO, A. A., LEÃO, M. B. C., & NERI DE SOUZA, F. FlexQuest®: potencializando a WebQuest no Ensino de Química. **Revista FACED**, v. 14, pp. 119–133, 2008.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 3, n. 1, p. 105-115, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEÓLICA). **Números ABEEólica**: outubro de 2020. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/10/Infovento-18.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.

CAMARGO-SCHUBERT ENGENHEIROS ASSOCIADOS... [et al.]. **Atlas eólico**: Bahia. Curitiba: Camargo Schubert; Salvador: SECTI, SEINFRA, CIMATEC/ SENAI, 2013. 96p.



BETTANIN, E.; ALVES FILHO, J. P. Alfabetização científica e técnica: um instrumento para observação dos seus atributos. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 4., 2003, Bauru. Atas do IV ENPEC, 2003. v. 1. p. 20-33.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Educação é a Base. Brasília: MEC/SEB, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_19dez2018_site.pdf. Acesso em: 27 jan. 19

CARVALHO, A.A.A.A. Teoria da Flexibilidade Cognitiva e o modelo múltiplas perspectivas. In: LEÃO, M. B. C. (Org.). **Tecnologias na educação**: uma abordagem crítica para uma atualização prática. Recife: UFRPE, 2011.

COUTO, M. L. S. **Uma proposta de ensino interdisciplinar através do tema energia eólica: aproximações entre as estratégias flexquest e ilhas de racionalidade**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Ba, 2020.

FERREIRA, N. R. S. Currículo: espaço interdisciplinar de experiências formadoras do professor da escola de educação básica. In: FAZENDA, I. C. A. (Org.). **Revista Interdisciplinar**, São Paulo, Volume 1, número 0, p.01-83, out. 2010.

FOUREZ, G. **A construção das ciências**: introdução à filosofia e à ética das ciências. Tradução: Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995. 319p.

_____, G. El movimiento ciencia, tecnología, sociedad (CTS) y la enseñanza de las ciencias. **Perspectivas**, vol. XXV, nº 1, p. 27-40, 1995a.

_____, G. **Alfabetización científica y tecnológica**: Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

_____, G. **Crise no ensino de ciências?** Investigações em Ensino de Ciências, v.8, n.2, pp. 109-123, 2003.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. (coleção Leitura)



GRESCZYSCZYN, M. C. C.; CAMARGO FILHO, P. S.; MONTEIRO, E. L. Determinação do nível de alfabetização científica de estudantes da etapa final do ensino médio e etapa inicial do ensino superior. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, p. 192-208, 2018.

PESSOA, T.; NOGUEIRA, F. Flexibilidade Cognitiva nas vivências e práticas educativas: casebook para a formação de professores. In: NASCIMENTO, A.; HETKOWSKI, T. (Eds.). **Educação e contemporaneidade**: pesquisas científicas e tecnológicas. Salvador: EDUFBA, 2009, p. 111-131.

RICHETTI, G. P.; PINHO-ALVES, J. Automedicação: um tema social para o Ensino de Química na perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.1, p.85-108. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37916/28953>. Acesso em: 04 jul. 2018.

PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Rev. Ambient. Água**, v. 12, n.6, p.1082 – 1100, Nov. / Dec. 2017.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p.95-111, 2001.

SANTOS, I. G. S. **FLEXQUEST®**: Uma plataforma Web 2.0 para o desenvolvimento de atividades interdisciplinares visando a promoção de flexibilidade cognitiva. 2016. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2016. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7449>. Acesso em: 08 jun. 2018

SANTOS, I. G. S.; CLEOPHAS, M. G. Uma proposta de trabalho interdisciplinar sobre a água: o caso da Flexquest “O Fluido da Vida”. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, 4949-4954, 2017.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERON_CARVALHO_AC_uma_revis%C3%A3o_bibliogr%C3%A1fica.pdf . Acesso em: 31 abr. 2021.

SILVA, I. G. DE S. S.; LEÃO, M. B. C.; NERI DE SOUZA, F. Plataforma FlexQuest®: Uma estratégia didática para a promoção de flexibilidade cognitiva e



interdisciplinaridade com recursos Web 2.0. **RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. E4, p. 35–49, 2015.

SOUZA, R. V.; LEÃO, M. B. C. O processo de construção da FlexQuest por professores de ciências: análise de alguns saberes necessários. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, n. 4, p. 1049-1062, 2015.

SPIRO, R. J.; COULSON, R.; FELTOVICH, P.; ANDERSON, D. Cognitive Flexibility Theory: Advanced Knowledge Acquisition in Structured Domains. In: **Conference of the Cognitive Science Society**, 10, 1988, Hillsdale, NJ: Erlbaum, Anais...Hillsdale, 1832 NJ, 1988.

TRALDI, M. **Novos usos do território no semiárido nordestino: implantação de parques eólicos e valorização seletiva nos municípios de Caetité (BA) e João Câmara (RN)**. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, 2014.

Recebido: 12/06/2021

Aprovado: 13/10/2021

Como citar: COUTO, M. L. S.; JOSÉ, W. D.; CAMPOS, S. S. Ensino interdisciplinar do tema energia eólica: contribuições da FlexQuest® para a Alfabetização Científica e Tecnológica.

Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, v. 7, e177721, 2021.

Contribuição de autoria:

Mohammed Luiz Santos Couto: Investigação, Escrita (rascunho original), Escrita (revisão e edição).

Wagner Duarte José: Conceituação, Escrita (rascunho original), Escrita (revisão e edição).

Simara Santos Campos: Escrita (revisão e edição).

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional

