

RELAÇÕES CONCEITUAIS NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: POSSIBILIDADES NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)

CONCEPTUAL RELATIONS IN THE NATURE SCIENCE AREA: POSSIBILITIES IN THE NATIONAL HIGH SCHOOL EXAM (ENEM)

RELACIONES CONCEPTUALES EN EL ÁREA DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA: POSIBILIDADES EN EL EXAMEN NACIONAL DE ESCUELA SECUNDARIA (ENEM)

Daniele Back*
danieleback@gmail.com

Fabiane de Andrade Leite*
fabiane.leite@uffs.edu.br

* Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo-RS - Brasil

Resumo

Apresenta-se neste texto um estudo sobre possibilidades de relações conceituais entre Química, Física e Biologia. A pesquisa foi conduzida em duas etapas: uma revisão bibliográfica nos ANAIS do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação nas Ciências e uma análise de questões de Química em avaliações do ENEM. Identificou-se que as relações conceituais podem apresentar-se sob três possibilidades: através da contextualização com o meio social, por meio de relações entre conceitos de diferentes disciplinas e por meio de relações entre conceitos de uma mesma disciplina. O estudo possibilitou a compreensão de distintas perspectivas de relações conceituais que podem contribuir na construção de currículos na área de Ciências da Natureza, e que são fundamentais para qualificar o trabalho docente.

Palavras-chave: Ciências da Natureza. Relações Conceituais. Contextualização. Interdisciplinaridade.

Abstract

This study presents the possibilities of conceptual relationships between Chemistry, Physics and Biology. The research was conducted in two stages: a bibliographic review in the Proceedings of the National Research Meeting in Science Education and an analysis of Chemistry issues in ENEM evaluations. It was identified that conceptual relationships can be presented under three possibilities: through contextualization with the social environment, through relationships between concepts from different disciplines and through relationships between concepts from the same discipline. The study enabled the understanding of different perspectives of conceptual relationships that can contribute to the construction of curricula in the area of Natural Sciences, and which are fundamental to qualify the teaching work.

Keywords: Natural Sciences. Conceptual Relations. Contextualization. Interdisciplinarity.

Resumen

Este estudio presenta las posibilidades de las relaciones conceptuales entre Química, Física y Biología. La investigación se realizó en dos etapas: una revisión bibliográfica en las Actas de la Reunión Nacional de Investigación en Educación Científica y un análisis de los problemas de Química en las evaluaciones ENEM. Se identificó que las relaciones conceptuales se pueden presentar bajo tres posibilidades: a través de la contextualización con el entorno social, a través de relaciones entre conceptos de diferentes disciplinas y a través de relaciones entre conceptos de la misma disciplina. El estudio permitió

la comprensión de diferentes perspectivas de las relaciones conceptuales que pueden contribuir a la construcción de planes de estudio en el área de Ciencias Naturales, y que son fundamentales para calificar el trabajo docente.

Palabras clave: Ciencias naturales. Relaciones conceptuales Contextualización Interdisciplinariedad.

INTRODUÇÃO

Pesquisas acerca de relações conceituais no Ensino de Ciências têm sido nosso foco de estudo há algum tempo. Para tanto, buscamos aporte teórico para nossas reflexões no pensamento de Vygotsky (2008), que, por meio da perspectiva histórico-cultural, tem contribuído para compreendermos melhor a complexidade associada à aprendizagem conceitual em sala de aula.

Corroborando os pressupostos de Vygotsky (2008), ressaltamos que o ensino de um conteúdo abrange redes de relações entre os conceitos, pois “o pensamento não é simplesmente expresso em palavras; é por meio delas que ele passa a existir. Cada pensamento tende a relacionar alguma coisa com outra, a estabelecer uma relação entre as coisas” (VYGOTSKY, 2008, p. 157). Nesse sentido, surgiu o interesse em analisar possibilidades de relações conceituais nas disciplinas que formam a área de Ciências da Natureza: a Biologia, a Física e a Química.

No que se refere ao trabalho com os conceitos científicos, destacamos a importância de promover a contextualização e a interdisciplinaridade em sala de aula, o que tem se caracterizado como desafios ao professor. Os documentos oficiais que norteiam a educação básica no Brasil apresentam a contextualização em associação com a interdisciplinaridade. Segundo Lenoir (1998, apud STADLER; HUSSEIN, 2017, p. 394), a interdisciplinaridade pode ser compreendida como uma prática existente entre no mínimo duas disciplinas que dialogam entre si mutuamente com o objetivo de disseminar o conhecimento e formar sujeitos ativos socialmente. Entendemos o processo interdisciplinar como um trabalho colaborativo e de troca entre diferentes áreas do conhecimento, possibilitando o diálogo e a reflexão em um processo de construção de conhecimento.

O Conselho Nacional de Educação (CNE), através das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, define que o currículo deve ser organizado considerando as quatro áreas do conhecimento, com uma metodologia que “evidencie a contextualização e a interdisciplinaridade ou outras formas de interação e articulação entre diferentes campos de saberes específicos” (BRASIL, 2012, p.197). Na mesma direção, o Parecer nº 7/2010 do CNE, define que,

[...] a interdisciplinaridade e a contextualização, devem ser constantes em todo o currículo, propiciando a interlocução entre os diferentes campos do conhecimento e a transversalidade do conhecimento de diferentes disciplinas, bem como o estudo e o desenvolvimento de projetos referidos a temas concretos da realidade dos estudantes (BRASIL, 2010, p. 29).

Nas vivências realizadas durante nossa formação, observamos a influência da formação inicial do professor no direcionamento das ações realizadas em sala de aula, ou seja, professores de Biologia organizam suas aulas com ênfase nos conceitos biológicos, enquanto os professores de Química e de Física fazem o mesmo para os conceitos específicos das disciplinas em que foram formados, independentemente da temática em questão. Nesse sentido, compreendemos, com Maldaner (2003), que com o objetivo de o professor contribuir para que o aluno consiga estabelecer relações em sala de aula é necessário superar o ensino tradicional de simples transmissão e recepção de conhecimentos, e seguir para uma abordagem contextualizada e interdisciplinar, voltada para a formação de um aluno mais crítico e atuante na sociedade.

Com essas compreensões, surgiu o interesse em analisar as provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), devido à importância deste instrumento como condutor das políticas curriculares nacionais no Brasil e, como consequência, do fazer docente em sala de aula. O ENEM é uma avaliação realizada anualmente, desde o ano de 1998, pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), autarquia vinculada ao Ministério da Educação (MEC) do Brasil. Desde a criação até o ano de 2008, a finalidade da prova era somente avaliar o desempenho escolar ao final da Educação Básica, sendo composta por 63 questões de múltipla escolha, mais uma redação (INEP, 2019).

A partir de 2009, o MEC propôs uma reformulação do ENEM em que, além de modificar a estrutura e a maneira de apresentação das questões, propôs a realização como forma de seleção unificada nos processos seletivos das instituições públicas federais. A proposta teve como finalidade democratizar as oportunidades de acesso às vagas federais de ensino superior, possibilitar a mobilidade acadêmica e induzir a reestruturação dos currículos do ensino médio (BRASIL, 2009). O novo ENEM é organizado em quatro blocos de questões relativas às áreas de conhecimento (Linguagem, códigos e suas tecnologias; Matemática e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas tecnologias). Cada área do conhecimento apresenta 45 questões de múltipla escolha, mais uma redação dissertativa sobre questões sociais contemporâneas, sendo a prova aplicada em dois dias (COSTA-BEBER *et al.*, 2010; STADLER; HUSSEIN, 2017).

Desta forma, o ENEM, como processo seletivo para ingressar no ensino superior público, surge como um possível influenciador no currículo escolar do Ensino Médio (COSTA-BEBER *et al.*, 2010; MACENO *et al.*, 2011; STADLER; HUSSEIN, 2017). Porém, é importante ressaltar que a função da educação básica deve ir além de uma simples busca para aprovação em um exame de ingresso no ensino superior, é necessário que os alunos compreendam os conhecimentos científicos para além da simples memorização de conteúdos, conforme apresenta Maceno *et al.* (2011):

[...] almeja-se que haja contextualização; interdisciplinaridade; constante desenvolvimento cognitivo que potencializa as capacidades mentais superiores (Vygotsky, 2001); valorização dos conhecimentos prévios e processos pedagógicos interativos; diálogo permanente entre professores e estudantes; trabalho coletivo; a crítica; e o questionamento, a fim de que haja o exercício crítico da cidadania (MACENO *et al.*, 2011, p. 153).

Nesse sentido, apresentamos neste texto os resultados de um estudo realizado com o objetivo de identificar possíveis relações conceituais nos enunciados de questões da área de Ciências da Natureza, mais especificamente, nos enunciados das questões de Química, de avaliações do ENEM. Com a pesquisa buscamos responder: As questões da área de CN das avaliações do ENEM propõem relações conceituais? Em caso afirmativo, que tipos de relações conceituais podem ser identificadas nos enunciados das questões?

Na sequência passamos a apresentar os percursos metodológicos que nos guiaram no presente estudo.

PERCURSO METODOLÓGICO

As estratégias de investigação do presente trabalho delineiam-se em duas distintas etapas. Na primeira, foi realizado um estudo bibliográfico nos ANAIS do ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências), nas edições dos anos 2007 a 2017, com a intenção de identificar categorias que pudessem contribuir com o processo de análise das questões do ENEM. Na segunda etapa, realizamos o estudo dos enunciados das questões da área de Ciências da Natureza em três avaliações do ENEM, dos anos de 2015, 2016 e 2017.

Na revisão bibliográfica, foram analisados os artigos que continham a palavra “ENEM” no título e/ou palavras-chaves, de um total de 43 artigos. Dos 43 artigos separados inicialmente, foram selecionados somente os que apresentaram os termos “conceito, conceitos, conceitual, conceituais” no texto completo, totalizando 34 artigos. Na segunda etapa, realizamos a análise de 135 enunciados das questões da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias das provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) dos anos de 2015, 2016 e 2017, a fim de identificar aspectos que possibilitem relações conceituais na área.

Todo o processo de análise foi conduzido pelos pressupostos da Análise de Conteúdo. Em um primeiro movimento foi realizada uma leitura “flutuante” de todos os enunciados (BARDIN, 2011, p.126), com a intenção de estabelecer um olhar inicial para os conteúdos abordados nas provas. Num segundo momento, foi realizada nova leitura das questões, desta vez com o olhar voltado para as categorias de relações conceituais que emergiram da revisão bibliográfica, a fim de identificar em qual categoria de relação cada questão se enquadraria. A partir da leitura dos enunciados, em razão das

especificidades dos conceitos de cada componente curricular que compõe a área de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química), conduzimos nosso olhar pelos conceitos de Química e na forma como estes conceitos se relacionavam com conceitos de Biologia e de Física. No processo analisamos 63 questões, sendo 24 questões na prova de 2015, 20 na prova de 2016 e 19 questões na prova de 2017.

Na sequência, apresentamos a discussão dos resultados encontrados na revisão bibliográfica e no processo de análise das questões do ENEM.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente estudo ampliou-nos o olhar frente aos processos de relações conceituais na área de Ciências da Natureza e, junto ao que propõe Vygotsky (2008), facilitou a compreensão de como o aluno vai de fato aprender um conceito científico. Para o referido autor,

[...] a formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa, em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte. No entanto, o processo não pode ser reduzido à associação, à atenção, à formação de imagens, à interferência ou às tendências determinantes. Todas são indispensáveis, porém insuficientes sem o uso do signo, ou palavra, como meio pelo qual conduzimos as nossas operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução do problema que enfrentamos (VYGOTSKY, 2008, p.72).

Vygotsky (2008) afirma, ainda, que um problema por si só não pode ser considerado como a causa de formação de um conceito, pois, se o ambiente externo não fizer novas exigências e não estimular o aluno, o seu raciocínio não conseguirá atingir os estágios mais elevados do pensamento conceitual. Para tanto, o processo de mediação é a principal função do professor em sala de aula para que a aprendizagem seja possibilitada. Wenzel (2013), em estudos sobre a significação conceitual em Química, relata que o estudante, frente a um determinado fenômeno, faz relações com as palavras que já apresenta e (re)elabora uma explicação para tal.

A explicação química dos fenômenos precisa ser construída e, constantemente (re)elaborada junto aos estudantes, daí a importância da interação estabelecida com o professor em sala de aula, pois é no processo da construção dos significados e no redimensionamento dos sentidos atribuídos às palavras pelos estudantes que ganha importância a mediação do professor (WENZEL, 2013, p. 60).

A autora contribui ao afirmar que, para que o estudante pense quimicamente, é necessário que o mesmo estabeleça relações conceituais, pois “é preciso compreender um conceito no âmbito de um sistema de conceitos” (WENZEL, 2013, p. 15).

CATEGORIZANDO AS RELAÇÕES CONCEITUAIS

Durante o processo de análise dos artigos do ENPEC, organizamos os artigos em três grupos, considerando características das relações conceituais propostas pelos autores. Um dos grupos

caracterizava-se por apresentar relações conceituais a partir do processo de contextualização com o meio social. Outro grupo de artigos caracterizou-se por propor relações entre conceitos de diferentes disciplinas, ou seja, por meio de um processo interdisciplinar. E o terceiro grupo apresentou como proposta relações entre conceitos de uma mesma disciplina. Assim, destacamos a organização do processo de análise a partir de três categorias quanto ao tipo de relação conceitual: *1 – Propõe relação conceitual pelo processo de contextualização; 2 – Propõe relação conceitual pelo processo de interdisciplinaridade; 3 – Propõe relação conceitual entre conceitos de uma mesma disciplina.*

Dos 34 artigos analisados, 12 não apresentaram nenhum aspecto que indicasse possibilidade de relação conceitual. Dos 22 artigos que apresentaram aspectos de relação conceitual, 15 foram pelo processo de contextualização (categoria 1), 4 pelo processo de interdisciplinaridade (categoria 2) e 7 artigos propuseram relações entre conceitos de uma mesma disciplina (categoria 3), ressaltando que um mesmo artigo poderia se enquadrar em mais de uma categoria.

A fim de contribuir com a discussão dos resultados, destacamos alguns dos excertos dos artigos analisados que nos auxiliaram na identificação das categorias. Por exemplo, o artigo A30 faz menção sobre a relação entre ciência e cotidiano ao afirmar que “a interrelação entre ciência e cotidiano nos conduz à concepção acerca do processo de apropriação dos conceitos científicos como organização de sistemas de interrelações (PELLEGRIN, 2017, p.4). O trecho demonstra a necessidade de fazer a relação dos conceitos científicos com aspectos do cotidiano, o que nos levou a identificar a categoria *1 - Propõe relação conceitual pelo processo de contextualização.*

Em relação à categoria *2 - Propõe relação conceitual pelo processo de interdisciplinaridade* – apresentamos um excerto do artigo A9, em que os autores buscam identificar nas provas do ENEM conceitos de Biologia que se articulam aos conceitos matemáticos, apresentando possibilidades de relações entre conceitos de duas disciplinas, ou seja, em um processo interdisciplinar.

[...] parece-nos claro que a comunicação entre professores de Biologia e de Matemática seria um excelente passo para uma melhor compreensão dos processos biológicos e, conseqüentemente, um melhor aproveitamento dos estudantes. Além disso, outros conceitos como análise combinatória e probabilidade são importantes para compreensão da Genética, por exemplo (PEREIRA *et al.*, 2011, p.5).

Quanto à categoria 3, cujos artigos propuseram a necessidade de relações entre conceitos de uma mesma disciplina, o artigo A2, que propôs um estudo sobre o conceito de evolução biológica na matriz de referência do ENEM, traz indícios de relação conceitual quando afirma: “[...] a evolução biológica seja um conceito unificador da Biologia, uma vez que, a compreensão da teoria evolutiva pode interligar outros conceitos biológicos e assim propiciar um ensino menos fragmentado” (CORRÊA; LOPES JUNIOR; CALDEIRA, 2011, p.2).

Compreendemos que as três categorias emergentes do processo de análise são complementares entre si, pois ao mesmo tempo em que relacionamos um conceito com um aspecto do cotidiano, podemos estar fazendo relações com outras disciplinas e até mesmo entre conceitos de um mesmo componente curricular, em uma “rede de relações” como propõe Vygotsky (2008).

Diante das categorias provenientes da análise dos artigos do ENPEC, passamos a apresentar os resultados da análise das questões do ENEM, mais especificamente as que apresentam conceitos químicos, na busca por evidências de relações conceituais.

RELAÇÕES CONCEITUAIS NAS PROVAS DO ENEM

No processo inicial da análise, empreendemos o olhar para todas as questões da área de Ciências da Natureza das provas do ENEM de 2015 a 2017, buscando identificar os conceitos que estavam sendo apresentados no enunciado das questões. Considerando dificuldades em encontrar evidências de relações conceituais em questões que apresentavam somente conceitos físicos e biológicos, tivemos que optar em orientar nosso olhar somente pelas questões com conceitos químicos, totalizando, assim, 63 questões.

A categoria 1 – *Propõe relação conceitual pelo processo de contextualização* - foi identificada em 48 questões do ENEM. Já a categoria 2 - *Propõe relação conceitual pelo processo de interdisciplinaridade* – foi evidenciada em 29 questões e a categoria 3 - *Propõe relação conceitual entre conceitos de uma mesma disciplina* – foi indiciada, também, em 29 questões. Consideramos a possibilidade de uma mesma questão se enquadrar em mais de uma categoria. Somente uma questão das três provas analisadas não apresentou evidência de relação conceitual. Durante a discussão dos resultados, apresentamos recortes de algumas questões como forma de facilitar o entendimento da análise. O Quadro 1 apresenta as questões analisadas em cada prova e as respectivas categorias de relação conceitual emergentes do processo de revisão bibliográfica.

Quadro 1: Questões do ENEM com as categorias de relação conceitual

Categorias*/ Provas	Propõe Relação Conceitual			Não Propõe Relação Conceitual
	1	2	3	
2015 Caderno 1 - Azul	46; 47; 51; 52; 55; 58; 61; 62; 65; 71; 76; 80; 81; 84; 89; 90	46; 47; 48; 55; 57; 59; 61; 65; 69; 79; 80; 81; 89	58; 60; 62; 71; 76; 77; 80; 81; 84; 90	73
2016 Caderno 4 - Rosa	49; 55; 56; 59; 60; 61; 63; 73; 75; 76; 77; 82; 83; 88	50; 56; 60; 61; 63; 68; 73; 75; 77; 86	47; 49; 55; 59; 65; 79; 82; 83	0
2017 Caderno 5 - Amarelo	91; 95; 96; 97; 100; 102; 104; 105; 106; 109; 114; 116; 117; 120; 126; 128; 131; 133	104; 106; 109; 117; 121; 126	95; 96; 100; 104; 109; 114; 116; 120; 128; 131; 133	0

Fonte: As autoras (2020).

A maior parte das questões analisadas apresentou possibilidades de relação conceitual pelo processo de contextualização (categoria 1), o que também foi observado na análise dos artigos na revisão bibliográfica do ENPEC.

Figura 1: Questão nº 51 do caderno azul da prova do ENEM 2016.

QUESTÃO 51 ◇◇◇◇◇

Um grupo de pesquisadores desenvolveu um método simples, barato e eficaz de remoção de petróleo contaminante na água, que utiliza um plástico produzido a partir do líquido da castanha-de-caju (LCC). A composição química do LCC é muito parecida com a do petróleo e suas moléculas, por suas características, interagem formando agregados com o petróleo. Para retirar os agregados da água, os pesquisadores misturam ao LCC nanopartículas magnéticas.

KIFFER, D. Novo método para remoção de petróleo usa óleo de mamona e castanha de caju. Disponível em: www.faperj.br. Acesso em: 31 jul. 2012 (adaptado).

Essa técnica considera dois processos de separação de misturas, sendo eles, respectivamente,

Fonte: ENEM (2016).

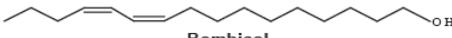
Um exemplo de questão identificada como pertencente à categoria 1 foi a questão nº 51 da prova de 2015 (Figura 1), por apresentar aspectos de contexto científico e tecnológico da sociedade: a remoção de petróleo contaminante na água através de um plástico desenvolvido por pesquisadores a partir do líquido da castanha-de-caju relacionado aos processos de separação de misturas.

A questão nº 60 da prova de 2016 (Figura 2), foi identificada como sendo das categorias 1 e 2, por apresentar uma situação de contexto e conceitos de duas disciplinas: a Química e a Biologia. O início da questão apresenta aspectos tecnológicos da sociedade, ao correlacionar o uso de feromônios como uma alternativa para o controle de insetos e pragas em uma “agricultura do futuro”. A questão apresenta também os nomes científicos das espécies de insetos e as estruturas químicas dos feromônios utilizados no controle de cada inseto, demonstrando, assim, possibilidades de relações entre conceitos de Biologia e de Química.

Figura 2: Questão nº 60 do caderno rosa da prova do ENEM 2016

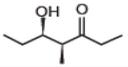
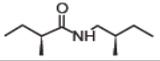
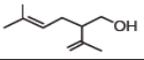
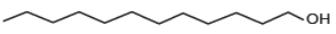
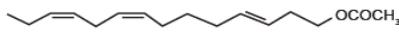
QUESTÃO 60 =====

Os feromônios são substâncias utilizadas na comunicação entre indivíduos de uma espécie. O primeiro feromônio isolado de um inseto foi o bombicol, substância produzida pela mariposa do bicho-da-seda.



Bombicol

O uso de feromônios em ações de controle de insetos-praga está de acordo com o modelo preconizado para a agricultura do futuro. São agentes altamente específicos e seus compostos químicos podem ser empregados em determinados cultivos, conforme ilustrado no quadro.

Substância	Inseto	Cultivo
	<i>Sitophilus spp</i>	Milho
	<i>Migdolus fryanus</i>	Cana-de-açúcar
	<i>Anthonomus rubi</i>	Morango
	<i>Grapholita molesta</i>	Frutas
	<i>Scrobipalpuloides absoluta</i>	Tomate

Ferreira, J. T. B.; ZARBIN, P. H. G. Amor ao primeiro odor: a comunicação química entre os insetos. *Química Nova na Escola*, n. 7, maio 1998 (adaptado).

Considerando essas estruturas químicas, o tipo de estereoisomeria apresentada pelo bombicol é também apresentada pelo feromônio utilizado no controle do inseto

Fonte: ENEM (2016).

Identificamos em diversas questões que os conhecimentos da Biologia são empregados como informações para contextualizar um problema que demanda um conceito químico para a resolução. A questão nº 55 da prova de 2015 (Figura 3), enquadrada nas categorias 1 e 2, apresenta a hidroponia como um conceito da Biologia em uma situação onde um produtor de rúcula hidropônica precisa ajustar a concentração de nutrientes, nesse caso os íons nitrato, fazendo-se necessários cálculos estequiométricos para a resolução do problema.

Figura 3: Questão nº 55 do caderno azul da prova do ENEM 2015

QUESTÃO 55 ◇◇◇◇◇

A hidroponia pode ser definida como uma técnica de produção de vegetais sem necessariamente a presença de solo. Uma das formas de implementação é manter as plantas com suas raízes suspensas em meio líquido, de onde retiram os nutrientes essenciais. Suponha que um produtor de rúcula hidropônica precise ajustar a concentração do íon nitrato (NO_3^-) para 0,009 mol/L em um tanque de 5 000 litros e, para tanto, tem em mãos uma solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio 90 g/L. As massas molares dos elementos N, O e Ca são iguais a 14 g/mol, 16 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

Qual o valor mais próximo do volume da solução nutritiva, em litros, que o produtor deve adicionar ao tanque?

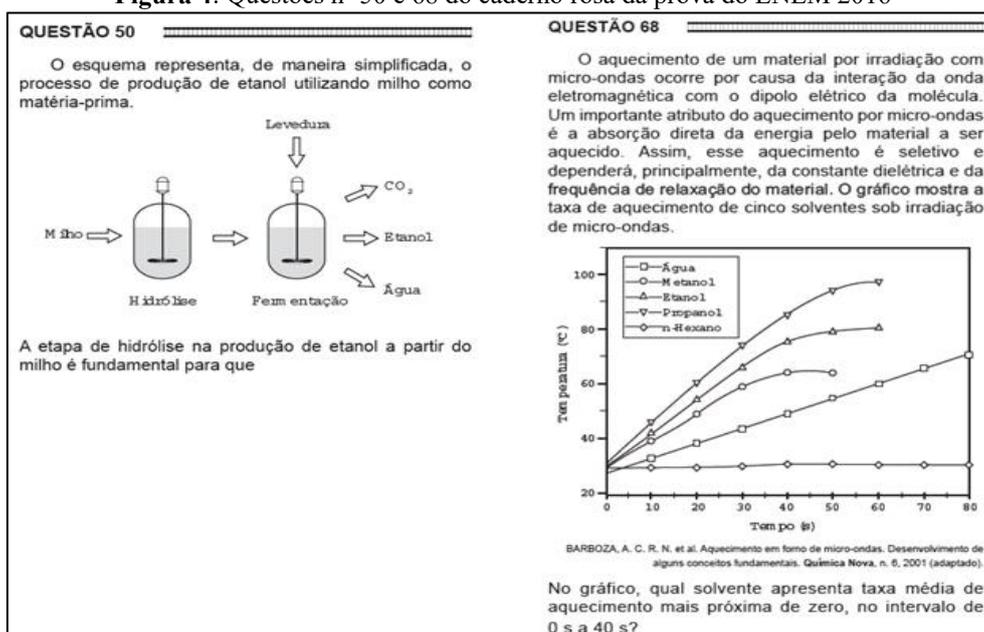
A 26
B 41
C 45
D 51
E 82

Fonte: ENEM (2015).

Segundo Vygotsky (2008), é através de um problema que o aluno vai conduzir suas operações mentais para atingir os estágios mais elevados do pensamento conceitual, em busca de sua solução. Logo, consideramos que os problemas sociais trazidos pela contextualização nos enunciados das questões do ENEM apresentam-se como possibilidades de relação entre conceitos. É importante ressaltar que os alunos possuem diferentes vivências, apresentando diferentes visões acerca de um determinado fenômeno e, por isso, a simples apresentação de um problema ou de um contexto não é garantia de formação de um conceito. Em sala de aula, a apresentação de um problema deve ser acompanhada de questionamentos e reflexões, a fim de possibilitar a (re)construção de conhecimentos.

Em relação à categoria 2, buscamos identificar aspectos que fossem comuns entre duas ou mais disciplinas da área de Ciências da Natureza. A questão nº 50 do ano de 2016, apresentada na Figura 4, mostra um esquema de produção de etanol, utilizando milho como matéria-prima. Compreendemos que a fermentação pode ser considerada um tema interdisciplinar por apresentar conhecimentos que possibilitam relações entre as disciplinas de Química e Biologia. Na Química, a fermentação envolve os aspectos de reações químicas, onde a matéria-prima milho é transformada em CO_2 , etanol e água. Na Biologia, a fermentação trata sobre digestão anaeróbica do milho realizada por uma levedura do Reino Fungi (MOTA; SILVA, 2012). Na mesma direção está a questão 68 da prova de 2016 (Figura 4), que também foi enquadrada na categoria 2, mas desta vez a relação foi entre conceitos de Química e Física. A questão aborda o tema irradiação por micro-ondas, relacionando conceitos de Física, evidenciados pelos termos “onda eletromagnética”, “dipolo elétrico” e “constante dielétrica”, com conhecimentos de Química: solventes água, metanol, etanol, propanol e n-hexano, e suas respectivas fórmulas químicas.

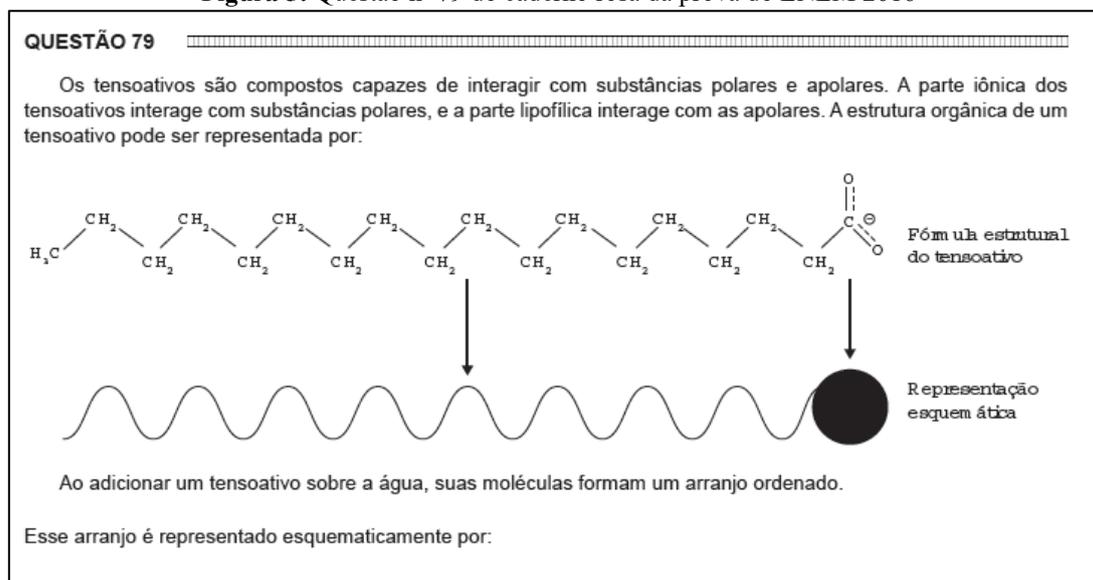
Figura 4: Questões nº 50 e 68 do caderno rosa da prova do ENEM 2016



Fonte: ENEM (2016).

No decorrer do processo de análise identificamos questões sem nenhuma apresentação de contexto ou relação interdisciplinar. Destacamos a questão 79, da prova de 2016 (Figura 5), como um exemplo de questão que indicia relações entre conceitos da disciplina de Química.

Figura 5: Questão nº 79 do caderno rosa da prova do ENEM 2016



Fonte: ENEM (2016).

Apesar de não apresentar possibilidades de relação com um contexto ou com conceitos de outras disciplinas, a questão apresenta vários termos – “tensoativos”, “substâncias”, “polares”, “apolares”, “iônica”, “lipofílica”, “orgânica” – e representações estruturais típicas da linguagem química, que podem conduzir o aluno a fazer relações entre conceitos de uma mesma disciplina, pois de acordo com Vygotsky (2008), a formação de um conceito implica um sistema de conceitos, onde a palavra desempenha um papel mediador nesse processo. Sendo assim, a questão 79 da prova de 2016 foi identificada como pertencendo à categoria 3.

Ainda, destacamos que algumas questões apresentaram as três categorias de análise, como exemplo, apresentamos a questão nº 109 da prova de 2017, Figura 6. A questão traz um contexto tecnológico: o uso de nanotubos de carbono como incremento na fotossíntese das plantas, sendo, portanto, pertencente à categoria 1. Apresenta termos específicos da Biologia, como “cloroplastos”, “membrana dos cloroplastos”, “pigmentos das plantas” e “fotossintética”, bem como expressões da Química, como “nanotubos de carbono”, “elétrons excitados” e “transporte de elétrons”, e da Física, “energia luminosa”, “energia elétrica”, “comprimentos de onda”, “energia solar”, podendo ser classificada na categoria 2, como interdisciplinar. E, ainda, apresenta possibilidades de relação entre os conceitos de uma mesma disciplina, sendo também pertencente à categoria 3.

Figura 6: Questão nº 109 do caderno amarelo da prova do ENEM 2017

QUESTÃO 109

Pesquisadores conseguiram estimular a absorção de energia luminosa em plantas graças ao uso de nanotubos de carbono. Para isso, nanotubos de carbono “se inseriram” no interior dos cloroplastos por uma montagem espontânea, através das membranas dos cloroplastos. Pigmentos da planta absorvem as radiações luminosas, os elétrons são “excitados” e se deslocam no interior de membranas dos cloroplastos, e a planta utiliza em seguida essa energia elétrica para a fabricação de açúcares. Os nanotubos de carbono podem absorver comprimentos de onda habitualmente não utilizados pelos cloroplastos, e os pesquisadores tiveram a ideia de utilizá-los como “antenas”, estimulando a conversão de energia solar pelos cloroplastos, com o aumento do transporte de elétrons.

Nanotubos de carbono incrementam a fotossíntese de plantas.
Disponível em: <http://lqes.igq.unicamp.br>. Acesso em: 14 nov. 2014 (adaptado).

O aumento da eficiência fotossintética ocorreu pelo fato de os nanotubos de carbono promoverem diretamente a

Fonte: ENEM (2017).

Por meio do processo de análise das questões, depreendemos que há possibilidades de relações conceituais que podem favorecer o ensino e aprendizagem na área de Ciências da Natureza. Compreendemos que cada disciplina possui seus conceitos e suas especificidades, porém defendemos que esses conceitos devem ser relacionados com aspectos de contextualização, bem como associados entre os diferentes conceitos da área. Como professoras em formação, consideramos essencial um ensino permeado por conceitos científicos, afinal essa é uma das funções da escola, e pensamos também que o aprendizado efetivo só irá ocorrer se for possibilitada ao aluno uma rede de relações, permeando o ensino dos conceitos científicos específicos com relações de vivências, cotidiano, tecnologia e sociedade aliados a momentos de diálogo, argumentação e reflexão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao realizar o presente trabalho, identificamos que os enunciados das questões de Química de avaliações do ENEM apresentam possibilidade de relações entre os conceitos, o que pode contribuir para a compreensão dos estudantes que realizam as avaliações. Ainda, em nossas discussões iniciais, pensamos que as relações poderiam estar presentes por meio do processo de contextualização, o que foi confirmado. A contextualização foi identificada como a possibilidade de relação conceitual mais recorrente, tanto na revisão dos artigos do ENPEC, quanto na análise das questões da área de Ciências da Natureza nas provas do ENEM.

Para além da contextualização, ampliamos nosso entendimento frente aos processos de relação conceitual e identificamos outras perspectivas, como a relação conceitual pelo processo de interdisciplinaridade e a relação conceitual entre conceitos de uma mesma disciplina. Com isso, os

resultados encontrados vão ao encontro da proposta de Vygotsky (2008) a respeito da formação de conceitos, em especial ao afirmar que “cada pensamento tende a relacionar alguma coisa com outra, a estabelecer uma relação entre as coisas” (VYGOTSKY, 2008, p. 157). Com isso, compreendemos a importância em nos mantermos vigilantes com relação às possibilidades de relações conceituais em instrumentos utilizados pelo professor, uma vez que estudos com essa temática podem contribuir para os processos de ensino e aprendizagem na educação básica, visando a formação de um sujeito crítico e atuante na sociedade.

Destarte, aprender, e também ensinar, é relacionar o que se estuda em sala de aula com o que se vive no cotidiano, é relacionar os conceitos entre si e entre as diferentes áreas do conhecimento, em uma rede de relações. Nesse sentido, compreendemos que o desenvolvimento de ações na escola que promovam relações conceituais é um processo complexo e demanda muito estudo, trabalho e comprometimento pelo professor.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 1. ed. São Paulo: Edições, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica**. Parecer CNE/CEB nº 7 de 09 de julho de 2010. Brasília, Distrito Federal, 2010. 78p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Resolução Nº 2 de 30 de janeiro de 2012. Brasília, Distrito Federal, 2012. 546p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Novo Enem**. 2009. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=13318&Itemid=921>. Acesso em: 28 out. 2018.

CORRÊA A. L.; LOPES JUNIOR, J.; CALDEIRA, A. M. de A. O ensino e a aprendizagem de evolução biológica no âmbito do Currículo do Estado de São Paulo e na matriz de referência do Enem. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais eletrônicos...**Campinas: UNICAMP, 2011.

COSTA-BEBER, L. B.; MALDANER, O. A.; GEHLEN, S. T.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. Movimentos de mudança nos processos seletivos de Universidades Públicas da Região Sul do Brasil a partir do novo ENEM. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 15., Brasília. **Anais eletrônicos...**Brasília: UnB, 2010.

INEP. **Histórico ENEM**. 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/enem/historico>. Acesso em: fev, 2020.

MACENO, N. G.; RITTER-PEREIRA, J.; MALDANER, O. A.; GUIMARÃES, O. M. A Matriz de Referência do ENEM 2009 e o Desafio de Recrear o Currículo de Química na Educação Básica. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, ago. 2011.

MALDANER, O. A. **A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química: professores/pesquisadores.** 2 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003.

MOTA, A. T.; SILVA, L. T. da. **Uma abordagem interdisciplinar da fermentação alcoólica: estudo aplicado ao módulo I do curso de eletrotécnica na modalidade PROEJA do INSTITUTO FEDERAL FLUMINENSE.** 2012. 74f. Monografia (Curso de Graduação em Ciências da Natureza - Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2012.

PELLEGRIN, T. P. A mediação “dia a dia/cotidiano” na apropriação dos conhecimentos científicos e suas manifestações nas questões de Ciências da Natureza do ENEM. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: UFSC, 2017.

PEREIRA, A. F. P.; MEDEIROS, E. P. de; SILVA, M. G. da; SILVA, V. F. da; JÓFILI, Z. M. S.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A. Articulação entre Biologia e Matemática: uma abordagem fundamentada nas provas do Enem. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais eletrônicos...** Campinas: UNICAMP, 2011.

SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de química: ideias e proposições de um grupo de professores.** 2007. 143f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Química da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

STADLER, J. P.; HUSSEIN, F. R. G. S. O perfil das questões de ciências naturais do novo Enem: interdisciplinaridade ou contextualização? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 391-402, 2017.

VYGOSTKY, L. S. **Pensamento e Linguagem.** 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WENZEL, J. S. **A significação conceitual em Química em processo orientado de escrita e reescrita e a ressignificação da prática pedagógica.** 2013. 230 f. Tese (Doutorado em Educação nas Ciências) – Unijuí, Programa de Pós-Graduação *Scripto Sensu* em Educação nas Ciências, Ijuí, 2013.

Recebido em: 08/03/2020

Aceito em: 01/11/2020

Endereço para correspondência:

Nome: Daniele Back

E-mail: danieleback@gmail.com



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).