



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES DE VESTIBULANDOS SOBRE AS LEIS DA TERMODINÂMICA E OS FLUXOS ECOLÓGICOS DE ENERGIA

Fábio Gomes Nunes; Thayana Patrícia da Silva Marques; Roberto Carlos Silva dos Santos;
Maria Iracema Barbosa Moura; Raíza Nayara de Melo Silva

(Universidade Federal Rural de Pernambuco, professorfabiogomes@gmail.com)

Resumo: Atualmente, observa-se a preocupação em elaborar estratégias didáticas que visem promover a interdisciplinaridade. No entanto, estas estratégias ainda se apresentam bastante tímidas frente àquelas que priorizam uma educação fragmentada, como se as disciplinas fossem independentes entre si. Ainda ocorre uma grande valorização - por parte dos docentes - dos conteúdos disciplinares, como áreas do conhecimento que devem ser percorridas inflexivelmente por quem a domina. Partindo desse pressuposto, este trabalho objetiva analisar as concepções de estudantes do ensino médio acerca do conhecimento sobre as Cadeias e Teias Alimentares, pois são fluxos de energia e vinculadas às Leis da Termodinâmica. O presente estudo foi realizado com 30 estudantes de um Curso Pré-Vestibular social, na cidade de Jaboatão dos Guararapes (PE) e os dados foram coletados por meio de questionários semiestruturados. Os alunos reconheciam que apresentavam poucos conhecimentos específicos sobre os temas abordados, além de denunciar a falta de percepção das relações existentes entre esses conhecimentos, normalmente trabalhados de forma estanque e fragmentada em cada uma das disciplinas relacionadas (Biologia e Física). Ao término deste estudo, fica evidente a necessidade de repensar práticas educacionais que possibilitem aos educandos olhar para a complexidade das relações de forma sistêmica e articulada.

Palavras-chave: Concepções, Estudantes, Termodinâmica, Fluxos de Energia.

Introdução

O Ensino de Ciências no decorrer dos anos sofreu enormes modificações como a introdução de inovações tecnológicas e recursos didáticos, as quais facilitaram o estabelecimento de práticas pedagógicas inovadoras, especialmente no tocante ao Ensino de Biologia. No entanto, ainda é muito presente uma visão fragmentada dos conteúdos, o que em certa medida, tem dificultado o processo de ensino-aprendizagem.

Uma área da Biologia muito desarticulada de outras disciplinas é a Ecologia, ciência que se dedica ao estudo dos seres vivos e suas inter-relações com o meio ambiente. Apesar do enfoque às questões ecológicas pelas mídias e outros mecanismos de comunicação, observamos que os educandos ainda têm dificuldades em refletir criticamente sobre os fenômenos ambientais envolvidos o que denota uma certa incongruência na maneira como são abordados os conceitos em Ecologia.

Partindo desse pressuposto, articular física e ecologia se constitui como um verdadeiro desafio para o alunado, pois essas áreas são abordadas de modo isolado no ensino médio, sem qualquer elo, em especial no que tange à Termodinâmica. Esta se embasa em conhecimentos desenvolvidos por físicos desde o século IX, a partir de



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

estudos sobre a máquina a vapor, e que se referem sobretudo, ao trabalho e energia relacionados com variações de pressão e volume.

Apesar da relação não parecer clara, é possível articular Termodinâmica e Ecologia uma vez que conceitos termodinâmicos são os que, ainda hoje, melhor descrevem os processos bioquímicos que sustentam a vida. Como exemplo podemos citar a Bioenergética, ciência que estuda os fluxos de energia nos seres vivos, os quais podem ocorrer através de uma Cadeia Alimentar ou mesmo de uma Teia Alimentar.

Esses fluxos, de maneira simplificada, ocorrem sob a influência da 1ª Lei da Termodinâmica que afirma que “*A energia pode ser alterada de uma forma em outra, mas não pode ser criada ou destruída*” (RAVEN, 2007, p. 98, grifos nossos). Esta primeira lei esclarece que a energia é dinâmica, tendo sua essência vinculada à fluidez entre os organismos através dos níveis tróficos de organização presentes na Cadeia e/ou na Teia Alimentar, a saber, os produtores (plantas ou algas), consumidores (herbívoros, carnívoros e onívoros) e decompositores (fungos e bactérias).

Em complemento, a 2ª Lei da Termodinâmica enuncia: “*Em todas as trocas e conversões de energia, se nenhuma energia sai ou entra no sistema em estudo, a energia potencial do estado final será menor do que no estado inicial*” (RAVEN, 2007, p. 99). Esta segunda prediz o que naturalmente ocorre numa Cadeia e numa Teia Alimentar, haja vista que a energia é dissipada na forma de calor não utilizável e o menor nível trófico possui menos energia (os decompositores, por exemplo) do que os produtores (plantas, por exemplo).

É válido ainda esclarecer como se dá o fornecimento de uma determinada quantidade de energia para um sistema em relação à 1ª Lei da Termodinâmica. Esse processo pode ocorrer de duas maneiras: para realização de trabalho ou para ser absorvida (energia interna) pelo sistema. Assim, a variação interna de um sistema é igual à diferença entre o calor (Q) trocado com o meio externo e o trabalho (W) por ele realizado durante uma transformação (HALLIDAY et al., 2008, p. 197 - modificado).

Seguindo a mesma linha de pensamento podemos aproximar os conceitos da termodinâmica à noção de Teia Alimentar, pois esta também envolve um sistema mais energético que fornece energia em forma de calor (Q) espontaneamente para um sistema menos energético ou que realize trabalho (W), quando tratamos de uma situação de ordem inversa, conforme postulado na segunda Lei da Termodinâmica. (HALLIDAY et al. 2008, p. 248 - modificado).



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

Nesta óptica, é preciso, portanto, considerar que os organismos têm a sua ecologia, cinética, fisiologia e metabolismo dependentes de condições termodinâmicas de ciclagem de energia que advêm da realização de trabalho ou não, sobretudo quando colocamos em cheque a absorção e armazenamento energético, além da sua dissipação ao longo dos sistemas em forma de calor.

Destarte, considerando tamanha integração entre os conceitos e a emergente necessidade que há em relacioná-los para melhor entender o intercâmbio existente entre estes, o presente trabalho buscou analisar as concepções de estudantes do ensino médio acerca do que são a Cadeia e Teia Alimentares e sua relação com as leis da termodinâmica, uma vez que estas se comportam como mecanismos de fluxo de energia.

Metodologia

Esta pesquisa se configura num recorte de uma investigação mais ampla que busca compreender as concepções acerca das leis da termodinâmica e dos fluxos de energia em cadeia e teia alimentares após um processo formativo.

Trata-se de um estudo qualitativo e quantitativo (OLIVEIRA, 2013; MINAYO, 2010) realizado com 30 estudantes do ensino médio de um Curso Pré-Vestibular social localizado na cidade de Jaboatão dos Guararapes em Pernambuco, sob a anuência dos mesmos mediante apresentação e assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) coletivo. A escolha desses sujeitos justifica-se pelo fato de considerar que estes tiveram (ou estão tendo) contato com os conteúdos-alvo desta pesquisa, conforme orientação dos Parâmetros Curriculares para a Educação Básica do Estado de Pernambuco – Biologia – Ensino Médio (SEE - PE, 2013), que evidencia a necessidade de abordar as transformações de matéria e de energia na natureza (p. 21).

A seguir, explicitamos os procedimentos metodológicos adotados para esta pesquisa.

Instrumentos de coleta de dados

Considerando que o objetivo geral desta pesquisa é o de investigar as concepções de estudantes do ensino médio em relação aos conceitos da Ecologia e das Leis da Termodinâmica, optamos por coletar os dados por meio de questionários semiestruturados (GIL, 2008). Para Gil (2008), uma das vantagens dos questionários é a de se atingir um grande número de pessoas com a garantia do anonimato dos sujeitos e a não exposição dos pesquisados à influência das opiniões e dos aspectos pessoais do pesquisador. Nesse sentido,



entendemos como pertinente a elaboração de perguntas abertas e fechadas que nos dessem subsídios para elencar as considerações iniciais dos estudantes foco dessa pesquisa em relação ao tema em cheque.

Etapas da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em 3 etapas: 1. Elaboração de Questionário Semi-estruturado (QSe); 2. Aplicação do QSe; 3. Análise dos dados sob os prismas quantitativo e qualitativo a partir de categorias de análise emergidas das respostas dos estudantes e subsidiadas pela literatura movimentada neste trabalho (MORAES, 2007; MINAYO, 2010; OLIVEIRA, 2013).

O QSe foi formatado de modo a garantir o anonimato dos sujeitos e estruturou-se com perguntas fechadas de modo a contemplar a abordagem quantitativa e perguntas abertas garantindo o cunho qualitativo bem como a liberdade de pensamento dos pesquisados, conforme apresentamos no quadro 1.

Quadro 1 – Questionário Semi-estruturado

Pergunta 1 - Você sabe o que são cadeias e teias alimentares? Em caso afirmativo, o que você entende por esses termos? Em qual (quais) disciplinas você estudou sobre esse assunto?

Sim	Não	Não sei opinar
-----	-----	----------------

Pergunta 2- Você sabe quais são as leis da termodinâmica?

Sim	Não	Não sei opinar
-----	-----	----------------

Pergunta 3- Caso você tenha marcado sim na pergunta anterior, o que você entende por cada uma delas?

Pergunta 4- Você reconhece alguma relação entre as cadeias e teias alimentares e as leis da termodinâmica? Em caso afirmativo, qual relação você estabeleceria entre elas?

Sim	Não	Não sei opinar
-----	-----	----------------

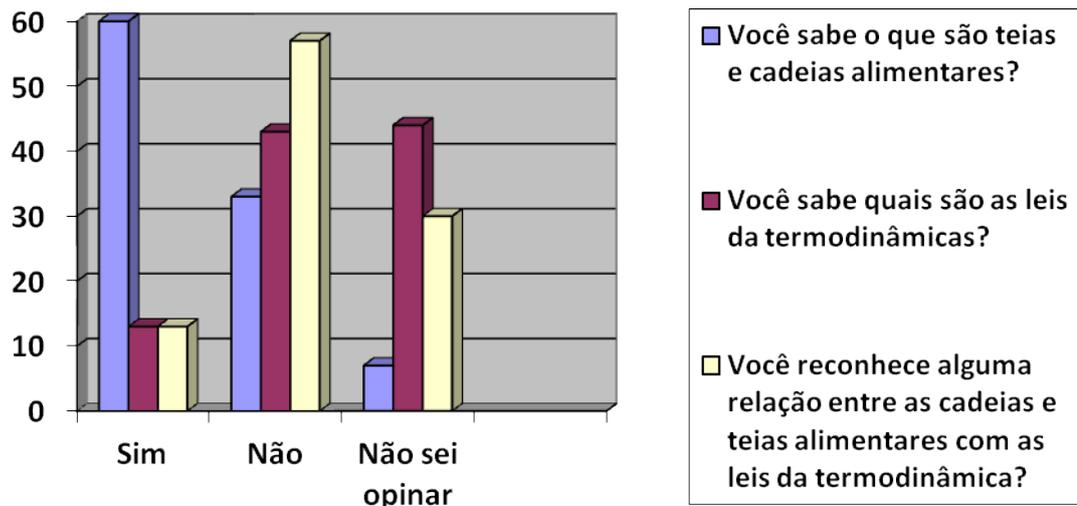
Fonte: Autores



A seguir serão explicitados os dados obtidos bem como a análise destes.

Resultados e Discussão

Inicialmente, apresentamos os resultados das respostas objetivas dos estudantes às questões elaboradas mediante o exposto no gráfico 1.



Fonte: Autores

Em relação às respostas dirigidas ao questionário aplicado e sistematizadas no gráfico 1, verificamos um número expressivo de estudantes (60%) que afirmam ter conhecimento do que vem a ser teias e cadeias alimentares. Em contrapartida, é notório o número de alunos que não souberam opinar (45%) ou não conheciam as leis da termodinâmica (43%). Por último, percebemos que a maioria dos entrevistados (57%) se diz desconhecedor das possíveis relações entre os ciclos ecológicos e as leis da termodinâmica.

Os dados acima denunciam as lacunas educacionais que possuem os vestibulandos que se submeteram a este estudo, sobretudo no que tange ao Ensino de Ciências. Parece-nos que esses alunos não têm uma experiência prévia sobre os conceitos de termodinâmica e sua relação com situações envolvendo trocas de energia no cotidiano. Sendo assim, entendemos que a falta de segurança de boa parte dos entrevistados em relação aos conceitos indagados é uma forte evidência da visão descontextualizada do saber científico que paira sob os estudantes reforçada por déficits no processo formativo vivenciado por esses sujeitos na

Educação Básica, uma vez que os PCNEM (BRASIL,



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

2016) pontuam a necessária assimilação dos conceitos-chaves tais como a noção de teias alimentares, calor, variação de energia e entropia oriundos dos estudos em Ciências da Natureza e suas inter-relações numa perspectiva sistêmica, a qual condiz com a complexidade do mundo em que vivemos (MORIN, 1996; CACHAPUZ et al., 2005).

Cabe salientar que somente esses dados quantitativos não nos dão confiabilidade suficiente para determinar as concepções dos estudantes de interesse deste estudo em relação ao que vem a ser os ciclos ecológicos e as leis da termodinâmica. Para tanto, solicitamos que os alunos registrassem a forma como designam esses conceitos o que possibilitou a identificação de dimensões categóricas, ao nosso ver, suficientes para compreendermos a maneira como esses sujeitos concebem os termos questionados.

No que tange às concepções prévias sobre cadeias e teias alimentares, percebemos que foi possível englobar as colocações dos educandos em duas categorias, a saber, *continuum predatório e relações tróficas*. Tratamos como *continuum predatório* escritos que se detiveram a ideia de teia e/ou cadeia alimentar como uma escala contínua e progressiva de predação entre animais quer ascendente quer descendente dependendo do porte das espécies envolvidas. Em contrapartida, as *relações tróficas* dispõem de comentários que remetem à nutrição das espécies e/ou relações energéticas para a subsistência.

Como exemplos de colocações compreendidas na dimensão *continuum predatório* temos os dizeres “*Cadeias alimentares é a relação predador-presa no mundo animal, e teias deve ser a mesma coisa*” (Aluno 1), “*É um ciclo alimentício que vai da menor presa ao maior predador*” (Aluno 2) e “[...] *nas cadeias pré-definidas [...] encontra-se concretizada a relação entre o mais forte para o mais fraco*” (Aluno 3). É evidente o destaque a ideia de cadeia alimentar vinculada exclusivamente a relação “predador-presa” ou entre “o mais forte e o mais fraco”. Entendemos que as concepções ingênuas desses estudantes se situam na noção de dominação entre espécies, ou seja, num ciclo contínuo e dependente da preponderância física que sub-roga um animal em benefício de outro (BEGON et al., 2007).

Por sua vez, os apontamentos “*A cadeia alimentar é baseada na alimentação dos animais, e a teia alimentar são os tipos de alimentos*” (Aluno 8) e “*Cadeias alimentares são relações estabelecidas entre seres vivos de um ecossistema. Já a teia alimentar é o mesmo esquema, só que essas relações são estabelecidas entre seres de várias espécies, ou seja, é algo de dimensão maior*” (Aluno 9) são exemplificações de comentários que se aproximam da categoria que denominamos de *relações tróficas*. Nesse caso, diagnosticamos as noções de “alimentação” e “relações entre seres” presentes nos comentários dos estudantes o que nos remete a uma inclinação ainda que incipiente aos



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

aspectos nutricionais e, conseqüentemente, energéticos que estão envolvidos na conjuntura de uma cadeia e/ou teia alimentar (RICKLEFS, 2010).

Por conseguinte, nos interessou saber as concepções dos estudantes no tocante às leis da termodinâmica. Nesse caso, identificamos apenas uma categoria que contemplou a essência das ponderações apresentadas pelos educandos, a qual denominamos de *concepção de calor e transferência de energia*. Essa categoria busca elencar comentários que convergem para o conceito de calor e de transferência de energia.

Isto posto, temos a presença das seguintes colocações: “A 1ª é que toda energia não é criada e nem destruída, 2ª é que nenhum corpo frio pode passar calor para um corpo quente” (Aluno 11), “[...] Lembro de algo sobre o ciclo do Carnot, e também que todo calor é uma energia em trânsito” (Aluno 14) e “Calor é a agitação das moléculas. Temperatura é a medição deste movimento” (Aluno 5). Diante desses registros, podemos destacar a referenciação a terminologias científicas adequadamente utilizadas por parte dos estudantes como vemos na ideia de calor como “energia em trânsito” ou ainda na noção de calor atrelada à “agitação das moléculas”. Em ambas as situações percebermos uma correspondência direta ao postulado da 2ª lei da termodinâmica que discorre sobre o conceito de calor e conservação da energia (HALLIDAY et al, 2004). Entretanto, não verificamos qualquer enunciação dos alunos que retomassem a outros conceitos na mesma medida fundamentais para os estudos em termodinâmica como a noção de sistema, conversão térmica em trabalho e entropia (ATKINS, 2001).

Por fim, buscamos identificar a relação entre os conceitos de teia, cadeia alimentar e as leis da termodinâmica presentes no cotidiano que por ventura permeassem os escritos dos estudantes. Em virtude dos dados coletados, elencamos uma categoria para representar o teor dos comentários emergidos denominada *compreensão fragmentada de ciclo ecológico e leis da termodinâmica*. Essa dimensão categórica constitui-se de colocações que, embora assinalem características intrínsecas de ambos os conceitos em destaque, não apresentam uma inter-relação consistente entre eles.

À título de exemplo temos “o que entendo sobre relação de cadeias e teias alimentares são as relações de comensalismo, predatismo, mutualismo, etc. Agora as leis da termodinâmica são algo a ver com o trabalho, gasto de energia, e talvez o metabolismo (que relacionado à biologia) está em constante atividade, dentro do nosso corpo, regulando e estimulando reações químicas” (Aluno 15) e “[...] Que essas leis e esse ciclo estão sempre em movimento” (Aluno 18). Nos termos em destaque diagnosticamos a alusão aos conceitos de “comensalismo, predatismo, mutualismo” pertinentes



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

aos estudos em ciclos ecológicos (RICKLEFS, 2003; BEGON et al., 2007), além da remissão aos termos “trabalho, gasto de energia e metabolismo” ligados à termodinâmica (ATKINS, 2001; HALLIDAY, 2008). Contudo, não verificamos uma relação plausível entre essas duas áreas do conhecimento de forma que seus conceitos se entrelaçassem e convergissem para uma definição concisa e coerente com a literatura vigente (ATKINS, 2001; RICKLEFS, 2003; BEGON et al., 2007). Isto reverbera na necessidade de se desenvolver situações de ensino que estimule o olhar sistêmico desses estudantes em relação a estes dois conceitos, promovendo uma formação mais holística e menos pragmática, sobretudo que abarque o mundo como um artefato sistêmico e complexo (MORIN, 1996).

Conclusão

Este trabalho analisou as concepções de estudantes sobre as leis da termodinâmica e os fluxos de energia existentes nas relações ecológicas.

Num primeiro momento, verificamos que os alunos reconheciam que apresentavam poucos conhecimentos específicos sobre os temas que seriam abordados, demonstrando indícios de uma educação básica deficiente de conceitos importantes que farão parte da tanto da vida acadêmica quanto do cotidiano. Outro aspecto que nos chamou a atenção é a falta de percepção das relações existentes entre esses conhecimentos que normalmente são trabalhados de forma fragmenta por cada uma das disciplinas que compõe o nosso modelo curricular.

Os indícios levantados nesse primeiro momento, se afirmaram na categorização e análise das respostas apresentadas por eles, onde vemos algumas concepções ainda insipientes sobre os termos perguntados e que, muitos deles, embora apresentassem características das dimensões teóricas dos dois conceitos destacados nesta pesquisa, não conseguiam explicitar as relações existentes entre eles.

Sendo assim, evidenciamos a necessidade de repensar a nossa educação básica a fim de despertar nossas escolas para a promoção de mais momentos de interação entre as disciplinas que compõem a nossa grade curricular, a fim de formarmos estudantes que reconheçam a presença da ciência em seu cotidiano.

Todavia, seria possível que estas concepções alternativas persistam na forma de pensar dos estudantes ainda que estes fossem submetidos a um processo formativo? Cientes que este estudo não possui elementos suficientes para responder tal questionamento e, ao mesmo tempo, não se esgota em suas averiguações, sugerimos que outras pesquisas sejam realizadas nessa perspectiva a fim de propor e analisar



III CONEDU

CONGRESSO NACIONAL DE
E D U C A Ç Ã O

situações de ensino que permitam refletir sobre o estabelecimento de estratégias pedagógicas e práticas educacionais menos fragmentadas que levem em consideração a visão complexa da realidade.

Referências

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. Trad. Ignez Caracelli et al. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S/A, 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2016.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J.; **Fundamentos da Física**, vol. 2, 8. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2008.

MINAYO, M.C.S. **Pesquisa Social; Teoria Método e Criatividade**. 29ª. ed., Petrópolis: Vozes, 2010.

MORAES, R. Mergulhos discursivos: Análise textual qualitativa entendida como processo integrado de aprender, comunicar e interferir em discursos. In: GALIAZZI, M. C.; FREITAS, J. V. **Metodologias Emergentes de Pesquisa em Educação Ambiental**. Ijuí: Unijuí, 2007.

MORIN, E. **Ciência com Consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

OLIVEIRA, M. M. **Como Fazer Pesquisa Qualitativa**. Petrópolis: Vozes, 2013.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.

SECRETARIA ESTADUAL DE EDUCAÇÃO DE PERNAMBUCO. **Parâmetros Curriculares para a Educação Básica do Estado de Pernambuco – Biologia – Ensino Médio**. 2013.