

## **PROPOSTA DE UMA AVALIAÇÃO INTERDISCIPLINAR SOBRE ENERGIA ENVOLVENDO AS DISCIPLINAS DE FÍSICA, QUÍMICA, GEOGRAFIA E BIOLOGIA**

**Thiago Mello dos Reis**(Doutor em Física, Engenheiro de Produção e professor EBTT Ifes)

**Graziani Mondoni Silva**(Mestre em Geografia e professor EBTT Ifes)

**Rafael Mantovaneli Sousa**(Mestre em Química e professor EBTT Ifes)

**Mariana Petri da Silva**(Mestre em Biologia e professor EBTT Ifes)

### **Resumo**

O presente trabalho relata uma experiência referente ao desenvolvimento de uma avaliação escrita interdisciplinar. A avaliação construída apresenta o assunto Energia como tema gerador, objetivando instigar o raciocínio do estudante para os principais aspectos da relação entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade. Elaborada por docentes das áreas de Física, Química, Geografia e Biologia, a referida avaliação foi aplicada para três turmas do segundo ano do ensino médio em uma escola pública. Os resultados da aplicação da prova mostram que este tipo de avaliação representa uma alternativa viável e dinâmica para fomentar o ensino de ciências. Dentre os impactos positivos deste tipo de abordagem, destaca-se a possibilidade de ilustrar para o estudante uma visão mais holística do processo científico. O êxito da aplicação da prova foi verificado por meio de uma análise das notas obtidas pelos estudantes e através de uma entrevista semiestruturada, na qual os estudantes puderam expressar suas opiniões sobre a avaliação. Por meio de tal abordagem híbrida, quantitativa e qualitativa e exploratória, ratificamos a eficácia da metodologia proposta no trabalho. Ademais, os resultados gerados por esta experiência possuem grande potencial para inspirar e motivar professores a trabalharem com temas geradores que aglutinem as várias áreas do conhecimento científico.

**Palavras-chave:** Energia; Ensino Interdisciplinar; Desenvolvimento Sustentável.

### **Abstract**

The present work reports an experience concerning to the development of an interdisciplinary test. The built test has Energy as generator theme, aiming to instigate the reasoning of the student for the main aspects of the relationship between economic development and sustainability. Elaborated by teachers of the areas of Physics, Chemistry, Geography and Biology, the mentioned test was applied for three classes of the second year of the High-School of a public school. The results of the application of the test show that this kind of test represents a viable and dynamics alternative to foment the teaching of sciences. Among the positive impacts of this sort of approach, we highlight the possibility of illustrate for the student a more holistic vision of the scientific process. The success of the application of the test was verified by an analysis of the grades obtained by the students and through a half structured interview, which the student can express their opinions about the test. By mean of such hybrid approach, quantitative and qualitative and exploratory, we confirm the effectiveness of the methodology proposed in this work. In addition, the results generated by this experience has great potential to inspire and motivate teachers to work with generator themes that agglutinate the various areas of the scientific knowledge.

**Keywords:** Energy; Interdisciplinary Teaching; Sustainable Development.

## **Introdução**

A interdisciplinaridade no ensino de ciências integra as principais legislações brasileiras sobre educação. Diversas discussões e pesquisas tem sido feitas sobre o assunto nos últimos anos, todavia há poucas aplicações efetivas de interdisciplinaridade no cotidiano educacional (Mozena & Ostermann, 2014). Mesmo regulamentada, a interdisciplinaridade é pouco explorada no cotidiano das escolas. No Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) não se observou uma prática de interdisciplinaridade efetiva em seus primórdios (Pinheiro & Ostermann, 2010; Hipólito & Silveira, 2011; Miranda; Alves & Machado, 2011). Analogamente, diversos vestibulares do Brasil também não tem abordado questões interdisciplinares com grande frequência (Monteiro, 2011; Monteiro 2012). Embora haja pouca aplicação prática de interdisciplinaridade no ensino de ciências em escala nacional, os autores brasileiros têm elaborado inúmeras pesquisas sobre o assunto. Das publicações sobre ensino de ciências em revistas com qualis A1 e A2, os autores brasileiros aparecem como autores principais em aproximadamente metade dos artigos (Mozena & Ostermann, 2014).

Interdisciplinaridade pode ser definida como interação existente entre duas ou mais disciplinas de modo que essa interação pode ir da simples comunicação de ideias à integração mútua dos conceitos diretores da epistemologia, da terminologia, da metodologia, dos procedimentos, dos dados e da organização referentes ao ensino e à pesquisa (Fazenda, 2008). Tradicionalmente, um estudante de nível médio possui diversas aulas segregadas em que os conteúdos são transmitidos isoladamente entre as várias disciplinas. Neste cenário, muitos conteúdos que são mais significativamente compreendidos por meio da complementaridade entre duas ou mais linhas do conhecimento científico, são vistos pelos estudantes como entidades isoladas de determinadas matérias específicas. Este contexto não é desejável porque faz com que o estudante não adquira a visão integrada das várias ciências para compor uma articulação que tenha

como resultado a visão unificada do processo científico de compreensão da realidade.

Embora haja regulamentações e aspectos claramente positivos na prática da interdisciplinaridade no ensino de ciências, algumas dificuldades características se levantam na efetivação da aplicação cotidiana de métodos interdisciplinares. Choques epistemológicos disciplinares, concepções docentes e discentes diferenciadas a respeito da natureza da ciência e das práticas escolares, estrutura no espaço-tempo escolar, são alguns dos obstáculos mais frequentes (Lavaqui & Batista, 2007). Dentre as barreiras encontradas, as atribuições docentes no ambiente escolar que contemplam elevada carga horária de sala de aula e atribuições administrativas diversas, possivelmente são as principais dificuldades atuais para que haja poucas práticas interdisciplinares nas escolas. Uma outra dificuldade frequentemente relatada por professores como fatores inviabilizadores de ações interdisciplinares, são o desinteresse e a indisciplina dos alunos (da Silva Augusto & de Andrade Caldeira, 2016). A abordagem via temas cotidianos que sejam explorados pelas diversas ciências é uma estratégia que possui grande potencial para dirimir algumas das principais dificuldades destacadas por educadores. Uma outra estratégia que possui grande potencial para tornar os estudantes mais abertos para experiências interdisciplinares na escola é atrelar tais atividades à avaliações.

A elaboração de avaliações que englobem mais de uma disciplina de forma a consolidar um método de verificação do aprendizado fiel à realidade, não é um processo simples. Os mesmos problemas que listamos como fatores impeditivos na implementação de práticas interdisciplinares, também são aplicados à confecção de provas e outros instrumentos avaliativos interdisciplinares. Por problemas práticos desta natureza é que há quem aponte para uma crise sistêmica no ensino de ciências, que precisa ser seria e amplamente debatida e reinventada (Fourez, 2016). Uma alternativa eficaz para os professores de ciências é enxergar a relação entre os assuntos de suas disciplinas e assim construir temas e assuntos que dialoguem mutuamente. Partindo-se de um tema gerador ou tema central, é possível

elaborar aulas e avaliações que sejam voltadas a debater e solucionar os problemas associados ao tema central em pauta (Ward et al., 2009).

Neste trabalho relatamos a experiência da aplicação de uma avaliação interdisciplinar sobre Energia, envolvendo as disciplinas de Física, Química, Geografia e Biologia. Além de apresentarmos os resultados da aplicação da prova, expomos o processo de construção da referida avaliação. Dentre as possibilidades levantadas neste trabalho, destacamos a divulgação de uma avaliação sobre um tema de grande relevância cotidiana e científica que está pronta para ser aplicada e o convite para que outros professores implementem a metodologia apresentada para a elaboração de outras avaliações interdisciplinares similares, que envolvam outros temas e disciplinas.

## **Metodologia**

Inicialmente, a equipe de professores se reuniu para definir o tema central da avaliação. A ideia foi aglutinar diversos pontos das ementas das várias disciplinas envolvidas para contemplar o maior número de assuntos a serem trabalhados com os estudantes. O tema escolhido foi a Energia tendo-se em vista o momento do ano em que a avaliação foi elaborada, a quantidade de conteúdos possíveis de serem integrados e a relevância do tema.

Durante as discussões preliminares, a intenção coletiva levantada pelos professores que fizeram parte da confecção da avaliação foi a de suscitar discussões entre os estudantes para que eles pudessem exercitar a capacidade de dissertar argumentativamente sobre assuntos contemporâneos e que afetam direta e decisivamente o desenvolvimento civilizacional que observamos em nosso cotidiano. A partir dessas reflexões e considerações, predefinimos que trabalharíamos com uma avaliação a ser respondida em duplas, para que os estudantes pudessem discutir as respostas entre si e exercitarem ainda mais sua capacidade argumentativa mediante a defesa de certa tese. Outra premissa levantada foi a de

incluirmos discussões contemporâneas em todas as questões da avaliação. Dessa forma, nenhuma questão ficaria restrita ao conhecimento científico de uma disciplina específica porque sempre envolveria alguma discussão subjetiva posterior referente aos paradigmas centrais do desenvolvimento econômico corrente.

Uma predisposição significativa foi passar para o estudante a ideia de unidade, ou seja, deixar claro para o estudante que as várias disciplinas trabalhadas no ensino médio fazem parte do mesmo processo científico e que se inter-relacionam na explicação da natureza. Para esse fim, as questões foram dispostas em um único caderno de avaliações (apresentado na íntegra no Apêndice A deste trabalho) que contém um título próprio sem explicitar nomes de disciplinas específicas. Para que pudéssemos ter mecanismos fidedignos de análises posteriores sobre o desenvolvimento da avaliação, aplicamos as provas para as três turmas simultaneamente e conforme mencionado, em duplas. Foi permitido aos estudantes uma auto-organização para a definição das duplas que responderiam às questões da avaliação. Todas as turmas tiveram um tempo máximo de cem minutos para concluir a avaliação.

Ulteriormente à aplicação da prova, fizemos uma análise para verificar a eficácia da metodologia adotada. Essa análise correspondeu a uma visão quantitativa e outra qualitativa do processo. Nesta, promovemos uma entrevista semiestruturada com alguns dos alunos que fizeram a avaliação. Naquela, analisamos as notas obtidas e comparamo-nas com as notas obtidas nas avaliações correlatas das disciplinas individuais. Para os propósitos de verificações da eficácia da metodologia deste trabalho, a avaliação qualitativa foi mais relevante porque permitiu detectarmos o impacto deste tipo de avaliação sobre o aprendizado dos estudantes envolvidos.

Para a determinação dos dados qualitativos mencionados, selecionamos um grupo de estudantes com base em critérios estatísticos de amostragem. Ao todo, foram 97 estudantes que realizaram a avaliação.

Utilizamos de critérios estatísticos apropriados para entrevistarmos somente 31 estudantes e termos uma representatividade com intervalo de confiança (ou confiabilidade estatística) de 95% e margem de erro de 5%. Analogamente ao que é feito em pesquisas eleitorais, em que se trabalha com intervalo de confiança de 95% e margem de erro de 2%, procedemos teoricamente para definir o tamanho ideal da amostra a ser entrevistada. Tendo-se em vista o total de alunos que realizaram a avaliação, não foi possível chegarmos à margem de erro de dois pontos percentuais. Antes de iniciarmos a entrevista (em que o conjunto de perguntas está exibido na íntegra no ApêndiceB deste trabalho), os estudantes preencheram uma cédula específica em que indicaram sua percepção acerca da experiência de realizar uma avaliação como a que estamos propondo. Levando-se em conta todos os aspectos, os estudantes deveriam indicar como “péssimo”, “ruim”, “regular”, “bom” ou “ótimo”, a experiência que tiveram ao fazerem uma avaliação interdisciplinar como a referida neste trabalho. O detalhamento sobre os critérios de amostragem adotados até a determinação dos estudantes que responderam à entrevista são apresentados no capítulo seguinte. Com base nos resultados quantitativos e qualitativos deste trabalho, foi possível identificar os pontos que são possíveis de serem melhorados para oportunidades futuras. Assim como uma pesquisa sobre a qualidade de um produto, é possível utilizar os pareceres dos clientes para retroalimentar a metodologia e melhorar o produto comercializado. Na realidade levantada neste trabalho, os clientes são os estudantes que participaram do processo e o produto é a avaliação elaborada. A Figura 1 resume a metodologia adotada neste trabalho.

Figura 1: Resumo da metodologia adotada neste trabalho.

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

## Resultados e discussões

Os resultados deste trabalho estão construídos sob dados quantitativos e qualitativos. Primeiramente, exporemos os resultados oriundos dos dados quantitativos. Em seguida, traremos os resultados qualitativos bem como os critérios utilizados para o levantamento de tais dados. Após a apresentação desses dados, discutiremos como eles se inter-relacionam de modo a possibilitar conclusões acerca da metodologia proposta neste trabalho.

Após a aplicação das provas, coletamos as notas e fizemos uma análise numérica que envolveu a determinação de algumas variáveis estatísticas relevantes. As notas estão graduadas entre zero e cem. Também analisamos as notas obtidas pelos estudantes após a recuperação da avaliação. Para computarmos a nota de recuperação, aplicamos uma versão reduzida da avaliação inicialmente aplicada. A Tabela 1 mostra as análises estatísticas das notas obtidas pelos estudantes.

Tabela 1: Resultados numéricos obtidos através das notas dos estudantes.

<b>Variável Estatística</b>	<b>Antes da recuperação</b>	<b>Após a recuperação</b>
<i>Média</i>	61,5	66,3
<i>Desvio padrão</i>	17,2	14,2
<i>Mediana</i>	62,5	66,4
<i>Moda</i>	50	60
<i>Coefficiente de variação</i>	0,28	0,21

Os resultados exibidos na Tabela 1 nos possibilitam inúmeras análises pertinentes. Para fins de inferência e apreensão de conclusões em relação às notas obtidas, podemos nos utilizar de qualquer conjunto de notas, antes da recuperação ou após a recuperação. O fato dos coeficientes de variação



serem relativamente próximos e menores que 0,3 faz com que os dados obtidos e analisados por meio das médias, representem com fidelidade os resultados dos indivíduos da amostra (Silvestre, 2007). Sendo assim, podemos utilizar as médias da Tabela 1 para medirmos o aproveitamento dos estudantes na avaliação realizada. Doravante, consideraremos os parâmetros estatísticos após a recuperação para tratarmos das notas obtidas pelos estudantes na avaliação proposta. Para informações detalhadas das notas individuais, o leitor é referido ao material suplementar deste trabalho.

Comparando as notas obtidas na avaliação interdisciplinar proposta com as notas de provas de disciplinas individuais que tradicionalmente são aplicadas, podemos estabelecer algumas análises positivas acerca da metodologia do trabalho. A Tabela 2 exibe as mesmas variáveis estatísticas construídas com base nas notas obtidas pelo mesmo grupo de estudantes em provas de disciplinas individuais. Essas notas foram retiradas de avaliações sobre assuntos correlatos aos temas trabalhados na avaliação interdisciplinar proposta e foram aplicadas ao mesmo grupo de estudantes no mesmo trimestre letivo.

Tabela 2: Notas obtidas em provas de disciplinas individuais e na avaliação interdisciplinar

<b>Variável Estatística</b>	<b>Avaliação interdisciplinar</b>	<b>Prova de Física</b>	<b>Prova de Química</b>	<b>Prova de Geografia</b>	<b>Prova de Biologia</b>
<i>Média</i>	66,3	52,6	22,5	65,4	60,6
<i>Desvio padrão</i>	14,2	27,9	22,0	18,4	21,6
<i>Mediana</i>	66,4	50,0	20,0	69,0	62,0
<i>Moda</i>	60,0	60,0	0,00	74,0	80,0
<i>Coefficiente de variação</i>	0,21	0,53	0,98	0,28	0,36

A partir da Tabela 2, depreendem-se diversas informações pertinentes. Observamos que a avaliação interdisciplinar proposta foi mais efetiva no

sentido estrito do resultado atingido pelos estudantes bem como na representatividade das notas obtidas pelos estudantes. Há muitas discussões a respeito da efetividade da utilização de notas para medir o desempenho dos estudantes (Assis, 2010; Daniels, 2003; Gatti, 2003). Mais do que a média obtida por uma turma de estudantes, devemos nos ater a outras variáveis que possam indicar a real representatividade desse resultado calculado. A Tabela 2 nos mostra que a avaliação interdisciplinar aplicada aos estudantes se mostra numericamente mais satisfatória que as provas que tradicionalmente são segmentadas por disciplinas específicas. Além da pontuação média ser maior que as notas obtidas em disciplinas individuais, o fato de observarmos menores valores de desvio padrão e de coeficiente de variação mostra que a nota média indicada na avaliação interdisciplinar proposta é mais representativa que as obtidas em provas sobre disciplinas individuais. Dessa forma, a média calculada para a avaliação interdisciplinar representa com maior fidelidade o desempenho de um indivíduo escolhido aleatoriamente dentro da população analisada. Sob outra perspectiva, temos uma maior confiabilidade para afirmar que, dentre as médias apresentadas na Tabela 2, o valor referente à avaliação interdisciplinar é o que melhor representa o comportamento da turma. O coeficiente de variação, menor que 0,3, ilustra que a média calculada representa com relativa fidelidade o desempenho da turma.

Em análises referentes a ensino, o monitoramento de desempenho, investigado exclusivamente via números nem sempre a prática mais desejável. Por isso, fizemos uma análise qualitativa e exploratória para determinar as impressões dos estudantes acerca da avaliação interdisciplinar por eles realizada. Essa investigação consistiu de uma pesquisa de opinião sobre a experiência que a avaliação interdisciplinar proporcionou para o estudante. Nessa etapa, os estudantes avaliaram selecionados avaliaram a experiência como “péssimo”, “ruim”, “regular”, “bom” ou “ótimo”. Após a avaliação, iniciamos uma entrevista semiestruturada com os estudantes (perguntas exibidas no Apêndice B).

Para que não fosse necessário entrevistar todos os 97 alunos que fizeram a prova, adotamos um critério de amostragem para a seleção dos estudantes. O tamanho da amostra é baseado na margem de erro e no intervalo de confiança desejados (Silvestre, 2007). Determinamos o tamanho da amostra tendo o desvio padrão calculado como referência. Considerando o desvio padrão de 14,2 destacado na Tabela 2, um intervalo de confiança de 95%, construímos a Tabela 3, que fornece o tamanho da amostra necessário para cada margem de erro específica.

Tabela 3: Tamanho de amostra necessária para cada margem de erro considerada tendo-se um desvio padrão de 14,2.

Tamanho da amostra para um IC* de 95%	Margem de erro (%)
194	2
86	3
49	4
31	5
22	6
16	7
12	8
10	9
8	10

\* Intervalo de confiança

Os dados da Tabela 3 foram construídos tendo-se em vista o critério determinado por Silvestre (2007), o qual fornece o número da amostra para um desvio padrão específico. A Equação 1 a seguir ilustra o procedimento de cálculo que leva aos resultados apresentados na Tabela 3.

Na Equação (1),  $z$  representa a variável obtida na tabela específica sobre a distribuição normal,  $\sigma$  representa o desvio padrão da população e  $e$  representa a margem de erro considerada. A partir dos resultados mostrados na Tabela 3, optamos em trabalhar com uma amostra de 31 alunos. Dessa forma, teríamos que entrevistar menos de um terço do grupo total de

(1)

estudantes e trabalharíamos com análises qualitativas contendo uma margem de erro de 5 pontos percentuais.

A Tabela 4 a seguir mostra as respostas dos estudantes sobre a experiência que tiveram por meio da avaliação interdisciplinar proposta.

<b>Classificação</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentual (%)</b>
<i>Péssimo</i>	0	0
<i>Ruim</i>	0	0
<i>Regular</i>	4	13
<i>Bom</i>	21	68
<i>Ótimo</i>	6	19

Como destacado, os percentuais contidos na Tabela 4 estão ilustrados com margem de erro de cinco pontos percentuais para mais ou para menos. Notamos que para 87% dos estudantes envolvidos, a experiência da avaliação interdisciplinar foi considerada boa ou ótima. Somente 13% dos alunos que participaram da avaliação consideraram a experiência regular.

Após os alunos avaliarem qualitativamente a experiência da avaliação interdisciplinar, iniciamos as entrevistas com grupos relativamente pequenos estudantes. Dentre as três turmas envolvidas no estudo, selecionamos dez estudantes de duas turmas e onze estudantes da turma que teve a maior média. Dentro de cada turma, selecionamos um grupo de estudantes que obteve pontuação abaixo da mediana (inclusive) e outro grupo composto por alunos que tiveram um desempenho numérico acima da mediana. Para as turmas em que retiramos dez estudantes, sorteamos aleatoriamente cinco estudantes abaixo da mediana (inclusive) e outros cinco acima da mediana. Para a turma em que retiramos onze alunos para compor a amostra entrevistada, sorteamos aleatoriamente cinco estudantes abaixo da mediana (inclusive) e outros seis estudantes com desempenho superior à mediana. A entrevista foi executada com extratos de cinco estudantes. O objetivo central da entrevista foi o de captar as percepções dos estudantes para termos uma noção mais representativa do real impacto da avaliação no aprendizado dos

estudantes bem como para angariarmos sugestões de melhorias para experiências similares futuras.

Dentre as principais percepções que retiramos das entrevistas junto aos estudantes, destacamos a ansiedade relatada praticamente todos os alunos ouvidos. Os estudantes relataram que em função de não terem tido uma experiência prévia similar, ficaram muito apreensivos acerca da avaliação que fariam. Mesmo havendo comunicação prévia de 30 dias e diversas conversas sobre a avaliação, os estudantes relataram a ansiedade como a principal sensação antes da avaliação. Grande parte dos estudantes relataram uma sensação de alívio após o término da avaliação, muito em função exatamente do desgaste mental e emocional prévio por conta da ansiedade por eles alimentadas. Consideramos que 30 dias de antecedência seriam suficientes para que os estudantes estivessem tranquilos para a realização da avaliação escrita, porém observamos que isso não se verificou. A justificativa para esta observação está atrelada a natureza das avaliações escritas, que são grande fonte de ansiedade para os estudantes, mesmo os mais preparados. Uma possibilidade de minimizar os impactos negativos da ansiedade seria comunicar os estudantes com mais antecedência e promover mais momentos coletivos entre os professores envolvidos na avaliação e os estudantes. As conversas com os estudantes nos levaram a arguir sobre o que poderíamos modificar na prática atual para melhorar a experiência dos estudantes em oportunidades futuras similares. Boa parte dos estudantes solicitaram “rodas de conversa” que consistiriam em reuniões entre os professores que elaborariam a avaliação conjunta e cada uma das turmas separadamente. Nessa mesma linha, sugeriram “aulões”, que poderiam acontecer com mais de um professor na aula. O objetivo dessa aula seria o de conectar os assuntos em pauta com maior clareza. Os estudantes acreditam que uma conversa com professores de áreas do conhecimento distintas é uma boa oportunidade para que os estudantes detectem mais facilmente as conexões entre as várias disciplinas. Os estudantes ressaltaram a importância das aulas de disciplinas individuais, destacando que os aulões complementaríamos as aulas individuais. Os estudantes

ênfatazaram que os conteúdos trabalhados separadamente através de aulas de disciplinas individuais não dificultam a realização de uma avaliação conjunta, no entanto afirmam que alguns momentos com mais de um professor seriam importante na consolidação de conteúdos que dialogam entre si.

Os estudantes entrevistados sinalizaram como positiva a forma como a avaliação foi construída. Houve unanimidade na menção ao fato de que sem a avaliação, os estudantes não conseguiriam conectar as várias disciplinas. Em outras palavras, os estudantes destacaram que se não fosse a avaliação elaborada, eles não enxergariam que a energia pode ser estudada sob diversas perspectivas distintas e que essas múltiplas visões possibilitam conexões para o entendimento da natureza. Muitos estudantes mencionaram que não seriam capazes de, por si mesmos, conectar as reações químicas e os cálculos estequiométricos com o funcionamento de um motor de combustão interna, ao mesmo tempo que teriam grandes dificuldades em notar que há relação entre a primeira lei da termodinâmica e o processo de fotossíntese observado em plantas. Essas observações corroboram a pujante ideia atual acerca do papel do professor em sala de aula, ou seja, a criação de conexões com fenômenos do mundo visual e tátil dos estudantes. Acerca desse tema, um estudante relatou algo muito representativo: "... por meio dessa prova eu pude notar que a natureza é uma coisa só... não é essa história de que cada matéria fica na sua caixinha... elas se relacionam para explicar a natureza". Essa fala ilustra algo muito significativo. O conhecimento científico é sementado em várias ciências por razões ontológicas, epistemológicas e outras causas específicas. A realização dessa avaliação interdisciplinar tem grande potencial para fazer com que os estudantes concluam o ensino médio conscientes de que a ciência existe para que o ser humano compreenda a natureza e está segmentada em disciplinas para que esse processo de compreensão concatene abrangência e simplicidade, aspectos esses discrepantes em princípio.

## **Conclusões**

Em tempos de grandes mudanças nas perspectivas da relação ensino e aprendizagem, o papel do professor em se apresentar como um elo entre o estudante e a visão holística do mundo que o cerca é cada vez mais demandado. Diante de inúmeras metodologias de ensino que redimensionam a relação ensino-aprendizagem, como as metodologias ativas e as aulas invertidas, por exemplo, a função do professor em ser um agente de fomento à busca de uma visão unificada da ciência se mantém vivo. O desempenho de tal tarefa não deve estar restrito somente ao cotidiano da sala de aula, devendo também ser expandido para as avaliações. Nesse sentido, este trabalho ilustra uma possibilidade de se criar avaliações escritas motivantes e integradas por meio de uma metodologia simples e facilmente reproduzível no cotidiano das escolas brasileiras.

As várias observações feitas neste trabalho nos permitem concluir que a aplicação da metodologia aqui proposta foi exitosa na medida em que harmoniza satisfatoriamente análises quantitativas e reflexões oriundas de abordagens qualitativa e exploratória. As notas obtidas pelos estudantes na avaliação conjunta escrita apresentada foram melhores em média que as notas obtidas em provas de disciplinas individuais. Ademais, o menor desvio padrão e o baixo coeficiente de variação indicam maior representatividade da média calculada para a avaliação conjunta que aquela observada em provas escritas tradicionais. Concomitantemente a isso, as análises qualitativas indicam que os estudantes consideraram a experiência proporcionada pela metodologia deste trabalho como boa ou ótima e que através da avaliação proposta puderam estabelecer conexões entre as várias ciências que se somam na descrição da natureza.

Os dados qualitativos coletados neste trabalho sugerem que a experiência para os estudantes seria ainda melhor mediante algumas pequenas modificações no processo que foi conduzido junto a eles até a realização da prova. A mais significativa delas, que foi ostensivamente sinalizada pelos estudantes, seria a realização de momentos de conversa entre a turma e os quatro professores envolvidos na avaliação conjunta. Combinado aos aulões com mais de um professor por turma, lecionando

simultaneamente, essas conversas representam uma maior possibilidade de relacionar as disciplinas consideradas na avaliação conjunta. Em experiências futuras, certamente será necessário um planejamento adequado e muito cuidadoso para este aulão. Ao mesmo tempo em que uma aula interdisciplinar possui grande potencial de agregar valor para os estudantes, se mal planejada, pode se tornar fonte de conflitos e dúvidas para os estudantes envolvidos.

Pensando em perspectivas para trabalhos futuros, há muitas possibilidades que se levantam sob a ótica tratada neste trabalho. Outras áreas do conhecimento científico podem se juntar para a elaboração de avaliações similares a discutida neste trabalho. Nesse contexto, o fator limitante do processo será a criatividade dos professores envolvidos em planejar e estruturar temas geradores que sejam relevantes e que abarquem o maior número de pontos dentro de cada ementa das disciplinas envolvidas.

### **Apêndice A**

Este apêndice contém o modelo da prova que foi trabalhada junto aos estudantes. O tema gerador foi “Energia”. As disciplinas envolvidas foram, Física, Química, Geografia e Biologia.

# ***“Logo da Instituição”***



# Geografia

1.5 nas

## relações entre economia e desenvolvimento sustentável

Nome:

Turma:

Data:

### Questão 1.

Texto I

#### **Alemanha quer banir carros a gasolina e a diesel até 2030**

O Bundesrat, conselho federal alemão, votou pela proibição dos motores de combustão interna até 2030. A partir desse ano, todos os carros vendidos na Alemanha deveriam ter motores alimentados a eletricidade, hidrogênio ou outras fontes de energia limpa. Mas a medida pode não ficar

restrita ao país: os legisladores querem levar a resolução para toda a União Europeia. De acordo com a revista alemã Der Spiegel, o incentivo aos veículos elétricos é uma das medidas tomadas para reduzir as emissões de dióxido de carbono na Alemanha em 95% até 2050. Uma possibilidade para acelerar o fim dos carros movidos a gasolina e diesel é representar os 16 estados alemães, não tem efeito legislativo: a medida precisa ser aprovada pela União Europeia para valer. No entanto, como lembra a Forbes, “as regulações alemães tradicionalmente têm moldado as regulações da União Europeia e da UNECE [Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa]”. Metade dos carros que circulam na Europa são movidos a diesel, já que o combustível é mais barato e rende mais por quilômetro rodado (o Brasil é o único país do mundo onde o diesel é proibido para veículos de passeio). Desde o escândalo da Volkswagen, que implementou um software para distorcer resultados de testes de emissão de poluentes, as vendas de diesel caíram 5% na Alemanha e 12,9% nos Países Baixos.

*Revista SPIEGEL, outubro de 2016 – adaptado.*

O Texto I retrata um cenário que em breve será uma tendência global. A despeito das controvérsias na utilização dos motores de combustão interna, estes dispositivos tem sido um importante pilar no desenvolvimento econômico das nações. Estes motores são descritos pelas leis da Termodinâmica. A primeira lei, que expressa a conservação da energia, relaciona Energia Interna, Calor e Trabalho;

Para determinar o rendimento de um motor (que é um tipo de máquina térmica), é necessário saber o calor  $Q_1$  que o motor absorve e o calor  $Q_2$  que o motor rejeita durante um ciclo de operação do motor. O rendimento de uma máquina térmica é determinado como segue:

## Texto II

### A participação do petróleo na matriz energética brasileira

Dados fornecidos pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) mostram que o petróleo ocupa uma posição de destaque na matriz energética brasileira, com aproximadamente 30% da produção de energia primária. Pode-se verificar também que, nos últimos quatro anos, a participação aumentou, em média, de 2% a 3% ao ano. Ainda de acordo com informações da ANP, no final de 2001 o Brasil possuía um volume de reservas totais de petróleo da ordem de 13 bilhões de barris, o que equivale dizer que nos últimos dez anos o país registrou um crescimento médio anual da ordem de 5,3% nas suas reservas.

Dentro desse percentual de participação na matriz energética, o diesel é o derivado que tem a maior participação no consumo, cerca de 43%. A opção pelo transporte rodoviário como principal meio de transporte em um país de dimensões continentais como o Brasil explica o alto consumo de diesel. Além disso, toda a frota de maquinários agrícolas e trens de carga emprega esse combustível. A gasolina participa com 15% e o óleo combustível com aproximadamente 10%.

*Fonte: Com ciência, disponível em: <http://www.comciencia.br/dossies-1-2/reportagens/petroleo/pet05.shtml>*

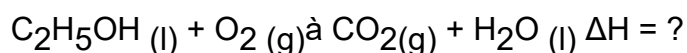
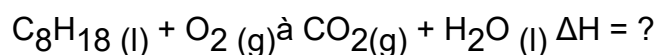
**Tabela 3.** Entalpias de formação ( $H^{\circ}_f$ ).

Substância	Fórmula molecular	$\Delta H^{\circ}_f$ (kJ mol <sup>-1</sup> )
Gasolina (octano)	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> (l)	-5471
Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (l)	-1368
Gás carbônico	CO <sub>2</sub> (g)	-396,5
Água	H <sub>2</sub> O (l)	-286

Considere as informações dos Textos I e II para responder os itens seguintes.

- Calcule o rendimento de um motor de automóvel que durante um ciclo receba 38J de calor enquanto rejeita 28J de calor.
- Com base no resultado anterior, apresente uma justificativa para a sociedade ainda se utilizar dos motores de combustão interna.
- Explique quais seriam as fontes de energia alternativas mais viáveis para a continuidade do desenvolvimento econômico.

d) A partir das informações contidas na Tabela 1, calcule a energia liberada na queima de um mol de gasolina e de um mol de etanol, de acordo com as reações abaixo, em motores de combustão interna que sejam movidos por estes combustíveis. Estas reações serão endotérmicas ou exotérmicas? Justifique.



e) Calcule a massa de  $\text{CO}_2 (\text{g})$  que será liberada na queima de gasolina e na queima de etanol quando são liberados 1000 kJ de energia em cada uma das combustões.

f) De acordo com os cálculos realizados no item anterior, qual combustível é mais viável em termos ambientais? Justifique a sua escolha.

### **Questão 2.**

Analise a ilustração abaixo e faça o que se pede.

a) Explique o que os diversos tipos de fontes de energia acima têm em comum? Qual o benefício na utilização desse tipo de energia?

b) Julgue as alternativas abaixo, com “V” para verdadeiro e “F” para falso.

( ) as usinas hidroelétricas ocupam uma grande área, porém isso não significa que há impactos ao ambiente e a população local, visto que nos estudos de impactos ambientais são apresentadas alternativas para realocar as espécies vegetais e animais, além da população atingida pela barragem. Sendo assim, podemos considerar que não há problemas no uso desse tipo de energia.

( ) o uso de biomassa apresenta-se como uma alternativa ao uso de combustíveis a base de petróleo e gás natural, no entanto, seu uso é criticado por que a produção da matéria-prima competiria com a produção de alimentos, elevando os preços deste último.

( ) as usinas geotérmicas apresentam as mesmas desvantagens que a energia nuclear, uma vez que estão restritas a poucos lugares da superfície terrestre, tendo em vista que ambas dependem do calor do interior da terra e do calor gerado por minerais radioativos, como o urânio.

( ) a energia eólica, solar e maremotriz são fontes limitadas aos lugares que apresentam condições adequadas para geração de eletricidade, o que não permite seu uso em qualquer lugar, porém, são fontes que não geram poluentes no ar durante a operação.

### **Questão 3.**

*A fotossíntese é importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia é convertida em energia química que, juntamente com água e gás carbônico (CO<sub>2</sub>), é utilizada para a síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os produtores, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar os processos celulares, liberando CO<sub>2</sub> para a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.*

(Adaptado da prova do ENEM de 2009)

As informações acima dizem respeito à obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração que ocorre nos vegetais. Sobre eles, responda:

a) Por que a fotossíntese pode ser considerada como um dos processos mais importantes que ocorrem no planeta Terra.

- b) “Fotossíntese e respiração são processos em que ocorre, basicamente, transformações de energia”. Justifique essa afirmativa, discorrendo sobre o que ocorre nesses dois processos.
- c) Qual a Lei da Termodinâmica explica a conversão de energia luminosa em energia química durante o processo de fotossíntese?
- d) Por que o reflorestamento é um importante mecanismo para reduzir o lançamento de gases de efeito estufa na atmosfera?

## **Apêndice B**

Este apêndice contém as perguntas que guiaram as entrevistas com os diversos grupos de estudantes envolvidos. Ressaltamos que o conteúdo abaixo foi apenas uma base para a entrevista. Durante as conversas com cada grupo de estudantes, procuramos explorar os aspectos peculiares que surgiam em cada entrevista específica.

### **Roteiro para a entrevista com os grupos de estudantes**

1. Levantamento do perfil do estudante: faixa etária, turma, etc.
  - Você já teve alguma experiência anterior similar a esta prova?
  - Caso tenha tido, como foi a experiência? Prova, trabalho, exercício, etc.?
2. Qual foi a sua sensação de fazer uma prova conjunta?
3. Como essa prova impactou o seu aprendizado?

4. O fato dos conteúdos serem trabalhados separadamente em cada disciplina favoreceu a compreensão do fenômeno da prova?
5. A prova conjunta te mostrou que as várias matérias se relacionam para explicar um fenômeno?

### Referências Bibliográficas

Assis Gomes, C. M. (2010). Avaliando a avaliação escolar: notas escolares e inteligência fluida. *Psicologia em Estudo*, 15(4).

Daniels, H. (2003). *Vygotsky e a pedagogia*. Edições Loyola.

da Silva Augusto, T. G., & de Andrade Caldeira, A. M. (2016). Dificuldades para a implantação de práticas interdisciplinares em escolas estaduais, apontadas por professores da área de ciências da natureza. *Investigações em Ensino de Ciências*, 12(1), 139-154.

Fazenda, I. C. A. (2008). *Didática e interdisciplinaridade*. Papyrus Editora.

Fourez, G. (2016). Crise no ensino de ciências?. *Investigações em ensino de ciências*, 8(2), 109-123.

Gatti, B. A. (2003). O professor e a avaliação em sala de aula. *Estudos em avaliação educacional*, (27), 97-114.

Lavaqui, V., & Batista, I. D. L. (2007). Interdisciplinaridade em ensino de ciências e de matemática no ensino médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, 13(3).

Miranda, E. M., Alves, A. R., & Machado, M. L. (2011). ENEM 2009: articulações entre CTS, interdisciplinaridade e contextualização evidenciadas

nas questões das Ciências da Natureza. *ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VIII.*

Monteiro, M. (2011). Características das questões sobre física nos vestibulares. *Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XIII.*

Monteiro, I. (2012). Interdisciplinaridade em física e avaliação da Aprendizagem: um olhar sobre o vestibular. *Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XIV.*

Mozena, E. R., & Ostermann, F. (2014). Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, 16(2).*

Pinheiro, N. C., & Ostermann, F. (2010). Uma análise comparativa das questões de física no novo Enem e em provas de vestibular no que se refere aos conceitos de interdisciplinaridade e de contextualização. *Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 12.*

Silvestre, A. L. (2007). *Análise de dados e estatística descritiva*. Escolar editora.

Ward, H., Roden, J., Hewlett, C., & Foreman, J. (2009). *Ensino de ciências*. Artmed Editora.