

# CIÊNCIAS DA NATUREZA E INTERDISCIPLINARIDADE: A PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE QUESTÕES DE AVALIAÇÕES DE LARGA ESCALA

Maria J. F. Gebara, Maurício U. Kleinke, Haira E. Gandolfi, Márcia M. B. Marim,  
Marilac L. S. Nogueira, José Márcio L. Oliveira, Denis E. Peixoto, Luis Ricardo Sarti, Peter R. Trento  
*Universidade Federal de São Carlos/Universidade Estadual de Campinas*

**RESUMO:** Apresentamos o levantamento da percepção que alunos concluintes ou que já concluíram a educação básica brasileira apresentam sobre a interdisciplinaridade presente nas questões de Ciências da Natureza dos exames de acesso ao Ensino Superior. Aplicamos um instrumento de coleta de dados composto por seis questões com características interdisciplinares, retiradas dos exames de acesso, para um conjunto de 400 estudantes. Nesse instrumento, solicitamos que identificassem as disciplinas associadas às questões. Os resultados obtidos indicaram a existência de diferentes percepções de interdisciplinaridade relacionadas ao gênero do respondente e à fase escolar. Os alunos concluintes da educação básica e as mulheres apresentaram uma percepção mais interdisciplinar sobre as questões analisadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Interdisciplinaridade, Avaliação, Educação Básica, Ciências da Natureza, Exames de Larga Escala

## OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa é mapear de que maneira alunos concluintes ou que já concluíram a educação básica brasileira percebem questões interdisciplinares de Ciências da Natureza, propostas em exames de larga escala para acesso ao ensino superior.

## MARCO TEÓRICO

Nossas experiências cotidianas são fruto dos vínculos que estabelecemos com o mundo natural, cultural e social e não são entendidas como fatos isolados, mas sim como parte de uma rede de relações. Na solução de problemas que se apresentam no dia-a-dia, não separamos, classificamos ou compartimentamos o conhecimento – o que não significa dizer que não existam hierarquias – pois os desafios do mundo “moderno”, em toda sua complexidade, nos obrigam a pensar de forma integrada (Gebara, 2009).

---

Diante desses imperativos, seria de se esperar que o universo escolar mostrasse coerência, apresentando a interpenetração de diferentes campos do saber de forma relevante para os alunos. Contudo, o que prevalece é a tendência de analisar a realidade segmentada em todos os níveis de ensino, sem desenvolver a abrangência dos diversos saberes ou suas conexões. Para essa visão fragmentada contribui o enfoque disciplinar dos currículos, apresentando conteúdos de forma idealizada, simplificada e descontextualizada (Brasil, 1999).

Para reverter esse quadro, a interdisciplinaridade torna-se um princípio pedagógico importante. Como argumenta Beane (2003), “a abordagem curricular por disciplinas, que pretende iniciar os jovens no mundo acadêmico das universidades, revela-se redutora no que diz respeito a um propósito mais amplo, que envolve experiências que promovam uma vivência democrática”.

Nesse sentido, conta pontos a favor das propostas de ensino interdisciplinares - capazes de integrar e contextualizar os conhecimentos - a necessidade de preparar o aluno para lidar com o mundo que o rodeia. Propostas que, inclusive, facilitam sua adaptação ao exigente mercado de trabalho, hoje carente de profissionais flexíveis, criativos e que saibam associar conhecimentos e trabalhar em equipe.

Jordan (2006) defende ainda que outros benefícios cognitivos decorrem de um curso interdisciplinar em Ciências. O autor argumenta que, independentemente de seu nível e área de interesse, podem surgir estímulos: a) à percepção global das questões científicas; b) às apresentações de uma imagem historicamente mais realista sobre as descobertas e o trabalho científico; c) à análise de conceitos organizacionais da ciência; d) à flexibilidade metodológica e técnica; e) à interação social entre diferentes estudantes.

A abordagem interdisciplinar permite a utilização de diferentes procedimentos e enfoques de ensino, como Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (Mortimer, 1996); Ilhas de Racionalidade (Fourez, 1994) e História e Filosofia da Ciência (Matthews, 2005). Mas também existem obstáculos a sua implantação, principalmente a forma como o currículo está organizado. Outra barreira à abordagem interdisciplinar, diretamente ligada à organização do currículo, é que a maioria das avaliações, sejam as do dia-a-dia escolar ou as de larga escala são majoritariamente disciplinares.

Como consequência natural do discurso interdisciplinar que permeia os contextos educacionais, alguns exames de acesso ao ensino superior brasileiros passaram a considerar a importância da inclusão de questões interdisciplinares em suas edições mais recentes. Desta maneira, esses exames constituem-se importantes fontes de informações sobre o modelo de ensino vigente. A percepção dos estudantes sobre a interdisciplinaridade expressa nas questões abre espaço para o debate sobre uma formação que deveria, em princípio, contribuir para a resolução de problemas reais.

A crescente proposição de questões interdisciplinares nos exames de acesso ao ensino superior, valorizando as relações entre as disciplinas na resolução de problemas, conduziu-nos a refletir sobre suas propostas (enunciado/resolução): se realmente atendem à interdisciplinaridade e se os alunos concluintes ou que já concluíram a educação básica as reconhecem com características dessa natureza.

Em vista do exposto, investigamos como esses estudantes percebem questões interdisciplinares aplicadas nos principais exames para acesso ao ensino superior brasileiro.

## **METODOLOGIA**

Considerando os pressupostos sobre interdisciplinaridade apontados no marco teórico, realizamos um levantamento das questões de múltipla escolha de Ciências da Natureza das provas de três grandes exames de acesso ao ensino superior (Fuvest, Unicamp e ENEM).

Excluímos questões que não solicitavam inter-relação entre disciplinas para sua resolução e também aquelas de caráter potencialmente interdisciplinar, mas que apresentavam em seu enunciado as informações consideradas necessárias para sua resolução, exigindo apenas habilidades de leitura e compreensão textual.

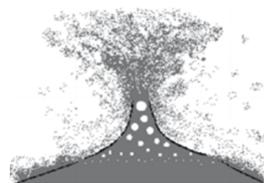
Seis questões dentre centenas analisadas foram selecionadas e são apresentadas a seguir:

1. (FUVEST/2012 - 1ª FASE) Francisco deve elaborar uma pesquisa sobre dois artrópodes distintos. Eles serão selecionados, ao acaso, da seguinte relação: aranha, besouro, barata, lagosta, camarão, formiga, ácaro, caranguejo, abelha, carrapato, escorpião e gafanhoto. Qual é a probabilidade de que ambos os artrópodes escolhidos para a pesquisa de Francisco não sejam insetos?  
a) 49/144      b) 14/33      c) 7/22      d) 5/22      e) 15/144

2. (FUVEST 2010 – 1ª FASE) O avanço científico-tecnológico permitiu identificar e dimensionar partículas e sistemas microscópicos e submicroscópicos fundamentais para o entendimento de fenômenos naturais macroscópicos. Desse modo, tornou-se possível ordenar, em função das dimensões, entidades como cromossomo (C), gene (G), molécula de água (M), núcleo do hidrogênio (N) e partícula alfa (P). Assinale a alternativa que apresenta essas entidades em ordem crescente de tamanho.  
a) N, P, M, G, C.      b) P, N, M, G, C.      c) N, M, P, G, C.      d) N, P, M, C, G.      e) P, M, G, N, C.

3. (UNICAMP/2011 - 1ª FASE) O vazamento de petróleo no Golfo do México, em abril de 2010, foi considerado o pior da história dos EUA. O vazamento causou o aparecimento de uma extensa mancha de óleo na superfície do oceano, ameaçando a fauna e a flora da região. Estima-se que o vazamento foi da ordem de 800 milhões de litros de petróleo em cerca de 100 dias.  
Os corais, espalhados por grande extensão de regiões tropicais dos oceanos e mares do globo terrestre, formam os recifes ou bancos de corais e vivem em simbiose com alguns tipos de algas. No caso do acidente no Golfo do México, o risco para os corais se deve  
a) às substâncias presentes nesse vazamento, que matariam vários peixes que serviriam de alimento para os corais.  
b) ao branqueamento dos corais, causado pela quantidade de ácido clorídrico liberado juntamente com o óleo.  
c) à redução na entrada de luz no oceano, que diminuiria a taxa de fotossíntese de algas, reduzindo a liberação de oxigênio e nutrientes que seriam usados pelos pólipos de corais.  
d) à absorção de substância tóxica pelos pólipos dos cnidários, formados por colônias de protozoários que se alimentam de matéria orgânica proveniente das algas.

4. (UNICAMP/2011 - 1ª FASE) Em abril de 2010, erupções vulcânicas na Islândia paralisaram aeroportos em vários países da Europa. Além do risco da falta de visibilidade, as cinzas dos vulcões podem afetar os motores dos aviões, pois contêm materiais que se fixam nas pás de saída, causando problemas no funcionamento do motor a jato. Uma erupção vulcânica pode ser entendida como resultante da ascensão do magma que contém gases dissolvidos, a pressões e temperaturas elevadas. Esta mistura apresenta aspectos diferentes ao longo do percurso, podendo ser esquematicamente representada pela figura abaixo, onde a coloração escura indica o magma e os discos de coloração clara indicam o gás. Segundo essa figura, pode-se prever que



a) as explosões nas erupções vulcânicas se devem, na realidade, à expansão de bolhas de gás.  
b) a expansão dos gases próximos à superfície se deve à diminuição da temperatura do magma.  
c) a ascensão do magma é facilitada pelo aumento da pressão sobre o gás, o que dificulta a expansão das bolhas.  
d) a densidade aparente do magma próximo à cratera do vulcão é maior que nas regiões mais profundas do vulcão, o que facilita sua subida.

5. (ENEM/2009) Considere um equipamento capaz de emitir radiação eletromagnética com comprimento de onda bem menor que a radiação ultravioleta. Suponha que a radiação emitida por esse equipamento foi apontada para um tipo específico de filme fotográfico e entre o equipamento e o filme foi posicionado o pescoço de um indivíduo. Quanto mais exposto à radiação, mais escuro se torna o filme após a revelação. Após acionar o equipamento e revelar o filme, evidenciou-se a imagem mostrada na figura abaixo:  
Dentre os fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e os átomos do indivíduo que permitem a obtenção desta imagem incluí-se a



a) absorção da radiação eletromagnética e a consequente ionização dos átomos de cálcio, que se transformam em átomos de fósforo.  
b) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de cálcio que por outros tipos de átomos.  
c) maior absorção da radiação eletromagnética pelos átomos de carbono que por átomos de cálcio.  
d) maior refração ao atravessar os átomos de carbono que os átomos de cálcio.  
e) maior ionização de moléculas de água que de átomos de carbono.

6. (ENEM/2009) A nanotecnologia está ligada à manipulação da matéria em escala nano métrica, ou seja, uma escala tão pequena quanto a de um bilionésimo do metro. Quando aplicada às ciências da vida, recebe o nome de nanobiotecnologia. No fantástico mundo da nano biotecnologia, será possível a invenção de dispositivos ultrapequenos que, usando conhecimentos da biologia e da engenharia, permitirão examinar, manipular ou imitar os sistemas biológicos.

Como exemplo da utilização dessa tecnologia na Medicina, pode-se citar a utilização de nano partículas magnéticas (nano ímãs) em terapias contra o câncer. Considerando-se que o campo magnético não age diretamente sobre os tecidos, o uso dessa tecnologia em relação às terapias convencionais é

- a) de eficácia duvidosa, já que não é possível manipular nano partículas para serem usadas na medicina com a tecnologia atual.
- b) vantajoso, uma vez que o campo magnético gerado por essas partículas apresenta propriedades terapêuticas associadas ao desaparecimento do câncer.
- c) desvantajoso, devido à radioatividade gerada pela movimentação de partículas magnéticas, o que, em organismos vivos, poderia causar o aparecimento de tumores.
- d) desvantajoso, porque o magnetismo está associado ao aparecimento de alguns tipos de câncer no organismo feminino como, por exemplo, o câncer de mama e o de colo de útero.
- e) vantajoso, pois se os nano ímãs forem ligados a drogas quimioterápicas, permitem que estas sejam fixadas diretamente em um tumor por meio de um campo magnético externo, diminuindo-se a chance de que áreas saudáveis sejam afetadas.

O instrumento de coleta de dados composto por estas seis questões foi aplicado a uma amostra de 400 alunos, sendo 237 mulheres e 163 homens, oriundos de escolas da região de Campinas, Estado de São Paulo. Pouco mais de 80% (322 estudantes) cursava as duas últimas séries da educação básica enquanto um conjunto menor, de 78 alunos, frequentava um curso de treinamento para os exames de acesso.

Os alunos foram instruídos pelos aplicadores a ler os enunciados e responder à seguinte pergunta: “Com professor(es) de qual(is) disciplina(s) você tiraria suas dúvidas sobre essas questões?” Essa pergunta informal nos permitiu verificar se os estudantes manifestavam a intenção de recorrer a mais de um professor, caracterizando uma dificuldade em situar a questão dentro de uma disciplina específica. Os dados coletados foram tratados com o software estatístico SAS 9.2.

## RESULTADOS

O gráfico da Figura 1 apresenta o número de indicações que cada disciplina recebeu - excluídas aquelas cujo índice de respostas ficou abaixo de 5% - totalizando 3633 de um conjunto de 3771 respostas. As indicações foram consideradas independente da ordem de preferência em que foram citadas pelos estudantes

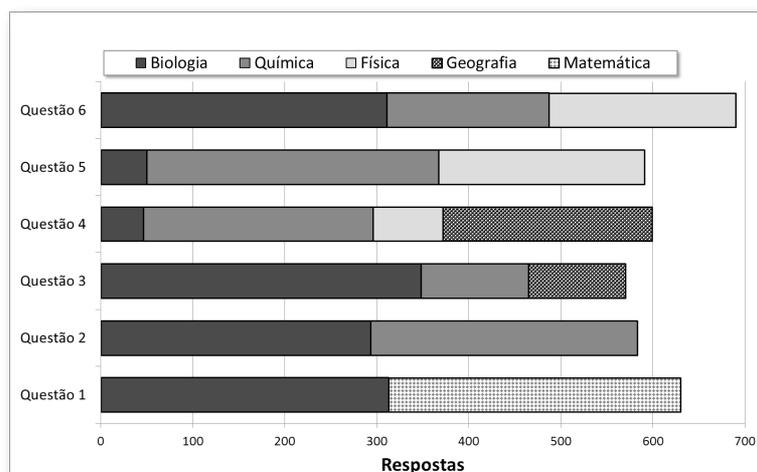


Fig. 1. Disciplinas associadas às dúvidas dos estudantes.

A questão 1 propunha uma classificação de insetos artrópodes associada a uma distribuição estatística em uma listagem. Os números de sugestões para procurar os professores de Matemática (317) e de Biologia (313) são praticamente idênticos, tornando-a uma questão exemplar enquanto interdisciplinar, já que são necessários conhecimentos de ambas as áreas para a sua resolução de forma adequada.

Na questão 2 discute-se as relações de escala e de tamanho de distintos sistemas microscópicos. O fato de citar textualmente “cromossomo” e “gene” pode ter conduzido ao professor de Biologia (290), enquanto que os itens “molécula”, “núcleo” e “partícula alfa” podem ter sido associados à Química (293).

No caso da questão 3, os riscos biológicos associados ao vazamento de petróleo induziram à menção da Biologia (348). Porém, o fato de citar textualmente o golfo do México conduziu à resposta em Geografia (105).

Já a questão 4 trata de vulcões, assunto pouco abordado na educação básica. O desconhecimento de um sistema vulcânico fez com que quatro disciplinas fossem citadas para esta questão: Química (250), Geografia (227), Física (76) e Biologia (46).

Uma imagem de raio X de uma cabeça compõe a questão 5, associada a radiação e seu espalhamento/absorção, além de possíveis modificações nos átomos. A indução às duas áreas mais próximas é perceptível pelo número de citações: Química (317) e Física (224).

A questão 6 trata da Nanotecnologia, considerada uma temática interdisciplinar, e cita algumas aplicações em Biologia e Medicina. Termos como “terapias contra o câncer” e “sistemas biológicos” induziram à citação da Biologia (317), enquanto “campo magnético” e “engenharia” podem ter levado à menção da Física (210). A presença, em uma das alternativas, da palavra “radioatividade”, assunto abordado na disciplina de Química, conduz também a sua citação (163).

Buscando analisar a percepção interdisciplinar dos estudantes com relação às questões, estes foram separados em dois grupos: os que citaram apenas uma disciplina e os que citaram mais de uma disciplina. O primeiro grupo foi classificado como possuidor de uma visão mais “disciplinar” das questões e o segundo mais “interdisciplinar”. Esses dois conjuntos foram analisados por gênero e por fase escolar. Os resultados estão resumidos na Tabela 1, que apresenta o número de respostas de cada grupo:

Tabela 1.  
Resultados do chi quadrado associados à situação escolar e gênero

Característica do Estudante	Fase Escolar				Gênero			
	Educ. Básica	Curso Prep.	$\chi^2$	Prob.	Masc.	Fem.	$\chi^2$	Prob.
Disciplinar	882	268	19.42	<.0001	512	638	14.12	0.0002
Interdisciplinar	1039	200			458	781		
Total	1921	468	2389		970	1419	2389	
Porcentagem Interdisciplinar	54%	43%			47%	55%		

É habitual que alunos que frequentam cursos preparatórios para os exames de acesso recebam um treinamento fortemente disciplinar, com professores específicos para as diferentes áreas, como Química Orgânica, Mecânica, Zoologia, etc. A aplicação do teste ocorreu no final do ano letivo, quando essa característica disciplinar já estava bastante reforçada. Para esses alunos, 43% das dúvidas seriam interdisciplinares, enquanto que para aqueles que ainda se encontravam na educação básica, 54% estariam contidas nesta categoria. Como também se observa na Tabela 1, esse resultado é estatisticamente significativo ( $\chi^2 = 19,42$  e  $p < .0001$ ), sendo possível afirmar que esse treinamento para os exames reduz a visão interdisciplinar do estudante.

---

Na comparação por gêneros, de acordo com Ryan e DeMark (2002), o desempenho feminino em questões que envolvam habilidades verbais, como leitura e escrita, é superior ao masculino. Os resultados apontaram que as mulheres perceberam o caráter interdisciplinar das questões, 55% das respostas, enquanto que para os homens essa mesma indicação é de 47%. Uma análise de chi quadrado indicou que essa diferença é estatisticamente significativa ( $\chi^2 = 14,12$  e  $p = 0.0002$ ). Desta maneira, podemos inferir que uma leitura mais precisa e apurada pode influenciar na diferença de percepção de interdisciplinaridade presente nas questões.

## CONCLUSÕES

Considerando os resultados expressos na Figura 1, foi possível mapear a percepção dos estudantes sobre a interdisciplinaridade em questões de exames de acesso ao ensino superior. Verificou-se que em todas as questões mais de uma disciplina foi indicada, o que corrobora a seleção das questões como interdisciplinares.

Também foi possível notar que os alunos consideraram a necessidade dos conhecimentos de Biologia para a resolução de todas as questões. Neste caso, sugere-se que os enunciados que remetem a conceitos desta disciplina apresentam potencial interdisciplinar.

A comparação das respostas entre alunos matriculados na educação básica e nos cursos preparatórios permitiu a constatação de que há diferença de percepção quanto à interdisciplinaridade entre eles. Acredita-se que a estratégia de fragmentação dos conteúdos científicos, mais acentuada nos cursos preparatórios, compromete a visão interdisciplinar dos estudantes. Ou seja, as práticas didáticas essencialmente disciplinares e a falta de metodologias integradoras constituem-se em entraves para o estabelecimento de relações entre as disciplinas escolares.

Quanto às questões de gênero, o que se observa é que as mulheres apontam um maior número de disciplinas relacionadas a cada questão. Esta maior visão interdisciplinar feminina pode estar associada às suas habilidades verbais mais acentuadas. Ainda que as questões de gênero sejam investigadas há algum tempo na área educacional, suas relações com a interdisciplinaridade ainda são pouco conhecidas. Os resultados obtidos neste trabalho apontam, portanto, a necessidade de maior compreensão sobre a percepção interdisciplinar de homens e mulheres e suas implicações no ensino de Ciências da Natureza.

O avanço de propostas interdisciplinares de ensino na educação básica tem conduzido a uma lenta mudança nas avaliações de larga escala no Brasil, particularmente nos exames de acesso ao ensino superior. Por outro lado, esses exames exercem forte influência na prática pedagógica e no currículo adotado nas salas de aula brasileiras. Desta forma, defendemos que as análises dessas avaliações, ainda pouco exploradas, constituem-se em importantes fontes de informações sobre a condução de propostas interdisciplinares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beane, J. A. (2003). *Curriculum integration: designing the core of democratic education*. New York: Teachers College.
- Brasil. Secretaria da Educação Básica. (1999). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, v.2*. Brasília: MEC/SEB.
- Fourez, G. (1994). *Alfabetización científica y tecnológica*. Buenos Aires: Colihue.
- Gebara, M. J. F. (2009). *A formação continuada de professores de Ciências: contribuições de um curso de curta duração com tema geológico para uma prática de ensino interdisciplinar*. Tese de Doutorado. Campinas, SP.

- 
- Jordan, T. (2006). *Temas e Esquemas: uma abordagem filosófica ao ensino interdisciplinar das ciências*. In Pombo, O.; Guimarães, H.; Levy, T. *Interdisciplinaridade - Antologia*. Porto: Campo das Letras.
- Matthews, M. R. (2005). História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Física*. 12(3), pp. 164-214.
- Mortimer, E. F. (1996). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigação em Ensino de Ciências*. 1(1), pp. 20-39.
- Ryan, J.M., DeMark., S. (2002) *Variation in Achievement Scores Related to Gender, Item Format, and Content Area Tested*. In Tindal, G.; Haladyna, T.M. *Large-Scale Assessment Programs for All Students: Validity, Technical Adequacy, and Implementation*. Mahwah. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 67-88.