



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Física “Gleb Wataghin”

BRUNA RICCI DE BRITO

AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS EM EXAMES DE LARGA ESCALA: UMA ANÁLISE
DAS QUESTÕES DE BIOLOGIA DO ENEM

THE ALTERNATIVE CONCEPTIONS IN LARGE SCALE TESTS: AN ANALYSIS OF
ENEM BIOLOGY QUESTIONS

CAMPINAS
2015

BRUNA RICCI DE BRITO

AS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS EM EXAMES DE LARGA ESCALA: UMA
ANÁLISE DAS QUESTÕES DE BIOLOGIA DO ENEM

*Dissertação apresentada ao Instituto de
Física Gleb Wataghin como parte dos
requisitos exigidos para a obtenção do
título de Mestra em ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA na Área de
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA*

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA
ALUNA BRUNA RICCI DE BRITO, ORIENTADA
PELA PROF^a. DRA. MARIA JOSÉ FONTANA
GEBARA E CO-ORIENTADA PELO PROF. DR.
MAURÍCIO URBAN KLEINKE

CAMPINAS
2015

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação
Rosemary Passos - CRB 8/5751

Brito, Bruna Ricci, 1986-
B777c As concepções alternativas em exames de larga escala : uma análise das
questões de biologia do ENEM / Bruna Ricci de Brito. – Campinas, SP : [s.n.],
2015.

Orientador: Maria José Fontana Gebara.
Coorientador: Maurício Urban Kleinke.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Educação.

1. Exame Nacional do Ensino Médio. 2. Avaliação educacional. 3. Biologia.
4. Aprendizagem significativa. I. Gebara, Maria José Fontana. II. Kleinke,
Maurício Urban, 1958-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Educação. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: The alternative conceptions in large scale tests : an analysis of
ENEM biology questions

Palavras-chave em inglês:

National High School Exam

Educational evaluation

Biology

Meaningful learning

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Titulação: Mestra em Ensino de Ciências e Matemática

Banca examinadora:

Maria José Fontana Gebara [Orientador]

Nélio Marco Vicenzo Bizzo

Fernanda Keila Marinho da Silva

Data de defesa: 18-12-2015

Programa de Pós-Graduação: Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática

MEMBROS DA COMISSÃO JULGADORA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE **BRUNA RICCI DE BRITO – RA: 152083** APRESENTADA E APROVADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MULTIUNIDADES EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, EM 18/12/2015.

COMISSÃO JULGADORA:

- Profa. Dra. Maria José Fontana Gebara – (Orientadora) – DFQM/UFSCar
- Prof. Dr. Nélio Marco Vicenzo Bizzo – FE/USP
- Profa. Dra. Fernanda Keila Marinho da Silva – DFQM/UFSCar

A Ata de Defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no processo de vida acadêmica da aluna.

**CAMPINAS
2015**

Para minha saudosa avó Eglantina
(*In memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Não possuo palavras para expressar o quão agradecida sou a minha orientadora por ter a ousadia de apostar em mim. Graças a você Maria, pude vislumbrar um novo horizonte neste vasto universo do conhecimento. Não apenas a admiro por sua exímia competência profissional, mas também por sua cumplicidade e disponibilidade em me ajudar em todos os momentos. Não há nada mais marcante que o exemplo, muito obrigada.

Ao meu co-orientador Maurício agradeço pela paciência e por me ajudar com as análises estatísticas.

Agradeço também ao meu marido, José, por travar essa batalha sempre ao meu lado, auxiliando-me em todos os momentos, iluminando e guiando meu caminho nesta jornada pessoal e profissional. Sem seu alicerce, certamente não estaria aqui e a vida seria incrivelmente enfadonha.

Agradeço aos meus pais pelo apoio e principalmente à minha mãe, por cuidar dos meus filhos felinos (que são muitos) enquanto levava os resultados desta pesquisa a eventos científicos.

Ao INEP, cujo suporte financeiro proporcionou a oportunidade de participação em eventos nacionais e internacionais, nos quais foram travadas valorosas discussões dos resultados parciais desta pesquisa e que permitiram seu amadurecimento.

Por fim, deixo registrado meu profundo agradecimento ao PECIM por incentivar a formação/capacitação de uma nova geração de pesquisadores, de que tanto necessita o Brasil.

RESUMO

As Avaliações permeiam diversos métodos de ensino constituindo-se em um vasto campo de estudo. No Brasil, a década de 1990 é marcada pelo surgimento de programas de avaliação em larga escala que objetivam acompanhar a evolução do coletivo discente e fornecer informações periódicas abrangentes do sistema educacional. Dentre os programas de avaliação destaca-se o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) que atualmente está vinculado a programas governamentais e ao acesso ao nível superior de ensino. Devido à crescente importância nacional, estudos relativos à constituição dos itens que compõem este exame tornam-se necessários para que haja um contínuo aperfeiçoamento dos processos seletivos aos quais o ENEM está vinculado. Nesta perspectiva analisamos as características dos itens pertencentes ao componente curricular Biologia presentes nas provas de Ciências da Natureza do ENEM aplicadas em 2011 e 2012. Este trabalho tem como objetivo verificar os fatores que influenciam o desempenho nos itens de Biologia. Para tanto, através de ferramentas estatísticas, mensurou-se a influência das variáveis gênero, renda e origem escolar no desempenho dos participantes que declararam concluir o Ensino Médio no ano de aplicação do exame. Simultaneamente, voltamos nosso olhar para a presença de Concepções Alternativas (CA) na formulação dos itens, seu impacto no desempenho destes participantes e correlacionamos com a Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por David Ausubel. Os resultados revelam que o desempenho nos itens de Biologia não é afetado pelo gênero declarado. Contudo, as variáveis renda e origem escolar exercem grande influência. Independentemente da origem escolar, a presença de CA na elaboração dos itens afeta negativamente o desempenho sugerindo que, no Brasil, há lacunas no processo aprendizagem significativa dos conceitos científicos e que o desempenho dos participantes analisados está muito aquém do esperado para alunos em vias de concluir a escolaridade básica.

ABSTRACT

In Brazil, the 1990s is characterized by the emergence of several large-scale assessments. The data obtained from these assessments may provide regular and comprehensive information regarding the performance of Brazilian students. Among these assessments we highlight the Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) that currently is linked to government programs and possibility of admission to universities.

Due to the growing national significance, studies concerning the constitution of the items that comprise this test have become necessary to allow for a continuous improvement of selection processes linked to ENEM. From this perspective, we analyze the items pertaining to the curricular component Biology (editions 2011 and 2012) in order to determine which factors can influence the performance of the participants. For this analysis, we use statistical tools to measure the influence of the variables gender, family income and school origin in the performance of participants who reported completing high school in the application year of the exam. Concurrently, we turn our attention to the existence of alternative conceptions (AC) in the formulation of the items. We analysed influences on student performance and correlated them with the Theory of Meaningful Learning proposed by David Ausubel.

The results reveal that performance in Biology items are not affected by the gender declared by the candidate. However, the variables income and school origin wield great influence. Regardless of the school origin, the presence of alternative conception in the constitution of the items has negative effects on student performance suggesting that in Brazil there are gaps in meaningful learning process of scientific concepts and the performance of the participants analyzed is far below expectations for students are finishing their basic studies.

SUMÁRIO

	Introdução	10
Capítulo 1	Avaliações em larga escala	14
1.1	Origens das avaliações em larga escala no Brasil	15
1.2	Exame Nacional do Ensino Médio: 1998 a 2008	25
1.3	Exame Nacional do Ensino Médio: 2009 a 2015	27
1.4	O acesso ao ensino superior promovido pelo Exame Nacional do Ensino Médio: Do Prouni ao SiSu	31
Capítulo 2	Concepções Alternativas	36
2.1	As concepções alternativas em Biologia	40
Capítulo 3	Abordagens Metodológicas	46
3.1	Seleção dos itens e distribuição nos Objetos de Conhecimentos	47
3.2	Tratamento dos dados	54
3.2.1	Desempenho nas Categorias de itens associadas aos Objetos de Conhecimento da Biologia	58
3.2.2	Desempenho nos itens que apresentam Concepções Alternativas	58
Capítulo 4	Resultados e discussão	60
4.1	Amostras analisadas	60
4.2	Distribuição dos itens nos Objetos de Conhecimento	61
4.3	Tratamento dos dados	65
4.3.1	Desempenho nos itens de Biologia	65
4.3.2	Desempenho nas Categorias de itens associadas aos Objetos de Conhecimento da Biologia	70
4.3.3	Desempenho	71
4.4	Concepções Alternativas nos itens de Biologia	90
Capítulo 5	Considerações Finais	102
	Referências Bibliográficas	107
Anexo I	Itens de Biologia	113
Anexo II	Objetos de Conhecimentos associados à Matriz de Referências do ENEM	139

Introdução

A maior parte dos livros de culinária trata as lagostas como peixes. É o tipo de coisa que deixa apoplético qualquer zoólogo, que argumentaria ser mais justo chamar de peixe os humanos, que tem parentesco bem mais próximo com os peixes do que com as lagostas. Aliás, falando em justiça e lagostas, eu soube que a pouco um tribunal precisou decidir se as lagostas eram insetos ou “animais” (tratava-se de saber se era possível cozinha-las vivas). Zoológicamente falando, as lagostas certamente não são insetos, são animais, tanto quanto os humanos.

(RICHARD DAWKINS, 2001, p.20)

Teria razão Dawkins afirmar que os humanos são animais? Estaria correto dizer que os humanos vieram dos macacos? Se os humanos vieram dos macacos, por que os macacos não continuaram a evoluir em humanos? E os antibióticos, por que transformam as bactérias em seres mais fortes e resistentes? Se as vacinas contêm anticorpos prontos contra as doenças, por que não podemos toma-las quando estamos doentes? E os carunchos (*Zabrotes subfasciatus*) realmente surgem “do nada”? A citação, embora controversa, ilustra de que forma um leitor menos informado pode acreditar que os peixes e os seres humanos possuem um estreito parentesco genético, como se pertencessem a grupos irmãos da escala evolutiva, sem considerar os milhões de anos que nos separam destes vertebrados.

Estas e outras tantas questões são frequentes no cotidiano das escolas e no imaginário coletivo. Embora as pessoas, majoritariamente, tenham acesso ao universo escolar, os conceitos científicos esbarram em concepções não científicas difundidas pela sociedade e que dificultam a assimilação do conhecimento científico atualmente aceito, uma vez que estes, muitas vezes, são contrários àquilo que a sociedade e as religiões transmitem.

Os percalços enfrentados na sala de aula se refletem em investigações acadêmicas. Dentre estas investigações encontram-se as que se dedicam ao polêmico e controverso estudo das avaliações, havendo quem as defenda e quem as considere um mal necessário.

Discussões à parte, fato é que o sistema educacional brasileiro é pautado em avaliações, sejam elas somativas e/ou formativas, pontuais numa sala de aula e/ou em larga escala,

tais como a Prova Brasil, Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (Saresp), Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE) e outras.

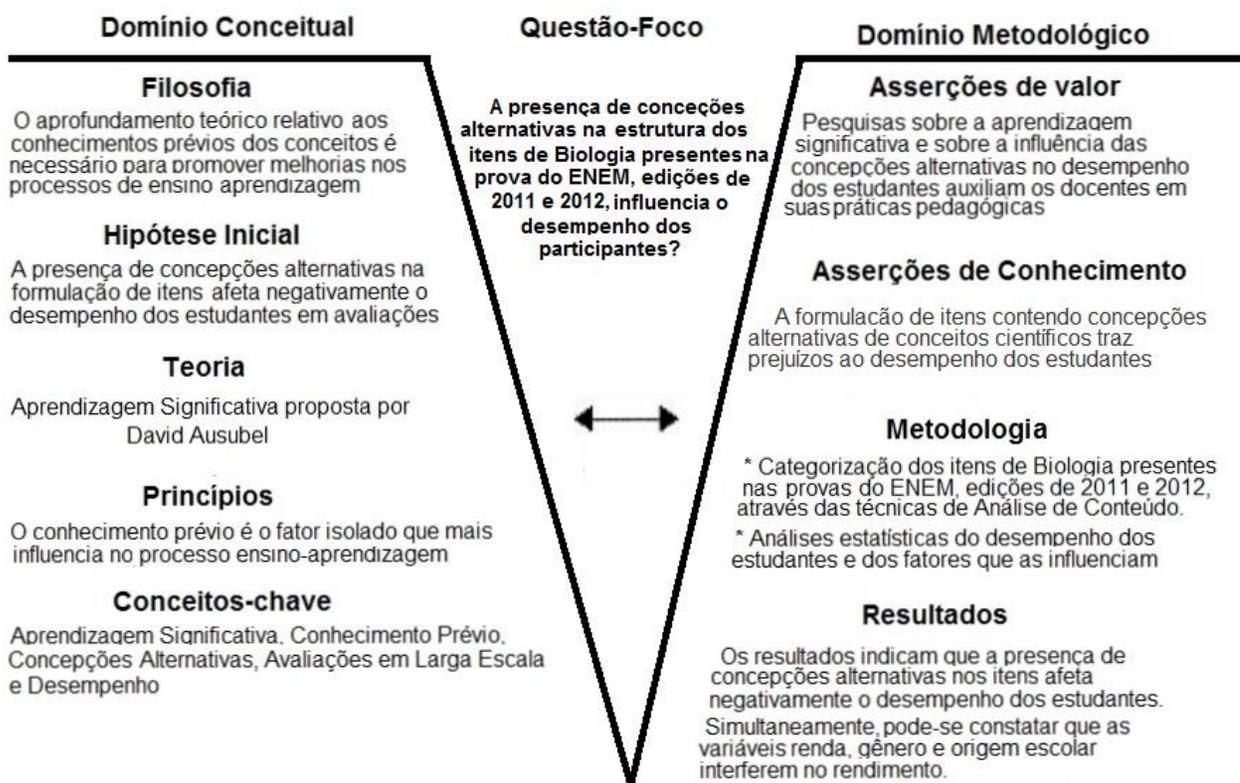
As avaliações em larga escala são formuladas por órgãos externos à entidade escolar e aplicados a milhares de alunos. Visam aferir o desenvolvimento da educação, desde os anos iniciais até o ensino superior. Espera-se que a análise de seus resultados contribua na tomada de decisões que visam à melhoria do ensino.

Em meio a esses exames está o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) que, apesar de não ser obrigatório, atrai progressivamente milhões de participantes a cada edição. Vinculado diretamente ao acesso a vagas em universidades públicas e privadas, concessão de bolsas de estudos no exterior, certificação do Ensino Médio e acesso a cursos técnicos profissionalizantes, o ENEM configura-se como a maior avaliação presente no território nacional e a análise dos seus dados constitui-se em importante fonte de indicadores da educação básica brasileira. É neste contexto que esta pesquisa se desenvolve.

Em virtude da grande abrangência no cenário nacional do ENEM e da influência das concepções alternativas nos processos de ensino aprendizagem de Ciências, analisamos nesta pesquisa os itens de Biologia presentes nas provas de Ciências da Natureza do Novo ENEM (edições de 2011 e 2012), buscando identificar a existência de concepções alternativas (CA) na elaboração dos itens e sua influência no desempenho dos estudantes.

Nesta perspectiva, investigamos a influência das CA à luz da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (2003). Esta teoria fornece os subsídios necessários ao entendimento de como o processo de aprendizagem se processa na mente dos indivíduos, além de esclarecer os motivos que levam a existência e persistência de tais concepções.

Os objetivos deste trabalho centram-se em averiguar dentre os fatores que afetam o desempenho dos estudantes que realizaram a prova do Novo ENEM quais são mais preponderantes. Voltamos nosso olhar para a influência das variáveis gênero, renda, origem escolar e a presença de concepções alternativas de conceitos científicos na formulação dos itens, com enfoque naqueles que pertencem ao componente curricular Biologia. A estrutura desta pesquisa está representada através do diagrama em forma de “V”, conforme a proposição de Gowin (1981) descrita por Moreira (2011):



É importante ressaltar que este trabalho tem o foco voltado para as avaliações em larga escala, com especial atenção ao Novo ENEM e as discussões e resultados limitam-se a este universo.

No Capítulo 1, apresentamos uma breve retrospectiva da inserção das avaliações em larga escala no Brasil até a implementação do ENEM. O Capítulo 2 aborda a Teoria da Aprendizagem Significativa e as concepções alternativas presentes no ensino do componente curricular Biologia. O Capítulo 3 traz as abordagens metodológicas utilizadas neste trabalho, o processo de categorização dos itens, busca das CA e

descrição das ferramentas de análise estatística empregadas para aferir o desempenho dos estudantes.

Dedicamos o Capítulo 4 para apresentação e discussão dos resultados encontrados, bem como sua integração aos referenciais teóricos e implicações para o ensino. Por fim, no Capítulo 5, tecemos nossas considerações parciais sobre os temas apresentados.

Capítulo 1 – Avaliações em Larga Escala

Polêmico tema no campo educacional, a avaliação é um processo abrangente da existência humana, que implica uma reflexão crítica sobre sua prática, no sentido de captar seus avanços, suas resistências, suas dificuldades e possibilita uma tomada de decisão sobre o que fazer para superar os obstáculos (VASCONCELLOS, 2010, p.54). Segundo Barlow (2006), a avaliação não se limita apenas à constatação e atribuição de valores, mas sim consiste em uma mensagem de retorno que objetiva melhorar a ação educativa uma vez que avaliar é "[...] interpretar os dados, fazer emergir sentido, revelar o qualitativo no quantitativo" (BARLOW, 2006, p.18). Desse modo, para poder avaliar faz-se necessária a escolha dos princípios que regem a prática avaliativa à qual se deseja filiar pois "[...] o avaliador é (...) o responsável direto pelo processo que vai avaliar." (GATTI, 2003)

No campo educacional, as avaliações permeiam diversos métodos e modelos avaliativos que abrangem distintos referenciais teóricos em um vasto campo de estudo. Nesta perspectiva, a avaliação educacional abriga subáreas compostas por teorias, métodos e processos específicos tais como a avaliação de desempenho escolar em nível de sala de aula, avaliação de programas, a avaliação participativa, a autoavaliação e a avaliação de sistemas educacionais (GATTI, 2009).

Um dos objetivos da avaliação educacional consiste em fornecer diagnóstico e subsídios para a implementação ou manutenção de políticas públicas, além de promover um contínuo monitoramento do sistema educacional (KLEIN, 1995). Os processos de avaliação discente representam parte significativa e integrante do processo pedagógico do sistema de ensino brasileiro. Estando sob constante influência das políticas educacionais, a prática da avaliação não pode ser analisada de forma isolada das políticas públicas definidas para o sistema educacional.

Tendo em vista a abrangência e multiplicidade dos campos aos quais as avaliações podem estar relacionadas, optou-se neste trabalho por um recorte analítico referente às avaliações elaboradas e aplicadas por órgãos externos às unidades escolares. Conhecidas como avaliações em larga escala, estes procedimentos permitem

o monitoramento de um grande número de sistemas de ensino e de estudantes pertencentes a diferentes faixas educacionais na medida em que cada avaliação externa destina-se a um corpo discente específico. Esta modalidade avaliativa não objetiva apenas a aferição do desempenho dos estudantes em determinados componentes curriculares e/ou levantar informações socioeconômicas, objetiva fomentar e sistematizar informações sobre o sistema educacional averiguado a fim de propiciar uma análise autocrítica em todas as instâncias a partir dos resultados obtidos. Desta forma, a avaliação em larga escala não representa somente um instrumento de medição restrito, mas torna-se uma ferramenta útil a favor do ensino.

1.1 Origens das Avaliações em Larga Escala no Brasil

As avaliações em larga escala distinguem-se das avaliações realizadas no ambiente escolar na medida em que não são elaboradas e aplicadas pelo professor ou pela própria instituição de ensino. São elaboradas por um órgão externo às unidades escolares com a finalidade de fazer juízos de valor por meio da aplicação de instrumentos de medida; da análise de seus resultados; além de propor alternativas em âmbito mais amplo que o da instituição de ensino. Em educação, um instrumento de medida muito utilizado é o teste, o qual pode ser desenhado para medir o desempenho dos participantes em determinadas situações, com o objetivo de realizar inferências sobre o processo educacional em desenvolvimento (BRASIL, 2010).

Estudos iniciais neste campo remontam à década de 1960, com a implantação no Rio de Janeiro do Centro de Estudos de Testes e Pesquisas Psicológicas (CETPP), em 1966, (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, 1970 APUD GATTI, 2009), responsável pela elaboração e aplicação de provas nas áreas de Linguagens, Matemática, Ciências Sociais, Ciências Físicas e Naturais a um conjunto de alunos pertencentes às últimas séries do Ensino Médio. A estes alunos também aplicou-se um questionário visando aferir suas características socioeconômicas e suas aspirações.

Esta iniciativa pode ser considerada como a primeira ação relativamente ampla, em território nacional, para verificação da aquisição de conhecimentos e sua relação com diferentes variáveis, tais como sexo; nível socioeconômico; e outras. Além

do desenvolvimento e estudos referentes aos testes educacionais, o CETPP efetivou várias publicações referentes a temas ligados à avaliação educacional e desenvolveu cursos sobre a elaboração de provas objetivas (GATTI, 2009).

Em meados dos anos 1970, o Programa de Estudos Conjuntos de Integração Econômica Latinoamericana (ECIEL) desenvolveu um estudo avaliativo referente aos determinantes dos níveis de escolaridade e do rendimento escolar obtidos por alunos com diferentes características pessoais e socioeconômicas. Neste estudo, os discentes foram submetidos a um exame de leitura e de ciências e responderam a um questionário que averiguou, além de dados sobre sua situação socioeconômica, atitudes com relação ao processo escolar e aspirações. A aplicação abrangeu, além do Brasil, outros países da América Latina (GATTI, 2009).

Aparentemente, devido ao baixo interesse das administrações públicas em realizar avaliações sistemáticas do rendimento escolar, nos anos subsequentes apenas alguns estudos pontuais e ensaios localizados foram realizados no território nacional. Este cenário começa a mudar na década de 80, quando ocorrem a implementação de diversas reformas educacionais.

Através do Decreto nº 85.287, de 23/10/1980, criou-se o Programa de Expansão e Melhoria da Educação no Meio Rural do Nordeste – EDURURAL/NE - implementado entre os anos de 1982 e 1986. Com financiamento do Banco Mundial, o programa foi aplicado nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí objetivando a melhoria das condições de ensino da zona rural de 400 municípios pertencentes a estes Estados e que concentravam os mais acentuados focos de pobreza do país (CORSETTI, 2012). Este estudo coletou dados sobre as condições escolares, tais como perfil dos professores, distribuição da merenda escolar e condições familiares dos alunos. Foram testados, em Língua Portuguesa e Matemática, todos os discentes, de 603 escolas da região, matriculados nas segundas e quartas séries do antigo primeiro grau. As provas foram elaboradas a partir de um levantamento amostral de atividades curriculares, tais como exercícios e trabalhos, recolhidos nas escolas dos três Estados participantes (GATTI, 2009).

Nesta ampla iniciativa, avaliaram-se as formas de gerenciamento geral do projeto e, por amostra, o gerenciamento local, analisando-se os professores; as

Organizações Municipais; as famílias e os alunos; na tentativa de construir um conjunto de provas adequado àquela realidade; buscar maior validade para os dados de rendimento escolar; possibilitar a efetivação de análises integradas e multivariadas; a fim de encontrar traços característicos e relevantes para verificar-se a contribuição sócio educacional do programa (GATTI, 2009).

De acordo com Corsetti (2012) o projeto compreendeu:

- a) a construção e/ou reforma, fornecimento de mobília e equipagem de: (i) 1.116 escolas de ensino básico (2.033 salas de aulas); (ii) 32 centros de ensino rural; (iii) 13 unidades de ensino municipais e (iv) nove depósitos de merenda escolar;
- b) desenvolvimento curricular e materiais de ensino/aprendizagem;
- c) treinamento de professores, supervisores e administradores;
- d) programa de merenda escolar;
- e) fortalecimento da administração de ensino municipal;
- f) censo escolar, currículo, materiais e estudos de impacto educacional. (p. 121)

Para a elaboração de um relatório final, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) enviou uma missão chefiada pelo arquiteto Luis Secco e da qual também participou o educador e consultor Dino Carelli, que visitaram o Brasil no período de 30 (trinta) de novembro a 15 (quinze) de dezembro de 1988. O relatório foi baseado em observações de campo, arquivos, minutas de relatórios de Governo e discussões realizadas entre o Banco Mundial e autoridades nacionais (CORSETTI, 2012).

Os consultores da UNESCO consideraram que os insumos provindos do programa tiveram influência relativa na alteração do panorama encontrado na educação rural do Nordeste em 1981. Contudo, diante da dimensão do problema, o fato de não terem alcançado os índices pretendidos não significava que o programa tivesse deixado de solidificar elementos importantes na conjuntura escolar no meio rural (CORSETTI, 2012).

Em virtude de iniciativas como esta, o então Ministro da Educação, Hugo Napoleão, através do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), sugeriu a criação, em caráter experimental, de um programa externo de avaliação do primeiro grau que subsidiasse as Secretarias de Estado da Educação com informações sobre problemas de aprendizagem escolar (VIANNA, 1989a). Assim sendo, ao final do ano de 1987 realizou-se uma nova avaliação do rendimento escolar de alunos pertencentes às primeiras, terceiras, quintas e sétimas séries de escolas situadas em 10

idades brasileiras (Belém, São Luís, Natal, Recife, Aracaju, Belo Horizonte, Niterói, Florianópolis, Cuiabá e Brasília). O projeto intitulado *Avaliação do Rendimento de Alunos de Escolas de 1º grau da Rede Pública* procurou selecionar uma amostra representativa, sem que fosse excessivamente numerosa. (VIANNA, 1988a).

A fim de abranger um maior número de alunos, as provas de Língua Portuguesa, Redação, Matemática e Ciências foram aplicadas, sem repetição, a turmas diferentes de cada série em 19 escolas (duas por cidade, exceto em Brasília), perfazendo um total de 4.518 sujeitos, sendo, em sua grande maioria, crianças integrantes de segmentos sociais menos favorecidos economicamente (VIANNA, 1988a).

Segundo Vianna (1988a), com base neste estudo constatou-se que a escola estava falhando em sua atividade específica de transmissão de conhecimentos. Apesar disto, nas avaliações efetuadas em Língua Portuguesa, nas primeiras e terceiras séries, as crianças revelaram, no geral, um domínio mediano de escrita e leitura, domínio este relativamente maior na terceira série. Na quinta série, o desempenho dos alunos na prova é mediano para bom, muito diferente dos dados oriundos dos alunos de sétima série, na qual os índices de acerto são baixos e as dificuldades se estendem desde a identificação da ideia central de um texto até a maioria das questões gramaticais.

Este estudo não se limitou à obtenção de dados estatísticos obtidos a partir do desempenho dos estudantes. Uma questão levantada pelo estudo refere-se à maneira pela qual os conteúdos são propostos nas diferentes disciplinas e a forma concreta que assumem nos livros didáticos, instrumento amplamente utilizado pelos professores. Segundo Vianna (1988a):

A análise desses conteúdos para a construção dos instrumentos e análise das dificuldades dos alunos apontam a necessidade urgente de se repensar em detalhes o que está sendo proposto em sala de aula aos alunos, em que sequência e como. Se pretendemos com o 1º grau oferecer uma educação básica para a população brasileira, e preciso que atribuamos um sentido claro a ela: onde nos propomos a chegar de fato, não em teoria, com o oferecimento de 8 anos de escolaridade básica? Onde seria desejável chegar, em cada área de conhecimento? (VIANNA, 1988a p.51-52)

Este estudo desencadeou iniciativas internas nos Estados brasileiros como no caso do Paraná, com a realização da *Avaliação do Rendimento de Alunos das segundas e quartas Séries de Escolas Oficiais do Estado do Paraná* que, em uma primeira fase (1987), abrangeu 8.537 alunos de sete cidades e, em um segundo momento, no final de

1988, avaliou 213.965 alunos de 22 cidades (VIANNA & GATTI, 1988B; VIANNA, 1989a). Estes alunos foram submetidos a provas específicas de Língua Portuguesa, Matemática, Estudos Sociais e Ciências.

Neste período, cresce o interesse na obtenção de dados estatísticos de desempenho escolar provindos das mais diversas escolas brasileiras. Em posse desses dados, políticas públicas específicas para cada regionalidade poderiam ser adotadas como forma de incentivo às necessárias melhorias na educação brasileira, conduzindo à concretização de novos projetos e parcerias. Segundo Vianna (1989a):

Ao definir a AVALIAÇÃO do RENDIMENTO em ESCOLAS de 1º GRAU da REDE PÚBLICA, o MEC solicitou a colaboração da FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS para implementação do programa em todo o território nacional. A complexidade do projeto exigiu o seu desdobramento em fases distintas. Inicialmente, em caráter experimental, avaliaram-se 4.518 crianças de 10 cidades, matriculadas no 1º grau, em 19 escolas; a seguir, 8.069 alunos de 62 escolas diluídas em 213 cidades foram avaliadas no seu rendimento escolar; posteriormente, 14.868 crianças de 39 cidades, alunos de 157 escolas de 1º grau, foram pesquisadas em uma terceira fase do projeto. Assim, no conjunto, foram avaliados 27.455 alunos de 238 escolas em 69 cidades localizadas nos vários Estados da Federação existentes à época da pesquisa, inclusive em um dos Territórios Nacionais (Amapá). (VIANNA, 1989a, p. 6)

Esta pesquisa, solicitada pelo MEC, tinha em perspectiva os seguintes objetivos: a) identificar, na diversidade do quadro educacional brasileiro, os pontos curriculares mais críticos, que deveriam merecer consideração de professores e administradores, a fim de solucionar problemas de aprendizagem que criam dificuldades ao longo do processo instrucional; b) verificar o desempenho dos alunos de primeira, terceira, quinta e sétima séries em determinados aspectos cognitivos que seriam, na opinião de professores militantes, fundamentais à aprendizagem, no currículo da escola de primeiro grau; c) fornecer subsídios para os professores atuarem no seu dia a dia, recuperando os alunos, ao longo do processo, em suas possíveis deficiências (VIANNA, 1989a).

As conclusões deste trabalho foram semelhantes aos resultados obtidos entre os anos de 1982 e 1986. Apesar da tentativa de representar diferentes segmentos socioeconômicos da população educacional, em um grupo de 14.868 respondentes, a escola de primeiro grau da rede oficial revelou-se uma instituição frequentada, na sua maioria, por elementos oriundos das classes menos favorecidas. As análises das

estatísticas das provas possibilitaram a caracterização dos pontos críticos, decorrentes de deficiências ao longo do processo de aprendizagem escolar (VIANNA, 1989a)

Segundo Vianna (1989a):

A escola do 1º grau da rede oficial, em função dos elementos levantados, mostrou vivenciar problemas de múltiplas dimensões. A par da falta de infraestrutura material, a rede oficial, em muitos casos, revelou não possuir recursos humanos - professores e administradores - suficientemente qualificados para operar a complexa estrutura da escola e concretizar os objetivos da educação, atuando formativamente sobre a criança e orientando sua aprendizagem; entretanto, apesar de todas essas deficiências, a pesquisa constatou também que há um empenho dos professores, dos orientadores e dos administradores em criar condições para a realização de um trabalho educacional eficiente, mesmo vivendo um mundo de adversidades. (p.56)

Tendo em vista a real necessidade de monitorar o sistema educacional brasileiro, bem como verificar o desempenho acadêmico dos alunos, o Ministério da Educação aplica, em 1988, uma versão teste do Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Público (SAEP) para o primeiro grau, nos Estados do Rio Grande do Norte e Paraná (WERLE, 2011). Para Bonamino e Franco (1999) a criação deste sistema está intimamente atrelada à necessidade:

[...] de desenvolvimento de um sistema de avaliação do impacto do Projeto Nordeste, segmento Educação, no âmbito do VI Acordo MEC/Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento - BIRD (Brasil, 1988). Tal demanda, aliada ao interesse do MEC em implementar um sistema mais amplo de avaliação da educação, levou a iniciativas que redundaram na criação do Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Público de 1º Grau - SAEP. Já em 1988, houve uma aplicação piloto do SAEP nos estados do Paraná e Rio Grande do Norte, com o intuito de testar a pertinência e adequação de instrumentos e procedimentos. No entanto, dificuldades financeiras impediram o prosseguimento do projeto, que só pôde deslanchar em 1990, quando a Secretaria Nacional de Educação Básica alocou recursos necessários à viabilização do primeiro ciclo do Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Básico. (p.110)

O primeiro ciclo do SAEP inicia-se em 1991, desenvolvido de forma descentralizada por estados e municípios. Contando com a participação ativa de professores e técnicos das Secretarias de Educação, desenvolvem-se os ciclos de 1990 e 1993, tanto no tratamento como na análise dos dados, conforme princípios de descentralização operacional e organizativa (WERLE, 2011). A partir de 1992, as avaliações externas aplicadas a grande número ou grande contingente de alunos (avaliações em larga escala) passam a ser responsabilidade do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEPE) (WERLE, 2011).

Em articulação com as Secretarias Estaduais de Educação, o Ministério da Educação, a partir de 1993, implantou o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB). Realizado anualmente, por amostra nacional de alunos, no início era composto por provas objetivas no modelo clássico e abrangia séries do Ensino Fundamental e médio (GATTI, 2009). Pode-se considerar o SAEB uma evolução do SAEP.

Apesar da crescente importância no cenário nacional e do aumento da complexidade que os sistemas de avaliação em larga escala apresentam Werle (2011) nos alerta que:

É no ano de 1995, entretanto, que o sistema de avaliação assume um novo perfil reforçado por empréstimos com o Banco Mundial (BM), e pela terceirização de operações técnicas, passando a chamar-se Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb). A partir daí, as funções do MEC se restringem à definição dos objetivos gerais do Sistema de Avaliação, os professores da Universidade passam a ter “posição subalterna”, bem como as administrações locais veem reduzida sua ação ao simples apoio logístico na fase de aplicação das provas. A partir de 1995, portanto, ocorre uma reordenação na avaliação em larga escala da educação básica na direção de uma centralização de decisões na União e um correspondente afastamento da participação dos Estados o que reforça que estes criem suas próprias estruturas avaliativas. (p. 775)

O SAEB é um sistema que visa avaliar a Educação Básica brasileira, contribuir para a melhoria de sua qualidade; e para a universalização do acesso à escola através da oferta de subsídios concretos para a formulação, reformulação e o monitoramento das políticas públicas voltadas para a Educação Básica (BRASIL, 2002, p. 9 APUD COELHO, 2008). Nos dois primeiros ciclos de aferição foram incluídos na amostra alunos das primeiras, terceiras, quintas e sétimas séries de escolas das escolas públicas de ensino. A partir do terceiro ciclo (1995), optou-se por avaliar as chamadas séries conclusivas - quartas e oitavas séries do Ensino Fundamental e terceira série do Ensino Médio - ampliando-se o escopo da amostra de modo a incluir escolas privadas (BONAMINO e FRANCO, 1999).

No decorrer dos dois primeiros ciclos de existência do SAEB, aplicavam-se provas de Língua Portuguesa, Matemática e Ciências; no terceiro ciclo de aplicação foram avaliadas as áreas de Língua Portuguesa e Matemática e no quarto ciclo (1997) acrescentaram-se as disciplinas Física, Química e Biologia nas provas aplicadas aos alunos da terceira série do Ensino Médio, além de Ciências para os alunos das quartas e oitavas séries do Ensino Fundamental (BONAMINO e FRANCO, 1999).

Atualmente, o SAEB é composto por três avaliações externas em larga escala: a *Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb)* que abrange, de maneira amostral, alunos matriculados na 4ª série/5ºano, 8ªsérie/9ºano do Ensino Fundamental e no terceiro ano do Ensino Médio; a *Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc)* também denominada "Prova Brasil" que, de forma censitária, analisa os resultados de alunos pertencentes à 4ª série/5ºano e 8ªsérie/9ºano; e a *Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA)* que, também realizada de forma censitária, analisa os resultados obtidos por alunos do terceiro ano do Ensino Fundamental das escolas públicas. Esta última avaliação foi incorporada ao SAEB pela Portaria nº 482, de 7 de junho de 2013.

Atualmente, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira é responsável pela elaboração e aplicação de avaliações em larga escala que abrangem o território nacional. Compete aos Estados e Municípios a responsabilidade pela elaboração e aplicação de seus próprios sistemas de avaliações. O conjunto dos dados oriundos destas avaliações promove a avaliação da educação em caráter nacional, pois desfrutam de amostras complexas e representativas dos estudantes brasileiros.

Um importante marco na educação do país foi a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394, em 1996, principal referência legal que estabelece os princípios e as finalidades da educação nacional.

Esta lei prevê que:

“Art. 2º. A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1996, p.1).

“Art. 22º. A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores. (BRASIL, 1996, p.9).

Desta maneira, a formação do indivíduo é responsabilidade conjunta da família e do Estado. Cabe a este, entretanto, a obrigatoriedade de manter um sistema educacional que capacite plenamente os educandos nas diversas formas de saberes.

No tocante às avaliações externas, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional destaca:

Art. 9º. A União incumbir-se-á de:

I - elaborar o Plano Nacional de Educação, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios;

[...] IV - estabelecer, em colaboração com os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, competências e diretrizes para a educação infantil, o ensino fundamental e o ensino médio, que nortearão os currículos e seus conteúdos mínimos, de modo a assegurar formação básica comum;

V - coletar, analisar e disseminar informações sobre a educação;

VI - assegurar processo nacional de avaliação do rendimento escolar no ensino fundamental, médio e superior, em colaboração com os sistemas de ensino, objetivando a definição de prioridades e a melhoria da qualidade do ensino (BRASIL, 1996, p.4)

Art. 87º. É instituída a Década da Educação, a iniciar-se um ano a partir da publicação desta Lei.

[...]§ 3º. Cada Município e, supletivamente, o Estado e a União, deverá:

[...] IV - integrar todos os estabelecimentos de ensino fundamental do seu território ao sistema nacional de avaliação do rendimento escolar. (BRASIL, 1996, p.29-30)

Assim sendo, as avaliações em larga escala oficiais representam uma forma integrada entre os diferentes sistemas de ensino, garantindo que haja uma aferição do desempenho obtido pelos estudantes. Estes resultados, posteriormente, orientarão políticas públicas que objetivam um constante avanço na qualidade do ensino. A fim de assegurar os recursos necessários para o provimento dos insumos imprescindíveis à melhoria da educação básica brasileira, criou-se através da Emenda Constitucional 14 o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e da Valorização do Magistério (FUNDEF) e o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (FUNDEB), regulamentado pela Lei nº. 11.494 e pelo Decreto nº. 6253 (WERLE, 2011).

No tocante à avaliação, são de suma importância as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), tornadas públicas através da Resolução CEB Nº 3, de 26 de junho de 1998 (BRASIL, 1998). Neste documento há inferências a respeito dos processos de avaliação, ressaltando a importância da análise dos resultados como mecanismo necessário para orientar ações que visem a progressiva diminuição das desigualdades sociais. No artigo 7º. deste documento destaca-se:

Art. 7º Na observância da Identidade, Diversidade e Autonomia, os sistemas de ensino e as escolas, na busca da melhor adequação possível às necessidades dos alunos e do meio social:

[...] III - instituirão sistemas de avaliação e/ou utilizarão os sistemas de avaliação operados pelo Ministério da Educação e do Desporto, a fim de acompanhar os resultados da diversificação, tendo como referência as competências básicas a serem alcançadas, a legislação do ensino, estas diretrizes e as propostas pedagógicas das escolas;

[...] V - instituirão mecanismos e procedimentos de avaliação de processos e produtos, de divulgação dos resultados e de prestação de contas, visando desenvolver a cultura da responsabilidade pelos resultados e utilizando os resultados para orientar ações de compensação de desigualdades que possam resultar do exercício da autonomia. (BRASIL, 1998, p.2-3)

Progressivamente, pode-se notar um incremento de políticas públicas voltadas para a realização, análise e divulgação dos resultados obtidos pelos alunos nas avaliações em larga escala. Estas avaliações não visam somente estabelecer um *ranking* de desempenho entre escolas, municípios e estados, mas pretende aliar esses resultados à tomada de decisões em políticas públicas voltadas ao favorecimento da educação ofertada à população brasileira. Corroborando com esta ideia, Vianna (2003) nos alerta que “[...] qualquer situação ou sistema de avaliação de resultados educacionais há de ter como objeto o processo pedagógico em seu todo e em seus componentes, não se restringindo à verificação de resultados de aprendizagem” (p.171) uma vez que “[...] as avaliações apontam problemas, mas não os solucionam [...]” (VIANNA, 2003, p.43).

É nesta perspectiva que, em 1998, coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, foi criado o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) com o objetivo de avaliar o desempenho dos estudantes ao final da educação básica. Segundo Broietti (2014), as origens do ENEM remontam à Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996) e às Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 1998), sendo também norteado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2000) e pelas Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio (OCEN) (BRASIL, 2006).

A coordenação dos trabalhos do ENEM é de responsabilidade do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, bem como a avaliação contínua do processo e manutenção constante de ações articuladas com especialistas em avaliação educacional; com Instituições de Ensino Superior (IES) e com secretarias estaduais de educação. Contudo, na atualidade, a elaboração, impressão e aplicação das provas do ENEM é realizada por empresas privadas, com dispensa de licitação. O nome destas

empresas é mantido em sigilo, para evitar que informações a respeito do conteúdo deste exame venham a público indevidamente.

Por figurar como objeto deste estudo e devido à magnitude desta avaliação no território nacional, e suas peculiaridades, optou-se em dividir sua trajetória histórica em dois grandes períodos: de *1998 a 2008* e de *2009 até 2015* (o Novo ENEM).

1.2 Exame Nacional do Ensino Médio: 1998 a 2008

Concebido a partir da Portaria MEC Nº 438, de 28 de maio de 1998, o Exame Nacional do Ensino Médio figura como um procedimento de avaliação do desempenho tendo por objetivos

- I – conferir ao cidadão parâmetro para auto-avaliação, com vistas à continuidade de sua formação e à sua inserção no mercado de trabalho;
- II – criar referência nacional para os egressos de qualquer das modalidades do ensino médio;
- III – fornecer subsídios às diferentes modalidades de acesso à educação superior;
- IV – constituir-se em modalidade de acesso a cursos profissionalizantes pós-médio. (BRASIL, 1998a)

A participação nesta avaliação é voluntária podendo o interessado realizar o exame quantas vezes considerar de sua conveniência.

Em seus primeiros dez anos de existência (1998-2008), o ENEM contou com a mesma estrutura padrão: uma prova contendo 63 itens de múltipla escolha e uma redação, de caráter facultativo, ambas aplicadas em um único dia. Os itens relacionavam-se ao desenvolvimento de cinco competências (*domínio de linguagens, compreensão de fenômenos, enfrentamento de situações-problema, construção de argumentações e elaboração de propostas de intervenção na realidade*) e 21 habilidades previstas em sua Matriz de Referência. Neste período, a realização da prova era facultativa aos estudantes egressos do Ensino Médio que almejavam ingresso em instituição pública de ensino superior. Algumas destas instituições utilizavam os resultados obtidos no ENEM como parte opcional da composição das notas de seus próprios exames vestibulares, atribuindo eventual pontuação extra aos que optaram por utilizá-lo.

Para Castro (2004), ao construir uma Matriz de Referências explicitando as competências e habilidades necessárias para a realização do exame, o ENEM estabeleceu um padrão de atributos desejáveis ao término da escolaridade básica no Brasil, tal qual como ocorre com os exames aplicados nos Estados Unidos, o *Scholastic Aptitude Test* (SAT), e na França, o *Baccalaureate*, permitindo ao poder público dimensionar e localizar as lacunas que debilitam o processo de formação dos jovens e, conseqüentemente, sua inserção no processo de produção da sociedade.

Em sua trajetória de mudanças sociais, através da Lei nº 11.096, em 13 de janeiro de 2005, o ENEM passa a integrar o veículo de acesso ao Programa Universidade para Todos (Prouni) que seleciona estudantes da educação básica, provenientes das escolas públicas, a serem contemplados com bolsas de 50% ou 100% em Instituições de Ensino Superior (IES) privadas, integrantes do programa.

De acordo com Catani (2007), o Prouni concede bolsas de estudos integrais aos “brasileiros não portadores de diploma de curso superior e cuja renda familiar não exceda a um salário-mínimo *per capita*” (BRASIL. MEC, 2004, Art. 1º, § 1º). As bolsas seriam distribuídas de acordo com a nota e o perfil socioeconômico do candidato, sendo destinadas aos estudantes concluintes do Ensino Médio em escolas públicas e também à formação de professores das escolas públicas em cursos de licenciatura ou pedagogia. Um dos elementos que deu destaque a este programa foi a inclusão de políticas afirmativas, através da destinação de percentuais das bolsas aos candidatos autodeclarados afrodescendentes e indígenas, nas proporções do censo populacional do IBGE para cada Estado e para o Distrito Federal (CATANI, 2005).

Com a vinculação a este programa, progressivamente o ENEM passa a contar com maior adesão dos estudantes. Segundo dados do INEP (INEP, 1998 e INEP, 2008), em sua primeira edição, o exame recebeu 157.221 inscrições, saltando para 4.004.715 inscritos em 2008.

1.3 O Novo ENEM: 2009 a 2015.

Criado para democratizar as oportunidades de acesso às vagas em universidades públicas, principalmente federais, a nova formatação da prova do Exame Nacional do Ensino Médio, implementada a partir de 2009, traz consigo profundas modificações e a possibilidade de múltiplas formas de acesso ao ensino superior, seja em instituições públicas ou privadas.

O exame, conhecido como Novo ENEM, apresenta-se como uma avaliação cujos resultados podem ser utilizados para compor a medição da qualidade, auxiliar na implementação de políticas públicas e no estabelecimento de um referencial nacional para o aperfeiçoamento dos currículos do Ensino Médio. Visa também o desenvolvimento de estudos e indicadores sobre a educação brasileira (INEP, 2011).

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, através da publicação da Portaria MEC Nº 109, de 27 de maio de 2009, instituí o novo modelo avaliativo do ENEM que apresenta como objetivos:

Art. 2º- Constituem objetivos do Enem:

I - oferecer uma referência para que cada cidadão possa proceder à sua auto-avaliação com vistas às suas escolhas futuras, tanto em relação ao mundo do trabalho quanto em relação à continuidade de estudos;

II - estruturar uma avaliação ao final da educação básica que sirva como modalidade alternativa ou complementar aos processos de seleção nos diferentes setores do mundo do trabalho;

III - estruturar uma avaliação ao final da educação básica que sirva como modalidade alternativa ou complementar aos exames de acesso aos cursos profissionalizantes, pós-médios e à Educação Superior;

IV - possibilitar a participação e criar condições de acesso a programas governamentais;

V - promover a certificação de jovens e adultos no nível de conclusão do ensino médio nos termos do artigo 38, §§ 1º e 2º- da Lei nº - 9.394/96 - Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB);

VI - promover avaliação do desempenho acadêmico das escolas de ensino médio, de forma que cada unidade escolar receba o resultado global;

VII - promover avaliação do desempenho acadêmico dos estudantes ingressantes nas Instituições de Educação Superior. (BRASIL, 2009)

Segundo o INEP, o Novo ENEM, estrutura-se a partir das Orientações Curriculares para o Ensino Médio; de sua Matriz de Referência; dos Objetos de Conhecimento associados às Matrizes de Referência (INEP, 2009); das Competências

expressas na Matriz de Referência para a elaboração da redação (Portaria MEC Nº109, de 27 de maio de 2009).

A Matriz de Referências desta nova edição também sofreu alterações. Atualmente, conta com cinco Eixos Cognitivos comuns a todas as áreas de conhecimento: *I. Dominar linguagens (DL); II. Compreender fenômenos (CF); III. Enfrentar situações-problema (SP); IV. Construir argumentação (CA); V. Elaborar propostas (EP)*. As competências e habilidades constam subdivididas nas quatro grandes áreas de proficiência estabelecidas para a prova: *Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias*. Os conteúdos específicos de cada grupo disciplinar estão descritos nos Objetos de Conhecimento associados às Matrizes de Referência.

Segundo Bizzo (2013):

ENEM was originally based on five competencies and 21 abilities, aimed at reaching an interdisciplinary approach, with no mention to specific school disciplines or subjects. The major reform which took place in 2009 created the “Novo ENEM” (“New ENEM”) with a major increase in the number of competencies and abilities under assessment, references to conceptual disciplinary knowledge were introduced, and the total number of questions increased dramatically. The original 63 multiple choice questions (plus an optional written composition) performed in one afternoon became, now in the new version, 180 questions (plus a compulsory written composition) and two days are necessary, with a tight time schedule, which allows three minutes per item. (...) However, the major features of items construction seem to be essentially the same: some visual and written context is given, followed by a stem and five options. Recollection of facts and concepts should be rarely necessary, at least in the form of conceptual definitions; the essential information to find the right option is supposedly part of the context given.

Versando sobre as várias áreas de conhecimento em que se organizam as atividades pedagógicas da Educação Básica, o Novo ENEM é composto por quatro provas objetivas, contendo, cada uma, quarenta e cinco itens de múltipla escolha e uma proposta para redação. Esta redação deverá ser estruturada na forma de texto em prosa do tipo dissertativo-argumentativo, a partir de um tema de ordem social, científica, cultural ou política.

Os itens que compõem a prova são considerados a unidade básica de um instrumento de coleta de dados que podem ser utilizados para medir o desempenho acadêmico (INEP, 2010, p. 7-8). Itens de múltipla escolha são recomendados para avaliar

grandes grupos, pois se mostram menos vulneráveis aos casos de erros de julgamento na atribuição de escores (Vianna, 1982 apud INEP, 2010).

A elaboração de um item de múltipla escolha, presente no Novo ENEM, ocorre de forma artesanal, sendo necessário que o elaborador tenha tanto o domínio técnico dos procedimentos que envolvem sua elaboração quanto domínio de sua área de conhecimento (INEP, 2010). Segundo o Instituto (2010, p. 10-11), o item deve conter o **texto base** (que motiva ou compõe a situação-problema a ser formulada), o **enunciado** (contendo a instrução clara e objetiva da tarefa a ser realizada) e as **alternativas** (com possibilidades de respostas para a situação-problema apresentada dividindo-se em gabarito, e distratores). O item deve ser estruturado de modo que se configure uma unidade de proposição e contemple uma única habilidade da Matriz de Referência (INEP, 2010, p. 9).

No Novo ENEM, o cálculo de desempenho passa a ser efetuado através da Teoria de Resposta ao Item (TRI). A escolha desta metodologia de análise dos dados deve-se ao fato de esta ser amplamente utilizada em exames em larga escala em diferentes países, uma vez que é considerada a forma mais avançada de se mensurar um traço-latente que, neste caso, é o conhecimento (INEP, 2011).

A TRI possibilita representar as características dos itens de teste sem depender do grupo examinado e ainda descrever a proficiência das pessoas examinadas sem depender da dificuldade do teste utilizado para este fim (FLETCHER, 2010).

A análise de desempenho individual inicia-se através da investigação do comportamento de todos os itens da prova, por meio da reavaliação dos parâmetros já conhecidos dos itens e do estabelecimento dos parâmetros daqueles itens que ainda não tinham parâmetros conhecidos. Após a consolidação destes parâmetros é que se inicia a fase de estimação das proficiências dos participantes, que permite acrescentar outros aspectos além do quantitativo de acertos, tais como os parâmetros dos itens e o padrão de resposta do participante uma vez que modela a probabilidade de um indivíduo responder corretamente a um item como função dos parâmetros do item e da proficiência (habilidade) do respondente (INEP, 2011).

Essa metodologia de análise permite o acompanhamento e a comparação do desempenho dos participantes ao longo dos anos. Para regular a escala de análise,

utilizou-se como grupo de referência a média dos participantes concluintes provindos do ensino regular no ano de 2009, definindo-se a média desse grupo como 500 e seu desvio-padrão em 100 (INEP, 2011).

Através destas mudanças, o Novo ENEM expressa uma estrutura díspar dos clássicos exames de vestibular, uma vez que está centrada no desempenho por competências. Além disso, atrai ainda mais estudantes, pois se torna etapa obrigatória aos que almejam ingresso em universidades públicas federais, através do Sistema de Seleção Unificada (SiSU) e/ou ingresso em instituições de ensino superior privadas que aderiram ao Programa Universidade para Todos (Prouni).

Devido à grande importância nacional desta prova, dados oriundos de pesquisas sobre o Novo ENEM podem vir a subsidiar políticas públicas que visem à melhoria do ensino ofertado aos estudantes. O incentivo a melhorias no ensino através da análise dos dados do Novo ENEM, seja em escolas públicas ou privadas, faz-se especialmente necessário devido ao Plano Nacional de Educação (PNE) que, entre outros, torna obrigatória a participação dos estudantes nesta avaliação.

Sobre o Novo ENEM, O PNE (lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014) prevê:

Meta 3.6: universalizar o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM, fundamentado em matriz de referência do conteúdo curricular do ensino médio e em técnicas estatísticas e psicométricas que permitam comparabilidade de resultados, articulando-o com o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica - SAEB, e promover sua utilização como instrumento de avaliação sistêmica, para subsidiar políticas públicas para a educação básica, de avaliação certificadora, possibilitando aferição de conhecimentos e habilidades adquiridos dentro e fora da escola, e de avaliação classificatória, como critério de acesso à educação superior.

Meta 7.7: aprimorar continuamente os instrumentos de avaliação da qualidade do ensino fundamental e médio, de forma a englobar o ensino de ciências nos exames aplicados nos anos finais do ensino fundamental, e incorporar o Exame Nacional do Ensino Médio, assegurada a sua universalização, ao sistema de avaliação da educação básica, bem como apoiar o uso dos resultados das avaliações nacionais pelas escolas e redes de ensino para a melhoria de seus processos e práticas pedagógicas;

Meta 13.6: substituir o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes - ENADE aplicado ao final do primeiro ano do curso de graduação pelo Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM, a fim de apurar o valor agregado dos cursos de graduação;

(BRASIL, 2014)

Desta forma, ao tornar-se obrigatório, o Novo ENEM ganha destaque como rica fonte de dados sobre o ensino brasileiro. Em face destas constatações, torna-se necessário um estudo a respeito de seus impactos na sociedade brasileira.

1.4 O acesso ao ensino superior promovido pelo Exame Nacional do Ensino Médio: Do Prouni ao SiSU.

Criado por meio da Medida Provisória nº 213 de 10/09/2004 e, posteriormente, pela Lei nº 11.096 de 13 de janeiro de 2005, o Programa Universidade para Todos possibilita o acesso de estudantes de baixa renda ao ensino superior através da concessão de bolsas de estudo parciais ou integrais para cursos de graduação e cursos sequenciais de formação específica (tecnologia de ensino superior) em instituições de ensino superior privadas, com ou sem fins lucrativos.

As bolsas são destinadas ao estudante que tenha cursado todo o Ensino Médio em escola pública ou em instituições privadas na condição de bolsista integral; a estudantes portadores de deficiência, nos termos da lei; e aos professores atuantes em escolas públicas de ensino que almejam um curso de licenciatura e/ou pedagogia, destinados à formação para o magistério na educação básica, independentemente da renda. Para obter uma das bolsas de estudos, o estudante será pré-selecionado pelos resultados do ENEM e pelo perfil socioeconômico, além de critérios estabelecidos pela instituição de ensino superior.

Segundo o Art. 5º da Lei nº 11.096 de 13 de janeiro de 2005, as instituições privadas que aderirem ao programa deverão

[...] oferecer, no mínimo, 1 (uma) bolsa integral para o equivalente a 10,7 (dez inteiros e sete décimos) estudantes regularmente pagantes e devidamente matriculados ao final do correspondente período letivo anterior, conforme regulamento a ser estabelecido pelo Ministério da Educação, excluído o número correspondente a bolsas integrais concedidas pelo Prouni ou pela própria instituição, em cursos efetivamente nela instalados.

[...]§ 4º A instituição privada de ensino superior com fins lucrativos ou sem fins lucrativos não beneficente poderá, alternativamente, em substituição ao requisito previsto no caput deste artigo, oferecer 1 (uma) bolsa integral para cada 22 (vinte e dois) estudantes regularmente pagantes e devidamente matriculados em cursos efetivamente nela instalados, conforme regulamento a ser estabelecido pelo Ministério da Educação, desde que ofereça, adicionalmente, quantidade de

bolsas parciais de 50% (cinquenta por cento) ou de 25% (vinte e cinco por cento) na proporção necessária para que a soma dos benefícios concedidos na forma desta Lei atinja o equivalente a 8,5% (oito inteiros e cinco décimos por cento) da receita anual dos períodos letivos que já têm bolsistas do Prouni, efetivamente recebida nos termos da Lei no 9.870, de 23 de novembro de 1999, em cursos de graduação ou seqüencial de formação específica.

O Prouni se estabelece como um “compromisso do Governo Federal de democratizar o acesso à educação superior, representando uma política pública de ampliação de vagas, estímulo ao processo de inclusão social e geração de trabalho e renda aos jovens brasileiros” (BRASIL, 2005).

Desde sua criação, o programa é alvo constante de críticas e elogios provindos de diversos setores da sociedade. Segundo Carvalho (2006), a demanda potencial por ensino superior resultou na criação de um número excessivo de vagas nas Instituições de Ensino Superior e o Prouni surge como uma excelente oportunidade para estas instituições, ameaçadas pelo peso das vagas excessivas. Para o autor, as instituições mais beneficiadas são aquelas com fins lucrativos, já que ficam isentas de praticamente todos os tributos federais a partir da adesão ao programa.

Catani (2007) argumenta que esta política pública de acesso ao ensino superior não se preocupa com a permanência do estudante, elemento fundamental para sua democratização, mas orienta-se pela concepção de assistência social, oferecendo benefícios e não direitos aos bolsistas. Ademais, os cursos superiores ofertados nas Instituições de Ensino Superior privadas e filantrópicas são, em sua maioria, de qualidade questionável e voltados às demandas imediatas do mercado de trabalho. Nesse sentido, mesmo como mera política assistencialista (CATANI, 2005).

Outro programa diretamente vinculado ao ENEM é o Sistema de Seleção Unificada (SiSU). Instituído pela portaria Nº 2, de 26 de janeiro de 2010, constitui-se em um sistema informatizado de seleção de candidatos para preenchimento de vagas em cursos de graduação disponibilizadas pelas instituições públicas de educação superior participantes. Todo o sistema é diretamente gerenciado pelo Ministério da Educação e a seleção é efetivada com base nos resultados obtidos pelos participantes no ENEM a partir da edição de 2009.

Segundo o art. 9 da referida portaria

Art. 9º O processo seletivo do SiSU será estruturado em etapas sucessivas.

§ 1º O Ministério da Educação definirá a cada processo seletivo, no edital referido no § 2º do art. 1º desta Portaria, o número de etapas referidas no caput deste artigo.

§ 2º Cada etapa do processo seletivo do SiSU compreenderá as seguintes fases:
I - oferta de vagas no SiSU pelas instituições participantes, as quais serão disponibilizadas para inscrição dos candidatos;
II - inscrição no SiSU dos candidatos que tenham participado do ENEM a partir da edição referente ao ano de 2009;
III - seleção e classificação dos candidatos com base no desempenho no ENEM, observados os pesos e as notas mínimas eventualmente estabelecidos pelas instituições;
IV - lançamento das vagas ocupadas no SiSU.

Desta forma, cabe às Instituições de Ensino Superior participantes disponibilizar informações quanto ao número de vagas correspondente a cada curso e turno, bem como os cálculos das notas a partir dos resultados obtidos no ENEM.

O Sistema disponibiliza ao candidato a possibilidade de alteração de sua opção de vaga em instituição, curso e turno além das respectivas notas de corte. Assim sendo, o candidato tem a possibilidade de mudar sua opção de curso, turno e/ou instituição se constatar que sua nota não é suficiente para conquistar uma determinada vaga. Para fins de resultado, será considerada apenas a última modificação confirmada pelo usuário do Sistema.

O participante do processo seletivo promovido pelo SiSu também poderá concorrer às vagas - variáveis para cada curso e cada turno - destinadas às políticas de ações afirmativas disponibilizadas pelas IES.

Com o advento do SiSU, a crescente inserção de alunos provenientes da educação básica não privada em universidades públicas torna-se foco de políticas governamentais. Amplia-se a reserva de vagas destinadas a alunos pertencentes à escola pública e/ou acréscimo de pontos nos processos seletivos de vestibulares para esta população. Nas Universidades Federais, por exemplo, a via de ingresso estabelece-se através das notas obtidas no ENEM e participação no processo de Seleção Unificada.

Apesar do evidente incremento de vagas e alunos matriculados, principalmente Instituições de Ensino Superior privadas, Ristoff (2014) faz ressalvas quanto à expansão da educação superior observada nas últimas décadas, pois o Brasil continua tendo um sistema de acesso basicamente de elite nos termos preconizados por Martin Trow (APUD RISTOFF, 2014):

Esta expansão da educação superior observada nas últimas décadas pode sugerir à primeira vista que o Brasil já tenha atingido um sistema de educação superior de massas. [...] Trow, em seus estudos, considera de elite o sistema de educação superior com acesso para até 15% dos jovens de idade apropriada. Sua classificação considera de massas o sistema que permite acesso para entre 16% e 50% dos jovens de idade apropriada, considerando o sistema de massas consolidado ao atingir 30%; a partir de 50%, Trow considera o sistema de acesso como universal. Os 7 milhões de estudantes da graduação brasileira, embora superior à população de muitos países, representam 15,1% de taxa de escolarização líquida e 28,7% de taxa bruta. O Brasil, portanto, começa apenas a querer sair de um sistema de acesso de elite e ainda assim fortemente auxiliado pela redução da população de 18 a 24 anos no país. Para consolidar um sistema de massas o Brasil precisa pelo menos atingir a meta de 33% recentemente aprovada, no novo Plano Nacional de Educação (PNE), para o ano 2024. (RISTOFF, 2014)

O Plano Nacional de Educação mencionado por Ristoff é tratado na Lei Nº 13.005, sancionada em 25 de Junho de 2014, com vigência de dez anos. O anexo desta Lei estabelece as metas às quais se propõe, bem como prevê as estratégias de execução.

Especificamente, para a modalidade de Ensino Superior, o anexo prevê:

Meta 3: universalizar, até 2016, o atendimento escolar para toda a população de 15 (quinze) a 17 (dezessete) anos e elevar, até o final do período de vigência deste PNE, a taxa líquida de matrículas no ensino médio para 85% (oitenta e cinco por cento).

[...]

3.6) universalizar o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM, fundamentado em matriz de referência do conteúdo curricular do ensino médio e em técnicas estatísticas e psicométricas que permitam comparabilidade de resultados, articulando-o com o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica - SAEB, e promover sua utilização como instrumento de avaliação sistêmica, para subsidiar políticas públicas para a educação básica, de avaliação certificadora, possibilitando aferição de conhecimentos e habilidades adquiridos dentro e fora da escola, e de avaliação classificatória, como critério de acesso à educação superior;

[...]

11.7) expandir a oferta de financiamento estudantil à educação profissional técnica de nível médio oferecida em instituições privadas de educação superior;

[...]

Meta 12: elevar a taxa bruta de matrícula na educação superior para 50% (cinquenta por cento) e a taxa líquida para 33% (trinta e três por cento) da população de 18 (dezoito) a 24 (vinte e quatro) anos, assegurada a qualidade da oferta e expansão para, pelo menos, 40% (quarenta por cento) das novas matrículas, no segmento público.

Para que a meta 12 seja cumprida, propõe-se, entre outros, otimizar a capacidade instalada da estrutura física e de recursos humanos das instituições públicas de educação superior; ampliar a oferta de vagas, por meio da expansão e interiorização

da rede federal de educação superior; ampliar a participação proporcional de grupos historicamente desfavorecidos na educação superior, inclusive mediante a adoção de políticas afirmativas, na forma da lei; consolidar processos seletivos nacionais e regionais para acesso à educação superior como forma de superar exames vestibulares isolados; e, principalmente, ampliar o Programa Universidade para Todos.

Desta forma, o ENEM articula-se com tais propostas pois integra tanto os processos seletivos vinculados ao Prouni quanto ao SiSU. Apesar da evidente importância do ENEM no cenário nacional Werle (2011) constata que:

O Enem foi recebido, inicialmente, com descrédito por parte das Universidades, e com reações contrárias, inclusive dos estudantes. Entretanto, o Enem foi progressivamente adquirindo espaço e força em decorrência de três eixos de questões. Primeiro, com adesão de Universidades que passaram a considerar os resultados obtidos pelos estudantes para o ingresso no Ensino Superior, em segundo lugar, com o Programa Universidade Para Todos (ProUni) cujo critério de ingresso no Ensino Superior apenas considera os resultados do Enem e, em terceiro lugar, com a implantação do Sistema de Seleção Unificada (SiSu). (WERLE, 2011, p. 776)

Com o advento do SiSU, o Novo ENEM se fortalece como o maior exame de acesso ao ensino superior do Brasil na medida em que se consolida como prova única de seleção para diversas IES. Assim sendo, graças ao seu grande e ascendente impacto no cenário nacional, estudos relativos à constituição dos itens que compõem a nova versão da prova, implantada a partir de 2009, tornam-se necessários para que haja um contínuo aperfeiçoamento dos processos seletivos ao qual está vinculado. Nesta perspectiva, um dos possíveis horizontes de análise da prova configura-se através da exploração das Concepções Alternativas (CA) referentes a conceitos científicos que por ventura venham a estar presentes nas composições dos itens. Desta forma, no Capítulo 2 há uma retrospectiva de trabalhos nesta área de estudo e sua ligação ao ENEM.

Capítulo 2 – Concepções Alternativas

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular que mais influência a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece.
David Ausubel

A análise das concepções alternativas (CA) remonta à década de 1920, com os trabalhos do epistemólogo suíço Jean William Fritz Piaget. Segundo Santos (1991, p. 51), o diagnóstico, interpretação, origem e lógica das CA dos alunos tornou-se parte integrante das preocupações pedagógicas, pois as mesmas estão no centro do problema da aprendizagem e geralmente são apontadas, por teóricos e investigadores “[...] como uma das variáveis mais significativas do ensino de ciências (p. 91)”. Desta forma, torna-se fundamental detectar e avaliar as concepções prévias dos estudantes uma vez que este é o primeiro passo para sua transformação em concepções científicas (GEBARA, 2001 p. 4).

As concepções acerca do mundo são construídas internamente a partir de vivências diárias do indivíduo com a sociedade que o circunda. Em sala de aula, ou seja, na instrução formal, as concepções previamente adquiridas esbarram nos conceitos científicos que devem ser, progressivamente, inseridos no processo de ensino e aprendizagem gerando estranhamentos e resistências. Esse fato, por consequência, está relacionado ao processo de fracasso escolar.

Essas concepções caracterizam-se por serem inferências pessoais que cada indivíduo faz do mundo que o cerca, consoante a sua própria maneira de vê-lo e de ver a si próprio (SANTOS, p. 109). Persistem ao longo do tempo, resistindo ao ensino formal e são sentidas pelos que as possuem como lógicas, úteis e dotadas de certa consistência interna. Para Santos (1991, p. 119-121), a linguagem verbal as influencia, embora não esteja propriamente na origem das concepções alternativas, e a resistência à mudança pode ser atribuída ao fato destas refletirem um conhecimento socialmente aceito.

Nesta perspectiva, Mortimer (1996) ressalta que as ideias alternativas são fortemente influenciadas pelo contexto do problema em que estão inseridas, sendo possível demonstrar a existência de um padrão, em relação a um determinado conceito investigado, se repete entre estudantes de diferentes partes do mundo.

Frequentemente, no cotidiano escolar as concepções alternativas são camufladas pelo modelo didático e avaliativo aos quais os discentes são submetidos. A memorização mecânica de conceitos científicos faz com que os alunos tenham a tendência de responder apenas “aquilo que o professor quer ouvir/ler” sobre determinado assunto e não expressam suas verdadeiras concepções. Quando apenas memorizados, os conceitos científicos tendem a se esvaziar, sendo, rapidamente, esquecidos e suplantados pelas ideias prévias dos estudantes, o que denota uma ineficácia na alternância de perspectivas mesmo após anos de escolaridade.

Contudo, não se trata apenas de uma mera substituição de conceitos prévios por conceitos cientificamente válidos, mas sim munir os discentes com novos conceitos e capacitá-los a utilizar as diferentes linguagens mediante o contexto social em que estão inseridos. No dia a dia, é perfeitamente plausível que uma pessoa diga que vestirá uma blusa de lã “*por que ela é quente*” afinal, soaria por demais pedante mencionar que o material do qual é constituída possui propriedades específicas que a tornam um bom isolante térmico (MORTIMER, 1996). Sendo assim, não se trata de uma mera substituição de conceitos, mas sim da aprendizagem de uma nova perspectiva conceitual que deverá ser empregada conforme o contexto.

Para que o objetivo supracitado seja alcançado, torna-se relevante analisar os trabalhos de David Ausubel, conceituado psicólogo estadunidense, para quem a ação pedagógica deve centrar-se na construção racional de novas estruturas conceituais. Isso ocorre não só a partir de uma análise racional da estrutura do assunto a ser ensinado, mas também a partir de uma análise lógica de conteúdos organizados já estabelecidos na mente dos alunos que sejam relevantes para a aprendizagem deste assunto (SANTOS, 1991 p. 74). Desta forma, os conhecimentos prévios dos alunos funcionam como “ganchos” aos quais serão ancorados os novos significados como, por exemplo, os conceitos científicos.

O *processo de ancoragem*, para Ausubel (2003), integra o conteúdo novo em uma construção mental ordenada, já construída. Concomitantemente esta construção representa um forte fator que influencia o processo de aprendizagem na medida em que orienta a assimilação de novos dados (SANTOS, 1991 p.74). Segundo Moreira (2011), o conhecimento prévio do indivíduo serve de matriz ideacional e organizacional para a

incorporação, compreensão e fixação de novos conhecimentos quando estes “se ancoram” em conhecimentos especificamente relevantes (subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva do ser. Sendo assim, para este autor fica claro que, na perspectiva ausubeliana, o conhecimento prévio (a estrutura cognitiva do aprendiz) é a variável crucial para a aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa, na forma como proposta por Ausubel, refere-se ao processo pelo qual uma nova informação conceito, ideia ou proposição adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação (MOREIRA, 1982). Ocorre uma interação entre o novo conhecimento e o conhecimento já existente, na qual ambos se modificam, sendo que a estrutura cognitiva é constantemente reestruturada em um processo dinâmico em que o conhecimento vai sendo alicerçado (MOREIRA, 1982). Para Moreira, o novo conhecimento jamais é internalizado de maneira literal na aprendizagem significativa, pois o componente idiossincrático prepondera.

Ausubel (2003) também faz a distinção entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica. Nesta última, há pouca ou nenhuma interação entre a nova informação e os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo sendo então necessária a repetição mecânica e estereotipada para que o conhecimento fique armazenado nos campos da memória (SANTOS, 1991, p. 77-78). O novo conhecimento não interage significativamente com a estrutura cognitiva preexistente e não adquire significados, sendo retido de maneira arbitrária e literal na mente do indivíduo (MOREIRA, 1982).

Contudo, o que faz com que um determinado conceito não seja assimilado de forma satisfatória? Ausubel relata que as *preconcepções* apresentadas pelo indivíduo podem atuar como estruturas inibidoras no processo de aprendizagem, pois estão presentes em todas as faixas etárias sendo altamente estáveis e resistentes à extinção. Desta forma,

[...] concepções erradas não erradicadas, podem tornar-se mais elaboradas e estáveis como resultado do ensino; atribui a incorreção das preconcepções infantis a factores tais como: falta de refinamento cognitivo e de experiência

acumulada, informações errôneas ou incompletas, interpretações falsas, aceitação indiscriminada daquilo que se lê ou de que se é informado, confusão entre palavras homônimas e homófonas...” (SANTOS, 1991 p. 75)

Os trabalhos de Piaget e Ausubel desencadearam uma série de investigações a cerca destas representações internas dos indivíduos sendo considerados os precursores do Movimento das Concepções Alternativas (MCA). Ancorado nas concepções filosóficas e psicológicas de autores como Piaget, Ausubel, Bachelar e Kelly (SANTOS 1991), o MCA têm início no final da década de 1970, quando as concepções alternativas se tornaram um importante elemento a ser considerado para que haja uma apropriação dos conceitos científicos por parte dos alunos (SCHROEDER, 2005)

Para Santos (1991),

O MCA tem-se centrado no conteúdo do pensar dos alunos como fulcro da mudança conceptual, contudo, esta é determinada por uma estreita dependência do conteúdo-forma. Ao construir conceitos o aluno constrói (reconstrói) o seu próprio sistema cognitivo e, reciprocamente, ao aprender, deliberadamente, a utilizar o seu potencial de pensamento adquire uma ferramenta indispensável à formação dos conceitos. As representações dos alunos não constituem unidades isoladas sem relação com suas competências de pensar, pelo contrário, são tão interdependentes que não podem evoluir se não evoluírem os seus processos de pensamento e, por sua vez, é a evolução destes processos que capacita o sujeito a mudar as suas concepções. (SANTOS, 1991 p. 37)

Corroborando com Santos (1991), Mortimer (1992) esclarece que

As pesquisas sobre os conceitos alternativos, realizadas ao longo dos últimos vinte anos, têm mostrado que os estudantes possuem uma série de ideias alternativas aos diversos conceitos ensinados nas aulas de ciências, e que estas ideias são pessoais, fixas e difíceis de serem mudadas. A permanência dessas ideias, depois e apesar das lições tradicionais de ciências, colocou em evidência a necessidade de ser construída uma nova perspectiva para o ensino de ciências, que levasse em consideração os resultados das pesquisas. (MORTIMER, 1992 p. 242)

Com base no conjunto de disciplinas que compõe o grande grupo de Ciências da Natureza, nota-se na literatura disponível que há uma vasta gama de trabalhos referentes às concepções alternativas dos alunos quanto aos conceitos de Física. Contudo, para este estudo, consideram-se apenas os trabalhos referentes às concepções alternativas dos alunos em conceitos científicos intrínsecos ao conjunto de conhecimentos abarcados pelo componente curricular Biologia.

2.1 As concepções alternativas em Biologia

Devido ao surgimento dos ideais construtivistas no campo educacional, progressivamente tornaram-se significativos os conceitos prévios trazidos à sala de aula pelos alunos. Eventualmente, tais conceitos estão em desacordo com os princípios atualmente aceitos pela comunidade científica e inserem-se através de distintas fontes.

Para Mak *et al* (1999), as concepções alternativas apresentadas por crianças podem ser categorizadas em três grupos, de acordo com sua natureza e origem: (1) *informal ideas formed from everyday experiences of children*; (2) *incomplete or erroneous views developed by children during classroom instruction*; and (3) *inadequate subject matter knowledge of teachers*.

Schnetzler (1992) enfatiza a necessidade de pautar o ensino de Ciências a partir das concepções trazidas pelos alunos pois “enquanto não assumirmos o nosso aluno como construtor e possuidor de ideias e não organizarmos o nosso ensino a partir dessas ideias que o aluno já possui, pouco estaremos fazendo para facilitar a sua aprendizagem”.

Desta forma, para que o ensino de Biologia se torne potencialmente eficaz, é fundamental que o professor seja sensível às múltiplas concepções de conceitos científicos trazidos pelos alunos uma vez que estes

“[...] já chegam às nossas aulas de Ciências com idéias sobre vários fenômenos e conceitos científicos que, geralmente, são distintas daquelas que queremos ensinar. Como para eles suas concepções prévias fazem sentido, muitas vezes elas são tão resistentes à mudança que comprometem a aprendizagem das idéias que ensinamos, além de determinarem como eles entendem e desenvolvem as atividades que lhes apresentamos em nossas aulas. Neste sentido, o que nossos alunos aprendem depende tanto do que já trazem, isto é, de suas concepções prévias sobre o que queremos ensinar, como das características do nosso ensino. De qualquer forma, a construção de uma idéia em uma determinada situação, exige a participação ativa do aluno, estabelecendo relações entre aspectos da situação e seus conhecimentos prévios. Por isso é fundamental e imprescindível explicitarmos aos nossos alunos a responsabilidade que devem assumir pela sua aprendizagem, como também organizarmos o nosso ensino a partir das concepções já existentes, vez que nos cabe, enquanto professores, sem dúvida, o dever e a responsabilidade social de facilitar a ocorrência daquela aprendizagem. Isto significa dizer que não podemos assumir que os nossos alunos construam por si mesmos, e de modo "natural", as "formas de ver" adotadas e consideradas úteis pela comunidade científica para

entendermos o mundo. A nós, professores de Ciências, cabe o papel fundamental de propiciar a socialização do saber científico que histórica e socialmente tem sido construído e que, assim, deve ser tratado e entendido, como parte da cultura humana, em nossas salas de aula.
(SCHNETZLER, 1992)

Para esta autora, quando as concepções dos alunos não são consideradas, a aprendizagem torna-se um ato puramente mecânico no qual a organização das informações transmitidas pelo professor apresenta pouca ou nenhuma interação com os conceitos existentes na mente do aluno. Assim sendo, ocorre a memorização dos conceitos, sendo seu intervalo de retenção relativamente curto.

Segundo Ausubel,

(...) os materiais aprendidos por memorização são entidades discretas e relativamente isoladas, relacionadas a componentes da estrutura cognitiva relevante, apenas de forma arbitrária e literal “(...) e os materiais aprendidos por memorização não interagem com a estrutura cognitiva de uma forma substantiva (não-arbitrária, não-litera), apreendem-se e retêm-se numa base puramente associativa
(AUSUBEL, 2003, p.128)

Para o autor, “a aprendizagem é o processo de aquisição de novos significados reais a partir dos significados potenciais apresentados no material de aprendizagem e de torná-los mais disponíveis” (AUSUBEL, 2003, p. 113)

Santos (1991), Lewis (2000), Adams *et al* (2001), Ayuso (2002), Silveira (2003), Cinici (2008), Gonzalez-Weil (2012), Deshmukh (2014), realizaram inventários sobre concepções alternativas na área de Ciências da Natureza. No intuito de reunir as informações referentes às CA e que tangem os temas da Biologia, objeto de estudo deste trabalho, adaptou-se a tabela que contém o levantamento efetuado por Santos (1991, p.103-108) para elaboração da Tabela 2.1

Tabela 2.1: Traços salientes de algumas concepções alternativas.

TEMA	TRAÇOS SALIENTES DE ALGUMAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS	Referência
Adaptação	Tendem a explicar fenômenos de adaptação e de sobrevivência dos seres vivos em termos finalistas.	SANTOS (1991)
Animais	Tendem a considerar os animais como algo que serve o homem mas a que o homem não pertence.	SANTOS (1991)
Célula	-Tendem a representar mentalmente a célula como dois círculos concêntricos coplanares (sem volume, sem especialização e sem qualquer interação com células vizinhas nem com o meio). -Consideram a estrutura celular como uma característica dos animais, mais que das plantas e bactérias.	SANTOS (1991) GONZÁLEZ-WEIL (2012)
Digestão	- Tendem a admitir que há continuidade na tubagem da boca ao orifício urinário. - Raramente admitem o papel do sangue ou a travessia através das paredes do tubo	SANTOS (1991)
Estrutura Celular	- Muitas células são especialistas em fabricar proteínas para serem utilizadas por outras células. - As células “sabem” o que permitem atravessar por sua membrana e só permitem a passagem de coisas que são importantes (“membranas inteligentes”).	ADAMS <i>et al</i> (2001)
Evolução	-Tendem a pensar que há uma luta física entre os espécimes ou entre as espécies e o mais forte sobrevive. - Mudanças ambientais induzem as mutações e os indivíduos se adaptam às novas mudanças (o meio ambiente induz as mutações). -Mutações ocorrem espontaneamente e são necessárias para induzir a variação.	ADAMS <i>et al</i> (2001)
Fermentação	Tendem a atribuir um papel quase mágico ao fermento (quando associado ao calor) para fazer crescer a massa do pão.	SANTOS (1991)
Fotossíntese	- Tendem a considerá-la como uma função que se destina a purificar o ar que respiramos. - Argumentam que a fotossíntese é realizada durante o dia enquanto que a respiração celular realiza-se apenas a noite em plantas	SANTOS (1991) DESHMUKH (2014)

TEMA	TRAÇOS SALIENTES DE ALGUMAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS	Referência
Gêmeos	Nos gêmeos, dois espermatozoides se unem a um óvulo.	AYUSO (2002)
Gene e cromossomos	<ul style="list-style-type: none"> - Tendem a associar a presença dos genes e cromossomos apenas em células ou tecidos específicos como, por exemplo, os gametas. - A informação genética dentro de uma célula é determinada pela estrutura, função ou até pela posição desta célula. - Confusão a respeito da relação entre cromossomos e genes. - Falha ao reconhecer que um gene possui uma localização física específica em um cromossomo. 	SILVEIRA (2003) LEWIS (2000)
Invertebrados	-Tendem a argumentar que não possuem coluna vertebral, suas estruturas são moles, os corpos são amorfos, flexíveis e menores que os corpos dos vertebrados, rastejam no chão e movem-se mais lentamente em relação aos vertebrados.	CINICI (2008)
Nutrição das plantas	<ul style="list-style-type: none"> -Tendem a pensar que os “alimentos” das plantas são o solo, a água e os fertilizantes que entram nas raízes e a ignorar o papel dos gases, da luz e das folhas. -Consideram que as plantas retiram do solo os alimentos que lhes dão energia e tendem a explicar a nutrição em termos antropomórficos. 	SANTOS (1991)
Mutação	<ul style="list-style-type: none"> – Uma mutação refere-se a qualquer mudança que um organismo possui. – As mutações são deletérias, negativas. – As mutações são produzidas para sobrevivência a mudanças. 	AYUSO (2002)
Respiração	Identificam a respiração à ventilação. Tendem a considerá-la como uma limpeza necessária à vida.	SANTOS (1991)
Respiração celular	<ul style="list-style-type: none"> -Tendem a argumentar que o sangue transporta apenas oxigênio (e não outros nutrientes) para as células. - O oxigênio é convertido em energia no processo de respiração (oxigênio provê energia) 	ADAMS <i>et al</i> (2001)
Respiração / Fotossíntese	Tendem a não discriminar as duas funções, ou seja, argumentam que a fotossíntese é uma espécie de respiração das plantas.	SANTOS (1991)

TEMA	TRAÇOS SALIENTES DE ALGUMAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS	Referência
Trocas gasosas	-Todo o ar entra nos alvéolos, mas o ar é filtrado pelas paredes alveolares e apenas o oxigênio entra no sangue. -O oxigênio alimenta os músculos e órgãos por meio de ar fresco para relaxá-los	ADAMS <i>et al</i> (2001)
Transmissão das informações hereditárias	– As características dos indivíduos dependem mais dos fatores ambientais do que dos fatores hereditários. – Não há variação intraespecífica nos vegetais. – Os vegetais não apresentam reprodução sexuada (neles não há meiose) – Os progenitores não possuem a mesma quantidade de informação hereditária.. – A informação hereditária do zigoto se reparte entre as células do corpo: cada uma delas contém a informação que necessita para realizar sua função.	AYUSO (2002)
Vitaminas / Clorofila	Tendem a confundir as duas noções argumentando que a clorofila é uma espécie de vitamina para as plantas.	SANTOS (1991)

Como o inventário apresentado na Tabela 2.1 deixa perceber, as concepções alternativas podem representar um grande obstáculo à aprendizagem discente. Por estarem profundamente arraigadas no indivíduo tais concepções podem, eventualmente, induzir os estudantes ao erro, caso estejam presentes em itens de avaliações. A composição de um item, com este formato, poderia caracterizá-lo como sendo portador de uma espécie de “pegadinha”, que não trará resultados contributivos para o respondente.

Dentre as avaliações que os estudantes brasileiros estão sujeitos a realizar está o ENEM, cuja proposta é mensurar modalidades estruturais da inteligência mediante uma concepção construtivista com amplo foco na resolução de problemas (GOMES, 2009). Assim sendo, o item presente na prova deve conter uma situação-problema que ofereça informações ao respondente que o torne apto a tomar decisões adequadas para a sua resolução. De acordo com o INEP:

Na elaboração do item, é necessário estar atento para evitar o que tem se mostrado muito comum em itens utilizados em vestibulares e concursos: a indução ao erro (“pegadinha”). Essa estratégia cria quase sempre situações que exigem do participante atenção a detalhes que o levam a errar o item não porque não domina, necessariamente, a habilidade testada.

[...]

Os distratores indicam as alternativas incorretas à resolução da situação-problema proposta. Além disso, essas respostas devem ser plausíveis, isto é, devem parecer corretas para aqueles participantes do teste que não desenvolveram a habilidade em questão (Haladyna, 2004). Isso significa que o distrator plausível deve retratar hipóteses de raciocínio utilizadas na busca da solução da situação-problema apresentada. Como consequência, se esse distrator retrata uma dificuldade real do participante com relação à habilidade, não devem ser criadas situações capazes de induzi-lo ao erro. (INEP, 2010)

Em vista do exposto torna-se necessária a análise dos itens de Biologia que compõe a prova de Ciências da Natureza do Novo ENEM no tocante às concepções alternativas. Para tanto, foram realizados o levantamento inicial de itens que apresentam CA e a análise estatística de desempenho dos estudantes no componente curricular da disciplina.

Nos próximos capítulos expõe-se o detalhamento da metodologia utilizada nas análises quantitativas e qualitativas dos dados bem como um aprofundamento das implicações decorrentes da análise dos resultados.

Capítulo 3 – Abordagens Metodológicas

Segundo Moreira (2011b, p. 73), a pesquisa em Educação em Ciências é entendida como a produção de conhecimentos resultantes da busca de respostas sobre ensino, aprendizagem, currículo e contexto educativo em Ciências. Para o autor, a metodologia de pesquisa em Educação em Ciências é dominada por dois paradigmas clássicos: um inspirado na metodologia das ciências naturais, enfatizando observações empíricas e quantificáveis e outro com ênfase em informações holísticas e qualitativas e em abordagens interpretativas (p. 73-74).

As abordagens quantitativas e qualitativas à pesquisa em educação subscrevem paradigmas distintos, diferentes visões de mundo, que levam a diversas maneiras de ver os fenômenos educacionais (MOREIRA, 2011b, p. 53). A pesquisa quantitativa procura estudar os fenômenos de interesse da pesquisa em Educação geralmente através de estudos experimentais ou correlacionais (MOREIRA, 2011b,p.18). Já a pesquisa qualitativa possui interesse central na interpretação dos significados e enfatiza os aspectos subjetivos do comportamento humano (MOREIRA, 2011b, p. 76).

Este trabalho insere-se tanto no domínio das abordagens quantitativas quanto no domínio das abordagens qualitativas, pois busca averiguar o que está por detrás dos dados estatísticos, examinando algumas de suas possíveis causas. Os dados estatísticos utilizados abarcam centenas de milhares de respondentes, o que confere confiabilidade aos resultados obtidos.

A primeira etapa de classificação da prova do Novo ENEM consistiu em extrair os itens pertencentes ao componente curricular Biologia. Para tanto, utilizou-se a metodologia de classificação por pares. Posteriormente, estes itens foram alocados em categorias pré-estabelecidas, com base nos Objetos de Conhecimento associados à Matriz de Referências.

O desempenho dos candidatos foi aferido através de modelagem estatística na qual algumas variáveis de controle, tais como o gênero, renda familiar e a origem escolar, são modeladas em função de um grupo controle pré-estabelecido. O intuito destas comparações consiste em verificar se o desempenho dos candidatos é influenciado por estas variáveis e quais são as mais proeminentes.

No decorrer da classificação constatou-se a existência de itens que traziam em sua composição, mais especificamente nos distratores, concepções alternativas de conceitos científicos. Este fato despertou grande interesse, principalmente após a confirmação de que há diferenças no padrão de desempenho dos candidatos nestes itens. Sendo assim, norteou-se as análises estatísticas em face a estas constatações.

Nas próximas seções deste capítulo, são detalhados os procedimentos empregados em cada etapa do trabalho e os resultados decorrentes das análises estatísticas estão apresentados no Capítulo 4.

3.1 Seleção dos itens e distribuição nos Objetos de Conhecimentos

O conteúdo das provas do Novo ENEM é definido a partir de sua Matriz de Referência em quatro áreas do conhecimento (Linguagens, códigos e suas tecnologias; Matemática e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias; Ciências Humanas e suas tecnologias). Para cada componente curricular, o conteúdo específico pode ser encontrado nos “*Objetos de Conhecimento*” associados à Matriz de Referência (ANEXO II). Por questões de segurança, são elaborados quatro cadernos de provas distintos, em que a sequência dos itens é alterada. A identificação destes cadernos é realizada através da coloração da capa que apresentam e utilizou-se, nesta pesquisa, o caderno Azul como referência.

Para este trabalho optou-se por um recorte analítico das provas do Novo ENEM de Ciências da Natureza aplicadas nos anos de 2011 e 2012. Inicialmente, o universo amostral abrigava 90 itens que permeavam os componentes curriculares de Biologia, Física e Química. Contudo, como o foco de interesse centra-se nos itens de Biologia (ANEXO I) os demais foram desconsiderados.

A classificação foi efetuada através da técnica de Validação de Face, na qual 11 docentes, todos doutores, atuantes em cursos de licenciatura de universidades públicas federais e estaduais brasileiras realizaram, de forma independente, a leitura integral das referidas provas e designaram a qual componente curricular pertencia o item. Verificou-se a existência de itens com caráter multidisciplinar que, nestes casos, receberam mais de uma classificação. Concluída esta etapa, os seguintes itens foram

considerados como pertencentes ao componente curricular Biologia e/ou multidisciplinares totalizando uma amostra de 41 unidades:

a) Prova de 2011: ***147, 148, 149, 151, 152, 153, 157, 159, 161, 162, 164, 165, 168, 169, 171, 176, 179, 182, 183, 185, 187, 188, 189 e 190.***

b) Prova de 2012: ***146, 148, 151, 152, 156, 157, 162, 163, 165, 168, 171, 175, 180, 181, 185, 186 e 187.***

Estabelecido o universo amostral de análise, pode-se compor a distribuição destes nos Objetos de Conhecimento associados à Matriz de Referência do ENEM. De acordo com o INEP, as questões de Biologia versam sobre os temas explicitados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Objetos de Conhecimento e conteúdos específicos associados à Matriz de Referências do Novo ENEM

Tópico	Conteúdo Específico
Moléculas, células e tecidos	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura e fisiologia celular: membrana, citoplasma e núcleo. • Divisão celular. • Aspectos bioquímicos das estruturas celulares. • Aspectos gerais do metabolismo celular. • Metabolismo energético: fotossíntese e respiração. • Codificação da informação genética. • Síntese proteica. • Diferenciação celular. • Principais tecidos animais e vegetais. • Origem e evolução das células. • Noções sobre células-tronco, clonagem e tecnologia do DNA recombinante. • Aplicações de biotecnologia na produção de alimentos, fármacos e componentes biológicos. • Aplicações de tecnologias relacionadas ao DNA a investigações científicas, determinação da paternidade, investigação criminal e identificação de indivíduos. • Aspectos éticos relacionados ao desenvolvimento biotecnológico. • Biotecnologia e sustentabilidade.
Hereditariedade e diversidade da vida	<ul style="list-style-type: none"> • Princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias. • Conceções pré-mendelianas sobre a hereditariedade. • Aspectos genéticos do funcionamento do corpo humano. Antígenos e anticorpos.

Tópico	Conteúdo Específico
	<ul style="list-style-type: none"> • Grupos sanguíneos, transplantes e doenças autoimunes. • Neoplasias e a influência de fatores ambientais. • Mutações gênicas e cromossômicas. • Aconselhamento genético. • Fundamentos genéticos da evolução. • Aspectos genéticos da formação e manutenção da diversidade biológica.
Identidade dos seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> • Níveis de organização dos seres vivos. • Vírus, procariontes e eucariontes. • Autótrofos e heterótrofos. • Seres unicelulares e pluricelulares. • Sistemática e as grandes linhas da evolução dos seres vivos. • Tipos de ciclo de vida. • Evolução e padrões anatômicos e fisiológicos observados nos seres vivos. • Funções vitais dos seres vivos e sua relação com a adaptação desses organismos a diferentes ambientes. Embriologia, anatomia e fisiologia humana. • Evolução humana. • Biotecnologia e sistemática.
Ecologia e ciências ambientais	<ul style="list-style-type: none"> • Ecossistemas. Fatores bióticos e abióticos. • Habitat e nicho ecológico. • A comunidade biológica: teia alimentar, sucessão e comunidade clímax. • Dinâmica de populações. • Interações entre os seres vivos. • Ciclos biogeoquímicos. • Fluxo de energia no ecossistema. • Biogeografia. • Biomas brasileiros. • Exploração e uso de recursos naturais. • Problemas ambientais: mudanças climáticas, efeito estufa; desmatamento; erosão; poluição da água, do solo e do ar. • Conservação e recuperação de ecossistemas. • Conservação da biodiversidade. • Tecnologias ambientais. • Noções de saneamento básico. • Noções de legislação ambiental: água, florestas, unidades de conservação; biodiversidade.
Origem e evolução da vida	<ul style="list-style-type: none"> • A biologia como ciência: história, métodos, técnicas e experimentação.

Tópico	Conteúdo Específico
	<ul style="list-style-type: none"> • Hipóteses sobre a origem do Universo, da Terra e dos seres vivos. • Teorias de evolução. • Explicações pré-darwinistas para a modificação das espécies. • A teoria evolutiva de Charles Darwin. • Teoria sintética da evolução. • Seleção artificial e seu impacto sobre ambientes naturais e sobre populações humanas.
Qualidade de vida das populações humanas	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos biológicos da pobreza e do desenvolvimento humano. • Indicadores sociais, ambientais e econômicos. • Índice de desenvolvimento humano. • Principais doenças que afetam a população brasileira: caracterização, prevenção e profilaxia. • Noções de primeiros socorros. • Doenças sexualmente transmissíveis. • Aspectos sociais da biologia: uso indevido de drogas; gravidez na adolescência; obesidade. • Violência e segurança pública. • Exercícios físicos e vida saudável. • Aspectos biológicos do desenvolvimento sustentável. • Legislação e cidadania.

Para a classificação dos itens em cada um dos temas elencados na Tabela 3.1 utilizou-se a técnica de Análise de Conteúdo, proposta por Laurence Bardin (2011) que consiste em:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (qualitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/reprodução (variáveis inferidas) dessas mensagens. (BARDIN, 2011, p.48)

Segundo Bardin (2011) “a análise de conteúdo procura conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se debruça” (p. 50), e “[...] qualquer comunicação, isto é, qualquer veículo de significados de um emissor para um receptor, controlado ou não por este, deveria poder ser escrito, decifrado pelas técnicas de análise de conteúdo” (p. 38). Desta forma, a prova de Ciências da Natureza do Novo ENEM configura-se como veículo de comunicação entre os elaboradores (emissores) e os participantes (receptores), tornando-a passível de submissão a esta técnica de análise.

O universo de documentos analisados estabeleceu-se *a priori*, sendo composto pelas provas de Ciências da Natureza aplicadas nos anos de 2011 e 2012, pela Matriz de Referências do Novo ENEM e pelos documentos legais associados a este exame. Seguindo as recomendações de Bardin, a leitura “flutuante” de todo o material fora a primeira atividade realizada, possibilitando seu conhecimento e “(...) deixando-se invadir por impressões e orientações” (BARDIN, 2011, p. 126) que deste material emergiram.

Para implementação das análises, seguimos as orientações propostas por Bardin, que permitem ao pesquisador o estabelecimento de regras para a observação do material, possibilitando a criação de protocolos de análise específicos e que melhor se adéquem aos objetivos de estudo:

O analista possui a sua disposição (ou cria) todo um jogo de operações analíticas, mais ou menos adaptadas à natureza do material e à questão que procura resolver. Pode utilizar uma ou várias operações, em complementariedade, de modo a enriquecer os resultados, ou aumentar a sua validade, aspirando assim a uma interpretação final fundamentada. (BARDIN, 2011, p.48-49)

Segundo Bardin (2011), “Uma ou várias técnicas são consideradas adequadas *a priori*, para fazerem “falar” o material, utilizando-se sistematicamente” (p.128). A metodologia de análise utilizada neste trabalho figura-se como *procedimentos fechados*, caracterizados, essencialmente “(...) por técnicas taxonômicas (por classificação de elementos dos textos em função dos critérios internos ou externos), são métodos de observação que funcionam segundo mecanismos de indução (...)” (BARDIN, 2011, p. 129)

Em vista da possibilidade de estabelecimento *a priori* dos procedimentos de análise, optou-se pela categorização dos itens. Este método consiste em:

[...] uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento este efetuado em razão das características comuns destes elementos. (BARDIN, 2011, p.147)

A categorização tem como primeiro objetivo fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos e a análise de conteúdo assenta,

implicitamente, na crença de que a categorização não induz desvios no material, mas dá a conhecer índices invisíveis (BARDIN, 2011, p. 148-149). Nas palavras da autora,

Classificar elementos em categorias impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com outros. O que vai permitir o seu agrupamento é a parte comum existente entre eles. (...). A categorização é um processo de tipo estruturalista e comporta-se em duas etapas:

- o *inventário*: isolar os elementos.
- a *classificação*: repartir os elementos e, portanto, procurar ou impor certa organização às mensagens (BARDIN, 2011, p.148-149)

Em vista do exposto, o inventário dos itens a serem estudados ocorreu através da técnica de Validação de Face, citado anteriormente. Adota-se como referência para a classificação dos itens os seis tópicos expressos nos Objetos de Conhecimento associados à Matriz de Referências do Novo ENEM e que tangem à Biologia. Para a categorização dos itens adota-se como unidade de registro o *tema* que consiste na

[...] unidade de significação que se liberta naturalmente de um texto analisado segundo critérios relativos à teoria que serve de guia à leitura. O texto pode ser recortado em ideias constituintes, em enunciados e em proposições portadores de significações isoláveis. [...] Fazer uma análise temática consiste em descobrir os “núcleos de sentido” que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição, podem significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido. (BARDIN, 2011, p.135)

No intuito de fazer emergir esses “núcleos de sentido”, conforme orienta Bardin, realizou-se a leitura analítica dos itens e, para cada um, procurou-se responder a seguinte questão: *Quais conteúdos específicos são necessários para sua resolução?* Com base na resposta, eles foram distribuídos nos seis tópicos propostos pelo INEP.

A título de exemplificação deste procedimento, eis o item 47 da prova de Ciências da Natureza, aplicada em 2011:

ITEM 47: *Os personagens da figura estão representando uma situação hipotética de cadeia alimentar.*



Suponha que, em cena anterior à apresentada, o homem tenha se alimentado de frutas e grãos que conseguiu coletar. Na hipótese de, nas próximas cenas, o tigre ser bem-sucedido e, posteriormente, servir de alimento aos abutres, tigre e abutres ocuparão, respectivamente, os níveis tróficos de

- A) produtor e consumidor primário.
- B) consumidor primário e consumidor secundário.
- C) consumidor secundário e consumidor terciário. (Resposta correta)**
- D) consumidor terciário e produtor.
- E) consumidor secundário e consumidor primário.

Para emergir o tema desta questão questionou-se: *Quais conteúdos específicos são necessários para a resolução deste item?*

Como possibilidade de resposta, encontra-se no tópico Ecologia e Ciências Ambientais o conteúdo específico “A comunidade biológica: teia alimentar, sucessão e comunidade clímax” e o item foi classificado como pertencente a este tópico. O mesmo procedimento foi aplicado para todos os demais itens da prova.

3.2 Tratamento dos dados

Os dados de desempenho e os referentes ao questionário socioeconômico de cada participante estão disponíveis para consulta pública no site oficial do INEP (www.inep.gov.br).

Como citado anteriormente, por questões de segurança, a cada edição do Novo ENEM são elaborados quatro modelos de provas distintos, no qual a sequência dos itens é alterada. As provas são identificadas através da coloração de capa que apresentam (Azul, Amarela, Branca ou Rosa) e utilizou-se a prova Azul como referência da sequência dos itens.

Os bancos de dados vinculados às provas do ENEM apresentam milhões de linhas, sendo necessários para acessá-los *softwares* específicos tais como o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) ou o *Statistical Analysis System* (SAS). No presente trabalho, empregou-se o *software* SAS versão 9.2 e os dados de desempenho das quatro versões da prova foram unificados na sequência apresentada na Prova Azul.

O universo amostral é constituído por participantes que declararam estar concluindo o Ensino Médio no ano de aplicação do Novo ENEM (concluintes) e que cursaram esta etapa da educação básica exclusivamente na escola pública ou na escola privada. Os dados de participantes que cursaram parte do Ensino Médio em ambas as escolas não foram analisados. Tal medida torna-se necessária para que seja possível determinar a influência da origem escolar no desempenho.

Foram considerados os dados dos participantes que estiveram presentes nos dois dias de aplicação e não obtiveram nota zero em nenhuma das provas, incluindo a redação.

A separação dos dados entre os egressos da escola pública e egressos da escola privada possui limitações e reflete apenas um panorama geral do desempenho de seus respectivos alunos. Esta classificação não tem por objetivo fazer juízo de valor a respeito destas instituições uma vez que, em ambas, há exemplos de estudantes e até mesmo escolas cuja média geral é muito alta ou muito baixa. Devido ao grande número de indivíduos considerados nas análises, estes extremos são dispersados na amostra.

Para a análise dos dados, foi aplicado um modelo linear misto (descrito no SAS como *mixed linear model*), em que o percentual médio da taxa de acerto dos itens, ou de conjunto de itens, é modelado em função de um pequeno número de variáveis: gênero, renda e origem do Ensino Médio (EM) cursado. As variáveis de controle estão descritas na Tabela 3.2:

Tabela 3.2: Variáveis de controle utilizadas nas análises estatísticas

Variáveis de controle	Subgrupos
Gênero	Masculino Feminino
Renda Familiar	Até 1,5 Salários Mínimos (SM) De 1,5 a 2 SM De 2 a 5 SM Mais de 5 SM
Origem Escolar	Pública Privada

Nesta modalidade de análise, é necessário adotar um grupo de referência para tornar possível a comparação entre os candidatos. Devido à maior representatividade, o grupo de referência escolhido é constituído por candidatos com renda familiar entre 1,5 e 2 Salários Mínimos (SM), concluintes da escola pública de ensino e pertencentes ao gênero feminino.

O modelo permite verificar como as variáveis de controle (gênero, renda e origem escolar) impactam sobre o desempenho. Como resultado, temos para cada variável externa ao grupo de referência uma nota associada, sendo que essa nota deve ser somada ao valor intercepto para se conhecer a estimativa da média do novo grupo.

A título de exemplificação, suponha que a estimativa de acerto do grupo de referência em um determinado item seja 0,5. Para verificar, a influência da variável gênero masculino, o programa estima o acerto do grupo com renda familiar de 1,5 a 2 SM; concluintes da escola pública e que pertençam ao gênero masculino. Se a nota média obtida por este grupo for igual a 0,6 é possível inferir que existe uma nota associada à variável gênero masculino igual a 0,1. Para estimar a média final de qualquer

grupo, deve-se somar o valor do intercepto às notas associadas às variáveis externas ao grupo de referência.

Exemplificando esta metodologia, aplicou-se o modelo linear misto ao item 47 da prova de 2011 e os resultados podem ser verificados na Tabela 3.3:

Tabela 3.3: Exemplificação da metodologia através dos resultados estatísticos apresentados no item 47 da prova de Ciências da Natureza aplicada em 2011.

Item 47		
Variáveis	Estimativa de acerto	Erro Padrão
Intercepto	0,42	0,002
Gênero		
Feminino	-	-
Masculino	0.04	0,001
Renda Familiar		
De 1,5 até 2 SM	-	-
Até 1,5 SM	-0,03	0,002
De 2 a 5 SM	0,03	0,002
Mais de 5 SM	0,10	0,003
Ensino Médio		
Público	-	-
Privado	0,13	0,004

Em todas as estimativas $p < 0.0001$.

Para este item, a estimativa de acerto do grupo de referência é de 42 pontos percentuais (pp). Em relação ao gênero, nota-se um incremento de 4 pp para os homens, totalizando uma estimativa de 46 pontos percentuais. Esse valor é obtido através da soma do valor do intercepto ao valor associado ao gênero masculino.

Ao analisar estes dados, tem-se que um participante cuja renda familiar supera cinco salários mínimos e que pertença ao gênero masculino tem uma estimativa de acerto

de 56 pp. É possível chegar a este valor através da soma do valor através da soma do intercepto (0,42) à nota associada ao gênero masculino (0,04) e à nota associada à renda superior a 5 SM (0,10), totalizando 0,56, ou seja, 56 pontos percentuais. Este valor representa 14 pp acima da estimativa de acerto do grupo de referência evidenciando que, para este item, o desempenho é influenciado pelo gênero e pela renda do participante.

As análises estatísticas também abordam a comparação de desempenho entre os diferentes grupos que compõem a amostra.

Medir diferenças de desempenho possibilita comparações e análises dos diferentes grupos que compõem uma amostra. Para tanto, uma das maneiras possíveis de realizar a comparação do desempenho de dois grupos distintos de candidatos é através da utilização da distância de Cohen (d_c). A distância de Cohen estabelece uma relação entre as médias de dois grupos e a sua dispersão, sendo expressa matematicamente por

$$d_c = \frac{M_A - M_B}{DP_{AB}}$$

onde M_A e M_B são as médias dos dois subgrupos A e B, e DP_{AB} é o desvio padrão formado pelo total dos dois subgrupos A e B.

Convencionou-se que d_c com valor até 0,11 é trivial (não é estatisticamente significativa); entre 0,11 e 0,35 é pequena; de 0,35 a 0,65 é moderada e acima de 0,65 é grande (COHEN 1988).

3.2.1 Desempenho nas Categorias de itens associadas aos Objetos de Conhecimento da Biologia

Os itens de Biologia foram agrupados conforme a metodologia descrita no tópico 3.1 deste Capítulo. O desempenho dos participantes, em cada grupo, foi aferido através da aplicação de um modelo linear misto, tendo como variáveis a renda, o gênero e a origem do Ensino Médio cursado.

Seguindo esta mesma metodologia, investigaram-se os dados referentes aos seis conjuntos de itens associados aos Objetos de Conhecimento da Biologia.

3.2.2 Desempenho nos itens que apresentam Concepções Alternativas.

Segundo o INEP (2010, p. 11), no Novo ENEM o conteúdo dos distratores presentes nos itens deve ser plausível e retratar uma hipótese de raciocínio na busca da solução da situação-problema apresentada. A utilização de erros comuns, observados em situação de ensino-aprendizagem, aumenta a plausibilidade dos distratores, entretanto, aqueles que retratam erros grosseiros ou alternativas absurdas, dentro ou não do contexto do item, tendem a induzir a identificação da alternativa correta.

Portanto, os distratores devem prever hipóteses de raciocínio errôneas que os participantes possam apresentar. Dentre estas múltiplas possibilidades, está a inserção de distratores contendo concepções alternativas de conceitos científicos.

Devido à impossibilidade de rastrear e entrevistar os elaboradores dos itens presentes nas provas analisadas, bem como ter acesso às justificativas apresentadas para a elaboração de cada distrator, não é possível determinar se a inserção das CA é intencional. Contudo, é possível analisar o efeito destas CA no desempenho dos participantes.

Para extrair as concepções alternativas dos itens, utilizou-se as técnicas de Análise de Conteúdo, com enfoque na categorização proposta por Bardin (2011) e descritas na seção 3.1 deste capítulo.

A análise temática tem por objetivo extrair os “núcleos de sentidos” que, para este foco de análise, consistem no levantamento da presença ou ausência das CA na composição dos itens.

Para realizar a categorização, três professores de Biologia, todos atuantes em escolas públicas estaduais paulistas, e com formação inicial no curso de Ciências Biológicas, realizaram, de forma individual, a leitura de todos os itens de Biologia presentes nas provas. Com base nos referenciais de concepções alternativas descritas na tabela 2.1 (Capítulo 2) e em seus próprios conhecimentos sobre esta temática, os itens foram classificados como sendo portadores ou não de CA.

A partir da existência de elementos que remetam a concepções alternativas, os itens do componente curricular Biologia podem ser reunidos, para cada edição da prova, em três grandes grupos:

- Grupo I contendo todos os itens de Biologia;
- Grupo II contendo apenas os itens que possuem CA em seus distratores;
- Grupo III que abriga os itens que não apresentam CA.

Posteriormente, foram feitas análises estatísticas para aferir o impacto das CA sobre o desempenho. Para tanto, em cada agrupamento de itens, calculou-se a média de acerto (M) e o desvio padrão (dp) - ambos normalizados - do total de concluintes (R), dos egressos da escola pública (R_{Pub}) e da escola privada (R_{Pri}). Com base nestes dados foi possível comparar as médias de acertos dos respondentes dos Grupos II e III com a média de acerto do Grupo I. Esta comparação, denominada Razão da Porcentagem de Acerto (RPA), expressa em porcentagem o quanto a média de acerto dos Grupos II e III é superior ou inferior à média de acerto de todos os itens de Biologia.

O intuito desta análise é fornecer um panorama geral sobre a influência da inserção de concepções alternativas no desempenho dos participantes. A categorização realizada desta forma possui limitações, não sendo capaz de explicar todas as anomalias de desempenho encontradas

Capítulo 4 – Resultados e discussão

A apresentação dos resultados é iniciada pela caracterização da mostra de participantes em função da origem escolar. Em seguida, há o detalhamento da distribuição dos itens de Biologia nos Objetos de Conhecimento associados à Matriz de Referências do ENEM.

Ao longo deste capítulo, serão detalhadas as análises de desempenho dos participantes em função das variáveis de controle (gênero, renda e origem escolar) bem como o desempenho obtido nas categorias referentes aos Objetos de Conhecimento.

O capítulo é finalizado com os dados de desempenho nos itens que apresentam *concepções alternativas* de conceitos científicos.

4.1 Amostras analisadas

O universo amostral de dados analisados é constituído a partir das respostas fornecidas ao questionário socioeconômico. Neste trabalho, optou-se por analisar somente as informações dos estudantes que declararam concluir o Ensino Médio no ano em que participaram da prova do ENEM (concluintes) e que o cursaram exclusivamente em escola pública ou em escola particular. Com base nestes critérios, o número de participantes das edições de 2011 e 2012 foi de, respectivamente, 1123181 e 1151986 participantes conforme Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Distribuição da amostra de acordo com a origem do EM

Edição	Concluintes	Escola Privada		Escola Pública	
		N	%	N	%
2011	1123181	227337	20,24	895844	79,76
2012	1151986	246115	21,36	905871	78,64

De acordo com estes dados, em ambas as provas os concluintes são, majoritariamente, oriundos da escola pública de Educação Básica. Esses resultados assemelham-se ao encontrados por Oliveira (2014) e refletem uma boa amostra da Educação Básica nacional.

Apesar de expressivo, o número de alunos concluintes analisados representa apenas 21% e 20% do total de inscritos para a realização do Novo ENEM nos anos de 2011 e 2012, respectivamente. No geral, o ENEM é uma avaliação que atrai não somente os alunos concluintes, mas também uma parcela significativa de pessoas que já concluíram o Ensino Médio.

4.2 Distribuição dos itens nos Objetos de Conhecimento

No intuito de fazer emergir os “núcleos de sentidos”, conforme descrição de Bardin (2011) optou-se por estabelecer *a priori* a categorização dos itens. Segundo a autora (BARDIN, 2011, p.147-148), a atividade taxonômica é uma operação muito vulgarizada de repartição dos objetos em categorias e o critério para o estabelecimento destas é adaptado à realidade do investigador. Desta forma, a categorização dos itens torna-se uma operação de classificação com critérios previamente definidos.

Para a designação de cada categoria respeitou-se a nomeação previamente atribuída nos Objetos de Conhecimento associados à Matriz de Referências do ENEM: “*Moléculas, células e tecidos*”; “*Hereditariedade e diversidade da vida*”; “*Identidade dos seres vivos*”; “*Ecologia e ciências ambientais*”; “*Origem e evolução da vida*” e “*Qualidade de vida das populações humanas*”. Conforme descrito no Capítulo 3, para cada item procurou-se responder à seguinte questão: *Quais conteúdos específicos são necessários para a resolução deste item?* Com base na resposta, eles foram distribuídos nas seis categorias supracitadas.

O resultado desta categorização pode ser conferido na Tabela 4.2 e no Gráfico

1:

Tabela 4.2: Distribuição dos itens nas categorias estabelecidas.

Categoria	Prova de 2011	Prova de 2012	Quantidade total de itens
Moléculas, células e tecidos	I48 e I68	I48, I63 e I86	5
Hereditariedade e diversidade da vida	I49, I53, I59, I61, I65 e I69	I65	7
Identidade dos seres vivos	I87	I57 e I85	3
Ecologia e ciências ambientais	I47, I51, I52, I57, I62, I71, I76, I79, I82, I83, I85, I88 e I90	I46, I51, I56, I68, I71, I81 e I87	20
Origem e evolução da vida	NENHUM	I62 e I75	2
Qualidade de vida das populações humanas	I64 e I89	I52 e I80	4
Total	24 itens	17 itens	41

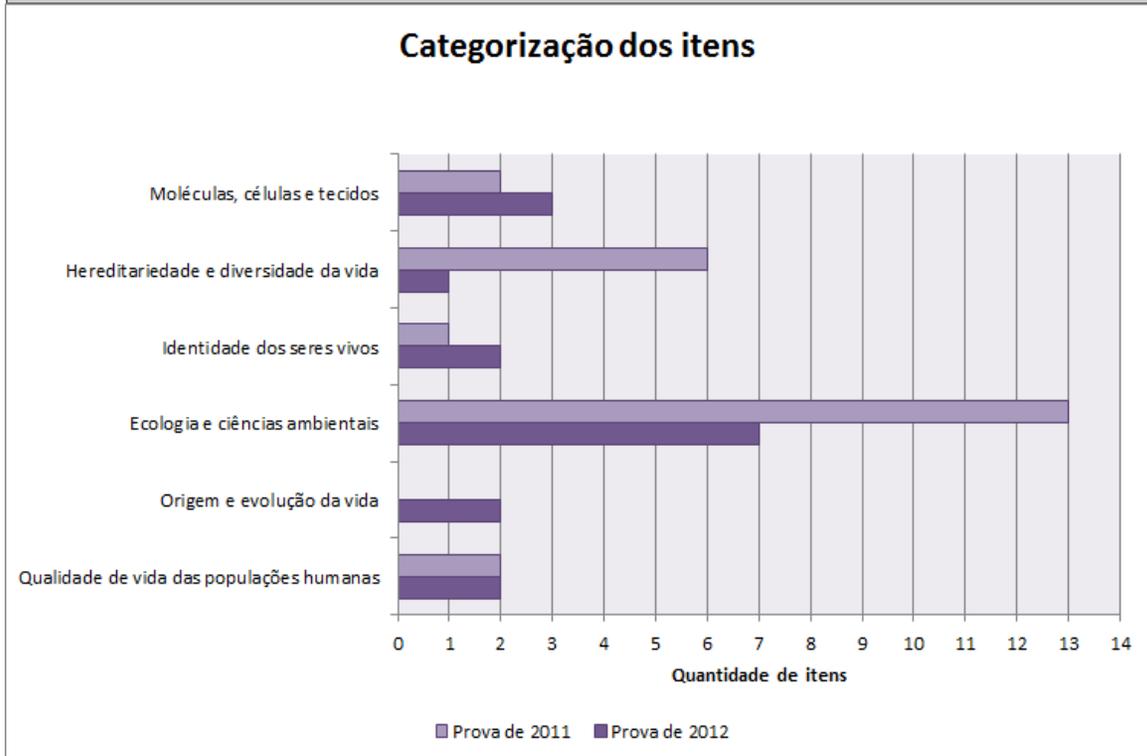


Gráfico 1: Distribuição dos itens nas categorias estabelecidas.

A partir destes dados, é possível verificar que as provas de Ciências da Natureza aplicadas em 2011 e 2012 não apresentam uma distribuição equilibrada dos conteúdos previstos na Matriz de Referências. Esta constatação causa preocupação, na medida em que se trata de um exame importante no cenário nacional. Esperava-se uma distribuição equilibrada dos tópicos nas questões, sem privilégios para determinados conjuntos de conhecimentos. Contudo, este levantamento revelou que alguns tópicos são favorecidos com grande número de itens por prova enquanto que outros são relegados a um papel secundário.

É o que ocorre com o tópico *Ecologia e ciências ambientais* que perfaz 48,8% dos itens de Biologia das provas de Ciências da Natureza aplicadas em 2011 e 2012. Neste mesmo período, as provas contaram com apenas duas questões (4,9%) do tópico *Origem e evolução da vida*.

Desta forma, a disparidade entre o conteúdo programático previsto na Matriz de Referência e o conteúdo que está efetivamente presente nas provas revela a presença de tendências dominantes, tais como as vertentes Ecológicas do conhecimento, que assumem novas concepções e atuam como elementos estruturantes dos itens, fazendo emergir, ocasionalmente, uma intrincada rede de integração entre conhecimentos de diversas áreas.

Esta peculiaridade observada na prova do ENEM nos faz refletir sobre as observações e considerações de Layrargues (2006) sobre o movimento ecológico ou ambientalista que, segundo o autor, despontou no horizonte histórico, apontando para uma nova e genuína doutrina ideológica e, com efeito, o início do século XXI é marcado por uma

“[...] vigorosa ideia-força que advoga a imperativa necessidade do estabelecimento de uma nova relação entre os humanos e a natureza, para reverter o controverso, mas provável quadro de degradação ambiental global [...]”.

Layrargues (2006) considera que esta doutrina ideológica tem suas expectativas pautadas no “desenvolvimento sustentável” que se caracteriza por

“[...] procura nos fazer crer, estar distante e acima das clássicas disputas ideológicas, colocando a questão ambiental para fora do terreno político, situando-o no campo da mudança de comportamentos do ser humano, associada à conversão tecnológica na direção da eco-eficiência.” (LAYRARGUES, 2006)

Ao analisar os itens pertencentes ao Objeto de Conhecimento *Ecologia e ciências ambientais* sob esta perspectiva, nota-se que há uma grande cobrança de conhecimentos relativos às “eco-eficiências”, tais como fontes mais eficazes de produção energética, produção industrial, e implicações do desmatamento e da poluição no meio. Há uma lacuna das causas sociais e políticas envolvidas nestas questões fazendo com que, lamentavelmente, haja uma perda significativa de integração complexa das questões envolvidas na degradação ambiental, refletindo um analfabetismo político e sociológico da contemporaneidade aliado ao lema do “ecologicamente correto” e conferindo à natureza um caráter meramente utilitarista.

Concordando com os dizeres de Loureiro (2013), não é esperado, e sequer desejável, que haja uma unanimidade na linha de pensamento em que tais itens são pautados, mas para que haja uma robustez na elaboração destes, de grande valia seria a inserção das múltiplas dimensões em que as questões ambientais estão envolvidas:

[...] longe de defendermos uma educação ambiental única em seu entendimento de mundo e forma de agir, partimos do pressuposto de que sua natureza conflitiva, na diversidade e na disputa de concepções e espaços na sociedade, fortalece-a e a legitima nas institucionalidades acadêmicas, nas políticas públicas e nos movimentos sociais que buscam a garantia de direitos, a afirmação das diferenças, a superação das desigualdades de classe e a construção de outro patamar societário. (LOUREIRO, 2013)

Desta forma, é desejável que se tenha um olhar cauteloso na escolha dos itens que irão compor a prova de Ciências da Natureza, no que tange a Biologia, para que não haja favorecimento de algumas vertentes do conhecimento.

4.3 Tratamento dos dados

Conforme citado na seção 3.2 do Capítulo 3, os dados de desempenho dos participantes concluintes foram analisados com um modelo linear misto.

Este modelo permite mensurar a influência das variáveis de controle no desempenho relativo a um item ou grupo de itens, com base na comparação com o grupo referência, que, como dito anteriormente, é constituído pelos concluintes do gênero feminino, oriundos da escola pública de ensino e que declaram possuir renda familiar entre 1,5 e 2 salários mínimos.

Esta seção é iniciada através da investigação das variáveis que interferem no desempenho de cada item de Biologia, considerando as duas edições da prova de Ciências da Natureza. Posteriormente, as análises centram-se no desempenho em cada uma das categorias de itens pré-estabelecidas com base nos Objetos de Conhecimentos associados à Matriz de Referências para a prova do ENEM.

4.3.1 Desempenho nos itens de Biologia

Com base na estimativa de acerto para o grupo de referência, pode-se aferir a influência das variáveis de controle no desempenho. Para tanto, soma-se ao intercepto o valor das notas associadas às variáveis disponíveis, utilizadas nos novos modelos (gênero, origem escolar e renda).

A fim de facilitar a leitura, destaca-se as notas associadas com valor negativo. Tais resultados indicam que, ao substituir a variável do grupo de controle por uma das outras variáveis disponíveis, a média do novo grupo é inferior ao grupo de controle. Os resultados do modelo para cada item de Biologia podem ser apreciados nas Tabelas 4.3 e 4.4:

Tabela 4.3: Valores do intercepto e influência das variáveis de controle para os itens de Biologia da prova de 2011

Item	Prova de 2011		Gênero		Origem Escolar		Renda		
	Intercepto		Fem.	Masc.	Público	Privado	Até 1,5 SM	De 1,5 até 2 SM	De 2 a 5 SM
I47	0,42	-	0,04	-	0,13	-0,03	-	0,03	0,10
I48	0,25	-	-0,03	-	0,04	-0,01	-	0,01	0,03
I49	0,39	-	0,02	-	0,14	-0,03	-	0,02	0,06
I51	0,40	-	-0,03	-	0,06	-0,03	-	0,02	0,03
I52	0,21	-	0,05	-	0,07	-0,01	-	0,01	0,03
I53	0,07	-	0	-	0,05	0	-	0,01	0,02
I57	0,49	-	0,06	-	0,12	-0,05	-	0,03	0,06
I59	0,25	-	0,04	-	0,04	-0,02	-	0,01	0,03
I61	0,15	-	0,01	-	0,05	0,00	-	0,00	0,02
I62	0,12	-	0,00	-	0,03	0,00	-	0,00	0,01
I64	0,22	-	0,06	-	0,14	-0,03	-	0,02	0,06
I65	0,22	-	0,00	-	0,03	-0,01	-	0,00	0,01
I68	0,35	-	0,02	-	0,12	-0,03	-	0,02	0,05
I69	0,52	-	0,02	-	0,11	-0,04	-	0,02	0,05
I71	0,49	-	0,04	-	0,07	-0,03	-	0,02	0,03
I76	0,30	-	-0,02	-	0,09	-0,02	-	0,01	0,04
I79	0,37	-	0,09	-	0,11	-0,03	-	0,02	0,05
I82	0,72	-	0,00	-	0,06	-0,03	-	0,01	0,03
I83	0,18	-	0,00	-	0,01	0,01	-	0,00	0,00
I85	0,53	-	0,10	-	0,15	-0,05	-	0,03	0,06
I87	0,28	-	0,03	-	0,12	-0,03	-	0,02	0,05
I88	0,36	-	0,00	-	0,07	-0,02	-	0,01	0,02
I89	0,90	-	-0,03	-	0,04	-0,02	-	0,01	0,02
I90	0,42	-	0,14	-	0,14	-0,03	-	0,03	0,07

Tabela 4.4: Valores do intercepto e influência das variáveis de controle para os itens de Biologia da prova de 2012

Item	Prova de 2012		Gênero		Origem Escolar		Renda		
	Intercepto	Fem.	Masc.	Público	Privado	Até 1,5 SM	De 1,5 até 2 SM	De 2 a 5 SM	Mais de 5 SM
I46	0,14	-	0,05	-	0,14	-0,02	-	0,03	0,10
I48	0,25	-	-0,03	-	0,04	-0,01	-	0,01	0,03
I51	0,33	-	0,00	-	0,13	-0,02	-	0,02	0,08
I52	0,68	-	0,03	-	0,08	-0,02	-	0,01	0,03
I56	0,4	-	0,01	-	0,1	-0,01	-	0,02	0,05
I57	0,12	-	0,02	-	0,02	0,00	-	0,01	0,02
I62	0,19	-	0,04	-	0,01	0,00	-	0,00	0,01
I63	0,33	-	0,03	-	0,11	-0,02	-	0,02	0,06
I65	0,16	-	-0,01	-	0,05	0,00	-	0,00	0,03
I68	0,19	-	0,00	-	0,11	-0,01	-	0,02	0,07
I71	0,50	-	0,11	-	0,14	-0,04	-	0,04	0,10
I75	0,22	-	0,00	-	0,08	-0,02	-	0,01	0,04
I80	0,57	-	0,01	-	0,09	-0,01	-	0,02	0,04
I81	0,18	-	0,10	-	0,1	-0,01	-	0,01	0,07
I85	0,30	-	0,00	-	0,09	-0,01	-	0,01	0,05
I86	0,20	-	0,00	-	0,07	0,00	-	0,01	0,05
I87	0,18	-	0,02	-	0,01	0,00	-	0,01	0,03

Nesta vertente de análise, caso todos os participantes que integram o grupo de controle venham a acertar a resposta de um determinado item o valor do intercepto seria de 1,0, enquanto que uma prova respondida ao acaso (“limite do chute”) teria um índice de acerto próximo de 0,2.

Ao analisar os dados referentes à prova de 2011, verifica-se que a estimativa de acerto para o grupo de controle é, em geral, baixa, pois em 20 itens a estimativa é inferior a 0,5. Estes resultados tornam-se ainda mais alarmantes ao constatar a presença de quatro itens na prova de 2011 (I53, I61, I62 e I83) e de sete itens na prova de 2012 (I46, I57, I62, I65, I68, I81 e I87) cujo índice de acerto do grupo controle é inferior ao limite da resposta ao acaso. Esta observação despertou o interesse durante a pesquisa, especialmente após a verificação das porcentagens de escolha de cada distrator.

Ao analisar a composição estrutural dos itens, foi possível constatar que, em muitos casos, estes continham concepções alternativas de conceitos científicos em seus distratores, tal como podemos observar nos exemplos a seguir:

2011 - I53

O vírus do papiloma humano (HPV, na sigla em inglês) causa o aparecimento de verrugas e infecção persistente, sendo o principal fator ambiental do câncer de colo de útero nas mulheres. O vírus pode entrar pela pele ou por mucosas do corpo, o qual desenvolve anticorpos contra a ameaça, embora em alguns casos a defesa natural do organismo não seja suficiente. Foi desenvolvida uma vacina contra o HPV, que reduz em até 90% as verrugas e 85,6% dos casos de infecção persistente em comparação com pessoas não vacinadas.

Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 12 jun. 2011.

O benefício da utilização dessa vacina é que pessoas vacinadas, em comparação com as não vacinadas, apresentam diferentes respostas ao vírus HPV em decorrência da

- A alta concentração de macrófagos.
- B elevada taxa de anticorpos específicos anti-HPV circulantes.
- C aumento na produção de hemácias após a infecção por vírus HPV.
- D rapidez na produção de altas concentrações de linfócitos matadores.
- E presença de células de memória que atuam na resposta secundária.

Dentre as cinco possibilidades, 57% dos participantes, provenientes da escola privada, e 54% da escola pública escolheram o distrator “B”. Já a alternativa “E”, considerada como correta pelo INEP, foi escolhida por apenas 21% (escola pública) e 8% (escola privada) destes mesmos concluinte.,

Neste caso, não há falhas conceituais na formulação do item e dos distratores. Pode-se notar apenas que o distrator “B” carrega a concepção, muito difundida na sociedade, de que as vacinas possuem anticorpos prontos para combater uma determinada doença ao passo que a alternativa “E” relata a indução de memória imunológica provocada pelo contato com fragmentos dos agentes patológicos.

A formulação do item 46 da prova de 2012 traz em seus distratores conceitos de senso comum que podem facilmente serem confundidos pelos participantes:

2012 - I46

Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.

Um exemplo de reciclagem é a utilização de

- A garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
- B latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
- C sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
- D embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
- E garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.

Apesar da alternativa “B” ser considerada a correta pelo INEP, 40% e 44% dos concluintes das escolas privadas e públicas, respectivamente, escolheram o distrator “E”. Uma das possíveis explicações para este fato pode estar relacionada à grande difusão nas mídias de massa dos processos que envolvam a reutilização das garrafas PET e que são erroneamente designados como processos de reciclagem. Sendo assim, ao se deparar com um distrator que relata a reutilização da garrafa PET como cerdas de vassouras, os participantes são compelidos a escolhê-la além da confusão causada entre os termos “reutilização” e “reciclagem”.

Após constatações como estas, procurou-se aferir, estatisticamente, o impacto da presença de concepções alternativas de conceitos científicos no desempenho dos participantes. Os resultados estão descritos na seção 4.4 deste capítulo.

As análises das Tabelas 4.3 e 4.4 evidenciam o impacto da renda familiar na estimativa de acerto do item. Considerando o item 46 da prova de 2012, enquanto uma menina com renda de até 1,5 SM e que tenha estudado em escola pública apresenta uma estimativa de acerto de 14 pontos percentuais, a estimativa de acerto passa para 38

pontos percentuais para uma menina com renda superior a 5 SM e que tenha estudado em escola privada, uma diferença de 24pp. Os dados revelam que, na maioria dos itens, quanto maior a renda declarada maiores são as estimativas de acertos dos participantes, independentemente do ano de aplicação (OLIVEIRA 2014).

Arelada a esta característica está o desempenho dos egressos da escola privada de ensino. Em todos os casos, os egressos da escola privada apresentam uma estimativa de acerto superior aos egressos da escola pública. Sabemos que, no Brasil, a renda familiar está vinculada à possibilidade de inserção em escolas particulares e em cursos preparatórios para vestibulares e avaliações como o ENEM e, portanto, a vinculação à escola privada está diretamente relacionada com a renda declarada.

Com relação ao gênero, em geral, observa-se que o desempenho dos homens é ligeiramente superior ao desempenho feminino. Muito embora haja itens em que não há diferenças no desempenho (prova de 2011: I53, I62, I65, I82, I83 e I85; prova de 2012: I51, I62, I75, I85 e I86) e outros em que o desempenho feminino é superior (prova de 2011: I48, I51, I76 e I79; prova de 2012: I48 e I65), em 24 itens o desempenho masculino é mais satisfatório, chegando a uma diferença de até 10 pontos percentuais a mais em relação ao gênero feminino (I81 da prova de 2012).

No intuito de aprofundar estas análises, nas próximas seções deste capítulo prosseguimos com as investigações acerca da influência das variáveis de controle no desempenho dos participantes em categorias de itens pré-estabelecidas.

4.3.2 Desempenho nas Categorias de itens associadas aos Objetos de Conhecimento da Biologia

Os dados até aqui apresentados revelam, de forma ampla, que existem fatores que influenciam no desempenho dos participantes, tais como a origem escolar.

Nas próximas seções, são investigados os efeitos da renda familiar, gênero e origem escolar nas médias de acertos dos participantes concluintes que tenham cursado o EM exclusivamente na escola pública ou privada de ensino.

Os dados são referentes ao desempenho nas categorias *Moléculas, células e tecidos; Hereditariedade e diversidade da vida; Identidade dos seres vivos; Ecologia e*

ciências ambientais e Qualidade de vida das populações humanas bem como na somatória dos itens.

4.3.3 Desempenho

Nesta primeira análise não há recortes referentes à origem escolar, gênero ou renda familiar dos participantes. Os dados apresentam um panorama amplo do desempenho.

As médias de acertos nas provas de 2011 e 2012 estão apresentadas nas Tabelas 4.5 e 4.6, respectivamente e no Gráfico 2 seguir:

Tabela 4.5: Média de acerto nas categorias de interesse (Prova de 2011)

Categoria	Média de Acertos (%)
Todos os itens de Biologia	38
Moléculas, células e tecidos.	35
Hereditariedade e diversidade da vida.	28
Identidade dos seres vivos.	30
Ecologia e ciências ambientais.	41
Qualidade de vida das populações humanas.	58

Tabela 4.6: Média de acerto nas categorias de interesse (Prova de 2012)

Categoria	Média de Acertos (%)
------------------	-----------------------------

Todos os itens de Biologia	33
Moléculas, células e tecidos.	29
Hereditariedade e diversidade da vida.	18
Identidade dos seres vivos.	25
Ecologia e ciências ambientais.	34
Origem e evolução da vida.	25
Qualidade de vida das populações humanas.	63

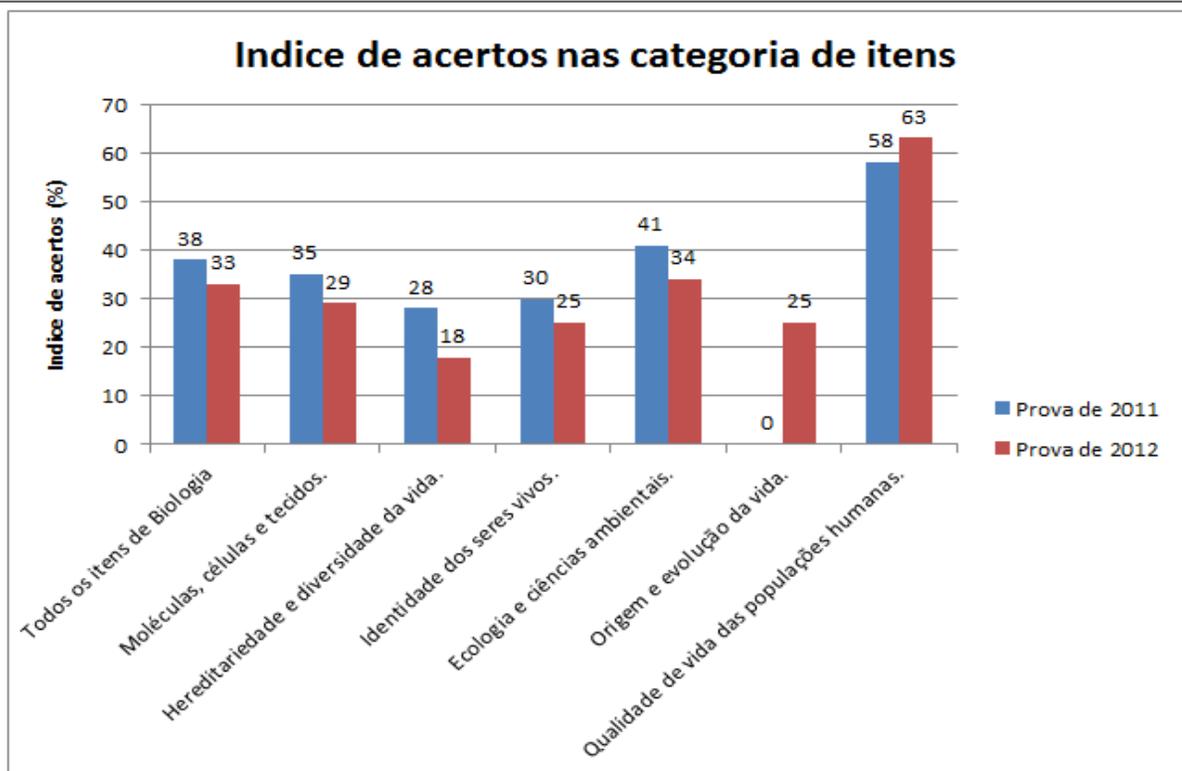


Gráfico 2: Comparação entre as médias de acertos nas categorias

Como pode ser observado no Gráfico 2 e nas Tabelas 4.5 e 4.6, as categorias de itens apresentam médias distintas, com maior índice de acerto para *Qualidade de vida das populações humanas*. Este resultado indica maior facilidade em tais questões, possivelmente pelo fato de que sua construção abarca temáticas relacionadas ao cotidiano das pessoas.

Em oposição, os participantes demonstraram maior dificuldade em itens pertencentes à categoria *Hereditariedade e diversidade da vida*. Possivelmente, tal dificuldade esteja atrelada aos conceitos abstratos e não cotidianos, tais como a bioquímica do DNA.

Não é possível estabelecer uma comparação para a categoria *Origem e evolução da vida*, pois no ano de 2011 esta temática esteve ausente da prova.

4.3.4 Renda e Desempenho

Como dito anteriormente, os dados de desempenho em função da renda familiar foram extraídos a partir das informações presentes nos questionários socioeconômicos. Nesta abordagem, a renda familiar dos participantes foi reunida em faixas com fatores múltiplos de Salário Mínimo.

Nas Tabelas 4.7 e 4.8 são apresentados, por categoria de renda, o número absoluto de concluintes (N); o percentual relativo associado a cada faixa e a média de desempenho em cada uma das categorias estabelecidas. Os dados destas tabelas estão representados nos Gráficos 3 e 4, respectivamente. Apesar de não representarem uma função contínua, os pontos referentes às faixas de Salário Mínimo foram conectados para facilitar a visualização das variações de desempenho em função da renda declarada.

Nos gráficos desta seção, o desvio padrão associado ao desempenho é evidenciado por de um traço paralelo ao eixo horizontal.

Tabela 4.7: Média de acertos de todos os concluintes nas categorias de itens (prova de 2011)

Média de Acertos (%)

Categoria	até 1,5 SM	de 1,5 a 2,0 SM	de 2,0 a 5,0 SM	mais de 5,0 SM
Todos os itens de Biologia.	32	37	42	52
Moléculas, células e tecidos.	28	33	39	55
Hereditariedade e diversidade da vida.	23	27	31	41
Identidade dos seres vivos.	22	29	35	49
Ecologia e ciências ambientais.	35	40	45	55
Qualidade de vida das populações humanas.	52	57	62	72
N	492340	299977	148382	182482
Percentual Relativo	44%	27%	13%	16%

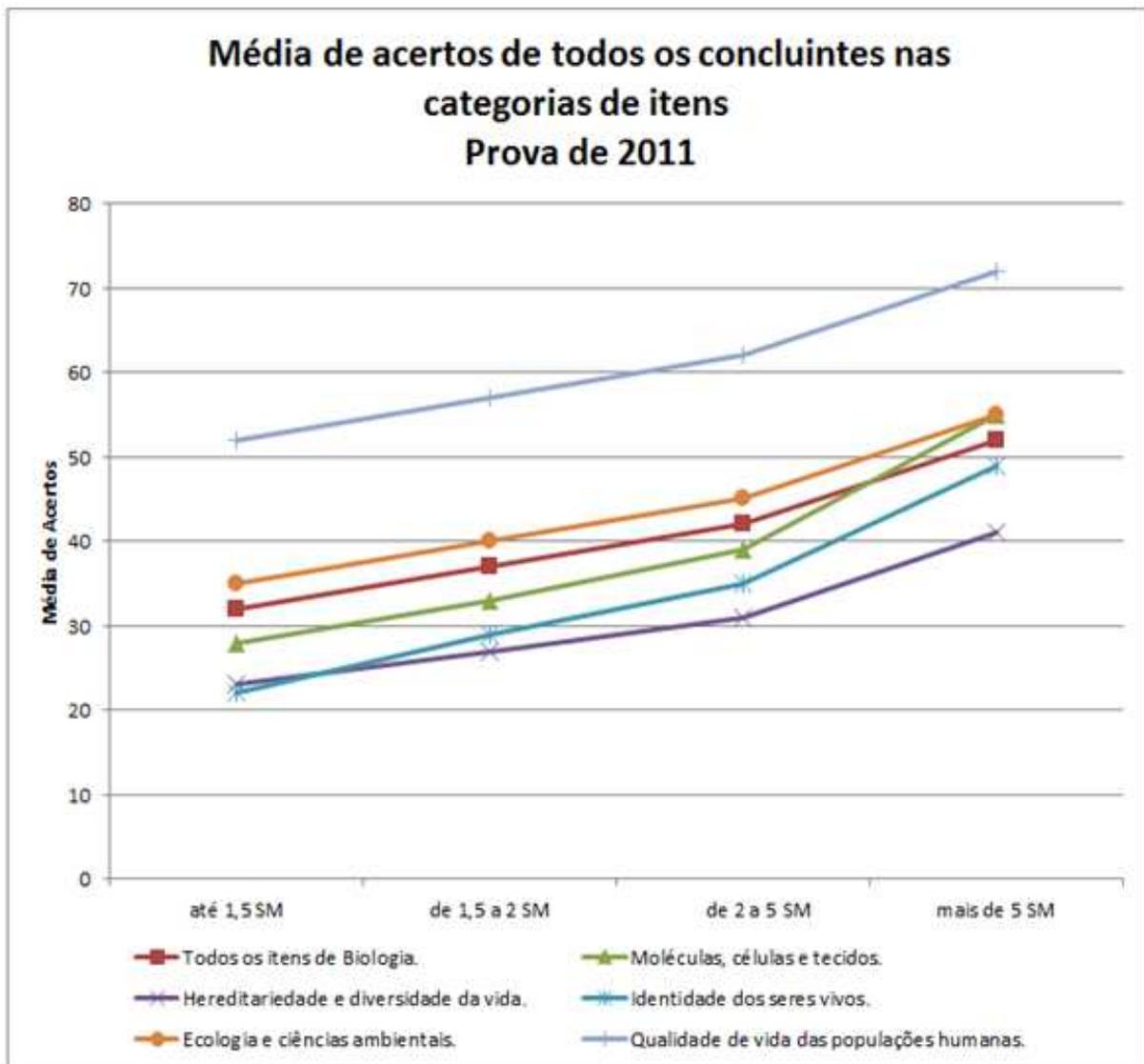


Gráfico 3: Média de acertos de todos os concluintes nas categorias de itens (prova de 2011)

Tabela 4.8: Média de acertos de todos os concluintes nas categorias de itens (prova de 2012)

Categoria	Média de Acertos (%)			
	até 1,5 SM	de 1,5 a 2,0 SM	de 2,0 a 5,0 SM	mais de 5,0 SM
Todos os itens de Biologia.	29	31	35	47
Moléculas, células e tecidos.	25	27	30	43
Hereditariedade e diversidade da vida.	16	17	18	28
Identidade dos seres vivos.	22	24	27	35
Ecologia e ciências ambientais.	27	31	36	51
Origem e evolução da vida	22	23	25	33
Qualidade de vida das populações humanas.	58	62	67	75
N	493522	182883	311093	164488
Percentual Relativo	43%	16%	27%	14%

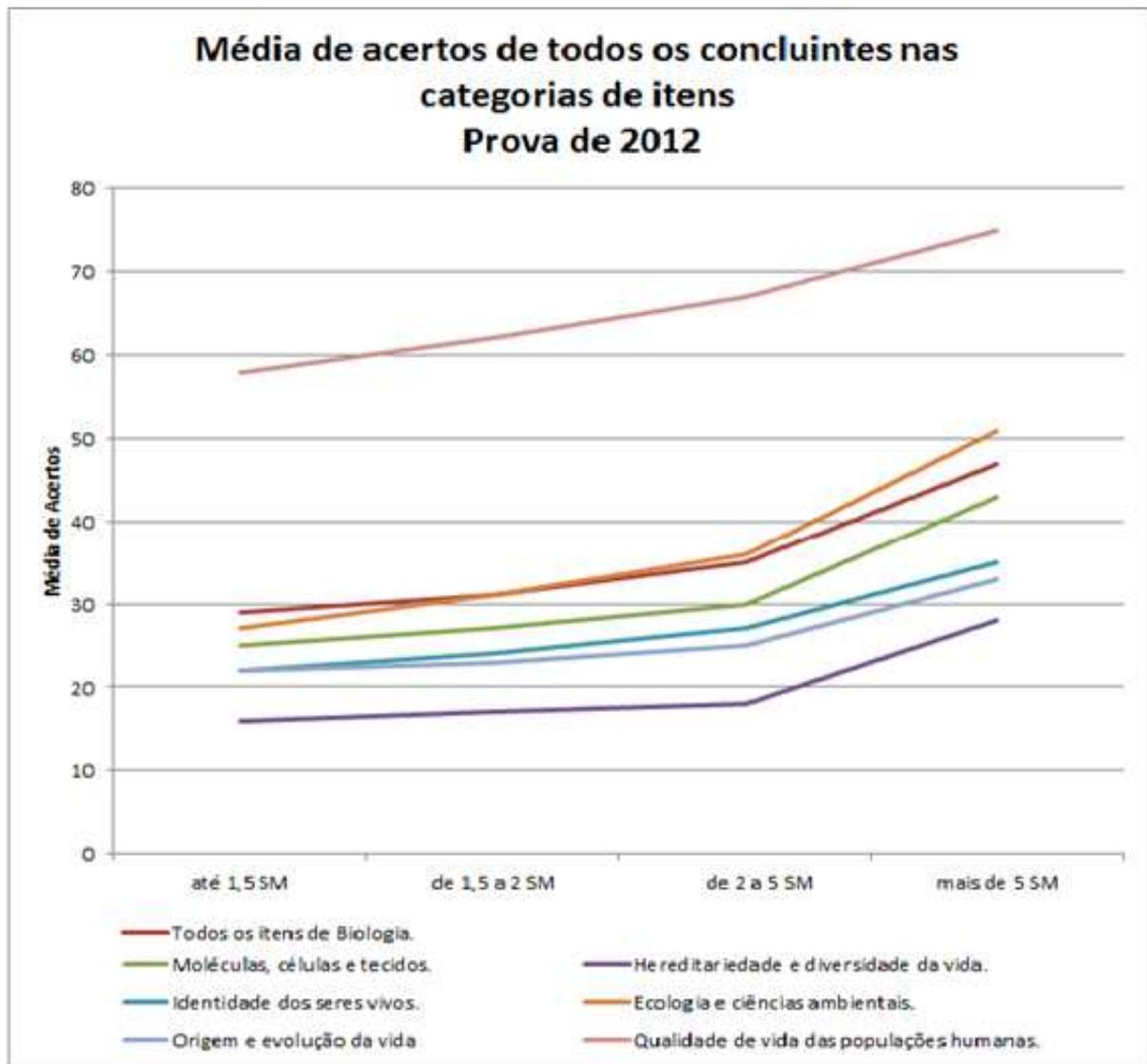


Gráfico 4: Média de acertos de todos os concluintes nas categorias de itens (prova de 2012)

Os dados das Tabelas 4.9 e 4.10 e dos Gráficos 3 e 4 apresentam uma relação crescente entre a renda familiar e a média obtida, independentemente da categoria de itens. O grupo com renda familiar superior a cinco Salários-Mínimos apresenta média de acertos em torno de 50%, enquanto que o grupo com renda familiar de até um Salário-Mínimo e meio acerta cerca de 30% da totalidade de itens analisadas, independentemente do ano de aplicação da prova. Apesar de representar cerca de 40% do total de concluintes, em ambas as provas, as menores médias de acertos são

apresentadas pelos participantes que declararam possuir renda de até 1,5 salários mínimos.

Ainda que o desempenho seja progressivamente superior conforme o aumento da renda, é digno de nota mencionar que as médias de acertos estão muito aquém do esperado para estudantes que estão em vias de concluir a Educação Básica. No conjunto total de itens de Biologia, a média de acertos é de 52% (2011) e 47% (2012) entre os concluintes com renda superior a cinco salários mínimos, ou seja, metade destes estudantes com maior renda não responde corretamente a um item de Biologia do Novo ENEM. Quando analisados os dados dos concluintes com renda de até 1,5 SM constata-se que apenas um terço destes é capaz de responder corretamente estes mesmos itens.

Pode-se notar que, independentemente do ano, todos os participantes tiveram um desempenho menos satisfatório na categoria *Hereditariedade e diversidade da vida*. Entretanto, nos itens pertencentes à categoria *Qualidade de vida das populações humanas*, o acerto médio é superior a 50%, chegando a 72% e 75% entre os participantes com renda superior a cinco SM nas edições de 2011 e 2012 respectivamente.

Esta mesma peculiaridade também pode ser observada quando a amostra de concluintes é subdividida de acordo com a origem escolar. Nas Tabelas 4.9 e 4.10 constam, respectivamente, as médias de acertos dos concluintes oriundos da escola pública e privada, ambas estratificadas de acordo com a renda, referente à prova aplicada em 2011. Posteriormente, nas Tabelas 4.11 e 4.12 são apresentados os resultados obtidos pelos participantes na edição de 2012 do ENEM

Tabela 4.9: Média de acertos nas categorias de itens dos concluintes egressos da escola pública de acordo com a renda familiar declarada (prova de 2011).

Escola Pública Prova de 2011	Média de acertos			
	Categoria	até 1,5 SM	de 1,5 a 2,0 SM	de 2,0 a 5,0 SM
Todos os itens de Biologia.	32	36	39	43
Moléculas, células e tecidos.	27	31	34	40
Hereditariedade e diversidade da vida.	23	26	28	32
Identidade dos seres vivos.	22	27	31	37
Ecologia e ciências ambientais.	34	39	42	46
Qualidade de vida das populações humanas.	52	56	59	63
N	468960	262100	106928	57856
Percentual Relativo	52%	29%	12%	6%

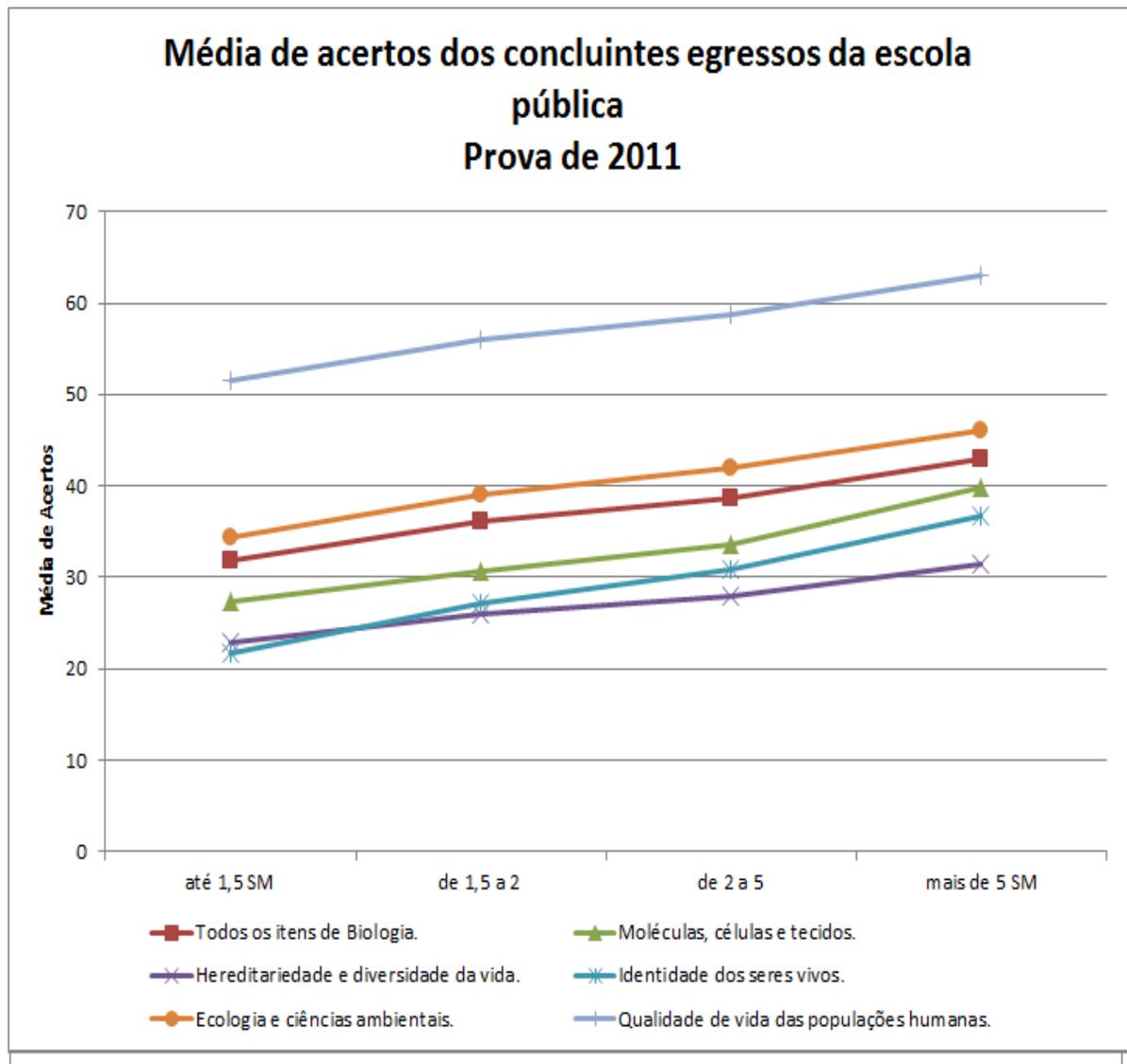


Gráfico 5: Média de acertos nas categorias de itens dos concluintes egressos da escola pública de acordo com a renda familiar declarada (prova de 2011).

Tabela 4.10: Média de acertos nas categorias de itens dos concluintes egressos da escola privada de acordo com a renda familiar declarada (prova de 2011).

Escola Privada Prova de 2011	Média de acertos			
	Categoria	até 1,5 SM	de 1,5 a 2,0 SM	de 2,0 a 5,0 SM
Todos os itens de Biologia.	42	47	50	57
Moléculas, células e tecidos.	41	47	52	63
Hereditariedade e diversidade da vida.	31	35	38	45
Identidade dos seres vivos.	36	42	46	54
Ecologia e ciências ambientais.	45	50	53	59
Qualidade de vida das populações humanas.	62	67	70	76
N	23380	37877	41454	124626
Percentual Relativo	10%	17%	18%	55%

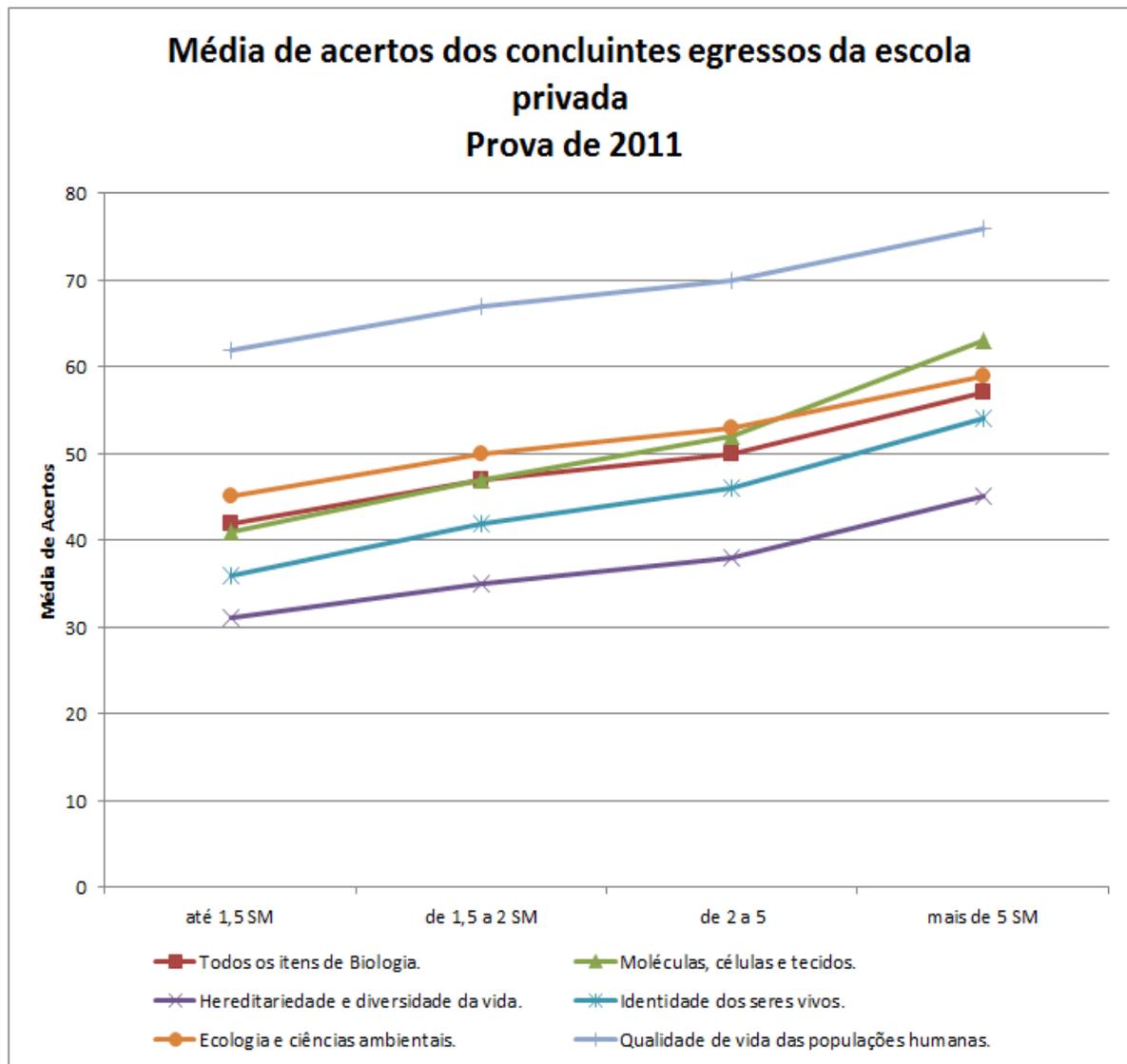


Gráfico 6: Média de acertos nas categorias de itens dos concluintes egressos da escola privada de acordo com a renda familiar declarada (prova de 2011).

Tabela 4.11: Média de acertos nas categorias de itens dos concluintes egressos da escola pública de acordo com a renda familiar declarada (prova de 2012).

Escola Pública Prova de 2012	Média de acertos				
	Categoria	até 1,5 SM	de 1,5 a 2,0 SM	de 2,0 a 5,0 SM	mais de 5,0 SM
Todos os itens de Biologia,		28	30	32	38
Moléculas, células e tecidos,		24	26	28	33
Hereditariedade e diversidade da vida,		16	16	17	20
Identidade dos seres vivos,		22	23	25	29
Ecologia e ciências ambientais,		27	29	33	40
Origem e evolução da vida		22	22	23	27
Qualidade de vida das populações humanas,		57	61	64	68
N		469040	161276	230257	45298
Percentual Relativo		55%	19%	27%	5%

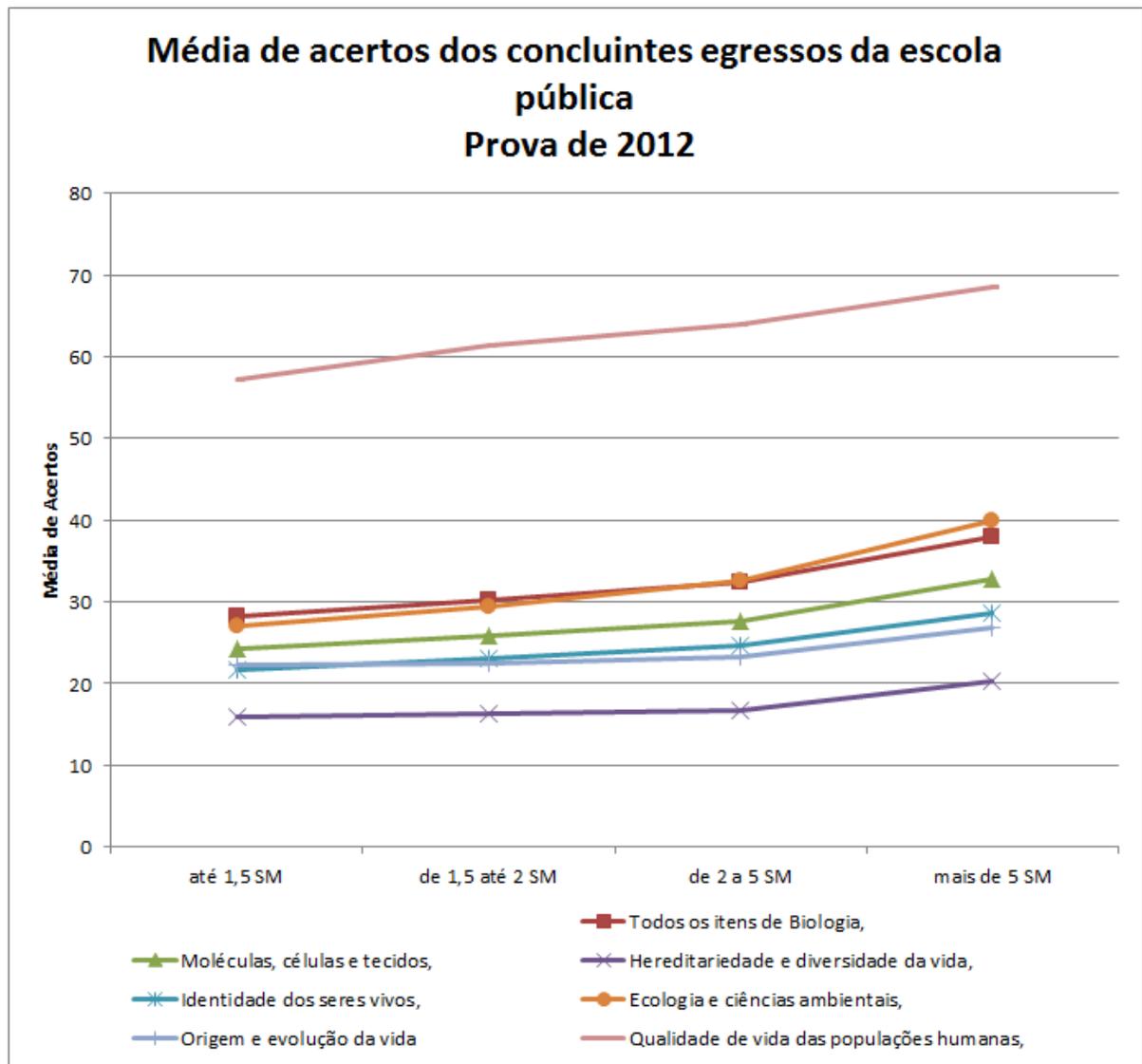


Gráfico 7: Média de acertos nas categorias de itens dos concluintes egressos da escola pública de acordo com a renda familiar declarada (prova de 2012).

Tabela 4.12: Média de acertos nas categorias de itens dos concluintes egressos da escola privada de acordo com a renda familiar declarada (prova de 2012).

Escola Privada Prova de 2012	Média de acertos			
	Categoria	até 1,5 SM	de 1,5 a 2,0 SM	de 2,0 a 5,0 SM
Todos os itens de Biologia,	36	39	43	51
Moléculas, células e tecidos,	31	33	38	47
Hereditariedade e diversidade da vida,	18	19	22	31
Identidade dos seres vivos,	28	30	33	37
Ecologia e ciências ambientais,	37	41	46	55
Origem e evolução da vida	26	27	30	35
Qualidade de vida das populações humanas,	68	71	74	78
N	24482	21607	80836	119190
Percentual Relativo	10%	9%	33%	48%

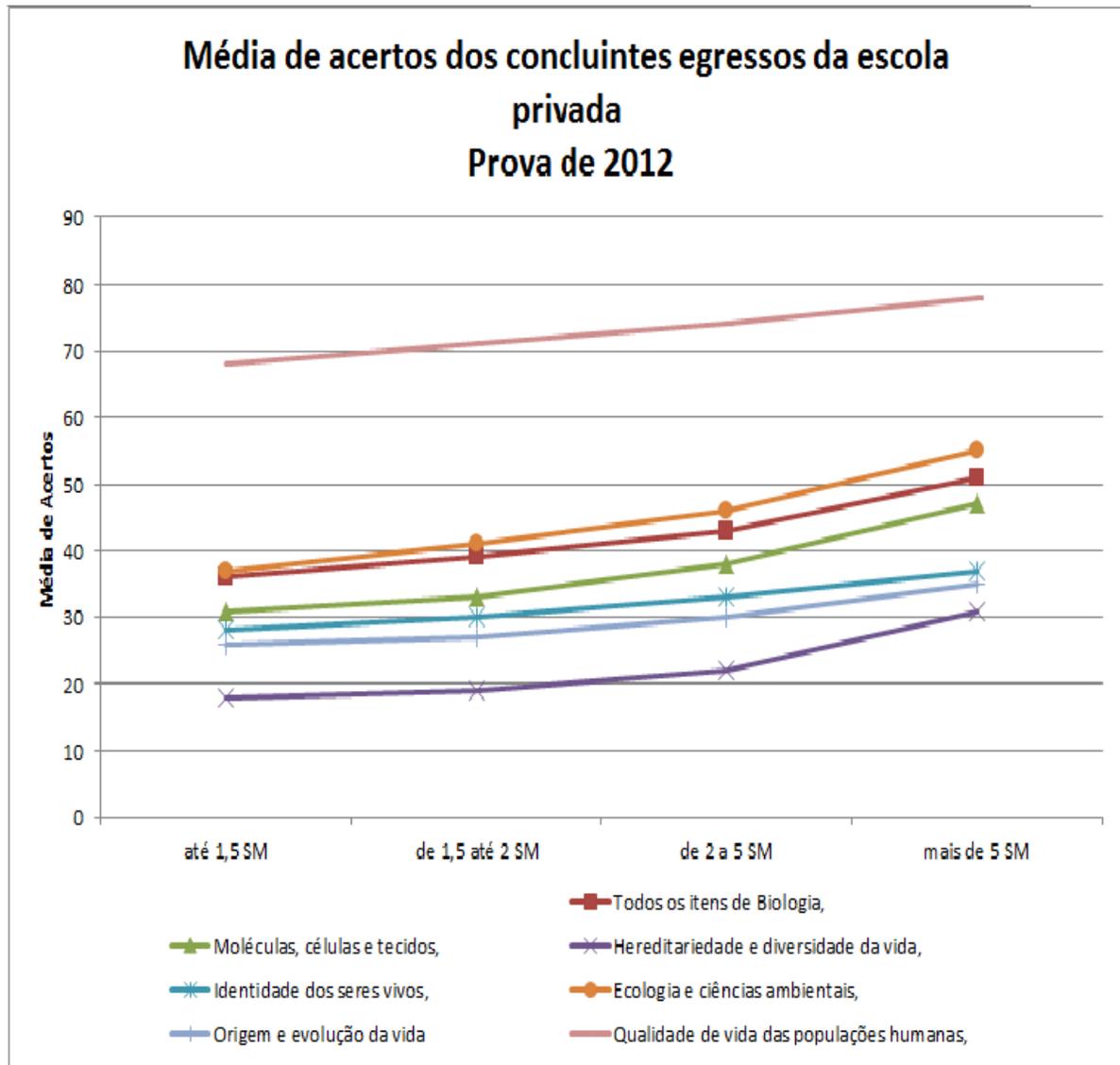


Gráfico 8: Média de acertos nas categorias de itens dos concluintes egressos da escola privada de acordo com a renda familiar declarada (prova de 2012).

Conforme verificado na análise geral de desempenho, há um aumento em todas as categorias conforme a renda, resultado que se torna mais evidente quando comparados os dados referentes aos participantes das escolas públicas e privada de ensino.

No estrato de maior renda, a média de acertos dos participantes oriundos da escola privada nos itens de Biologia é de 57% e 51%, para as edições de 2011 e 2012

respectivamente, ao passo que os egressos da escola pública, com renda de até 1,5 SM apresentam médias de acertos de 32% e 28%. Essa diferença de 25 e 23 pontos percentuais na média de desempenho, possivelmente, está atrelada à infraestrutura educacional propiciada aos respondentes uma vez que, no Brasil, maior renda familiar possibilita a inserção em escolas privadas que, em muitos casos, privilegiam os conteúdos acadêmicos e treinam seus alunos para obterem um bom desempenho no ENEM.

Para aferir as diferenças entre a escola pública e privada, utilizou-se a distância de Cohen (d_c), com o cálculo realizado em função da média da escola privada (M_{PRI}) e escola pública (M_{PUB}), a partir da expressão

$$d_c = \frac{M_{PRI} - M_{PUB}}{DP_{PRI+PUB}}$$

em que $DP_{PRI+PUB}$ indica o desvio padrão do conjunto de alunos da escola pública e da escola privada. Os resultados podem ser visualizados nas Tabelas 4.13 e 4.14 e nos Gráficos 9 e 10.

Tabela 4.13: Distância de Cohen por categoria e renda familiar (prova de 2011).

Prova de 2011 Categoria	Distância de Cohen de acordo com a renda			
	até 1,5 SM	de 1,5 a 2,0 SM	de 2,0 a 5,0 SM	Mais de 5,0 SM
Todos os itens de Biologia.	0,78	0,72	0,72	0,77
Moléculas, células e tecidos.	0,41	0,46	0,51	0,59
Hereditariedade e diversidade da vida.	0,47	0,47	0,51	0,58
Identidade dos seres vivos.	0,28	0,30	0,33	0,42
Ecologia e ciências ambientais.	0,63	0,58	0,59	0,66
Qualidade de vida das populações humanas	0,38	0,38	0,39	0,45

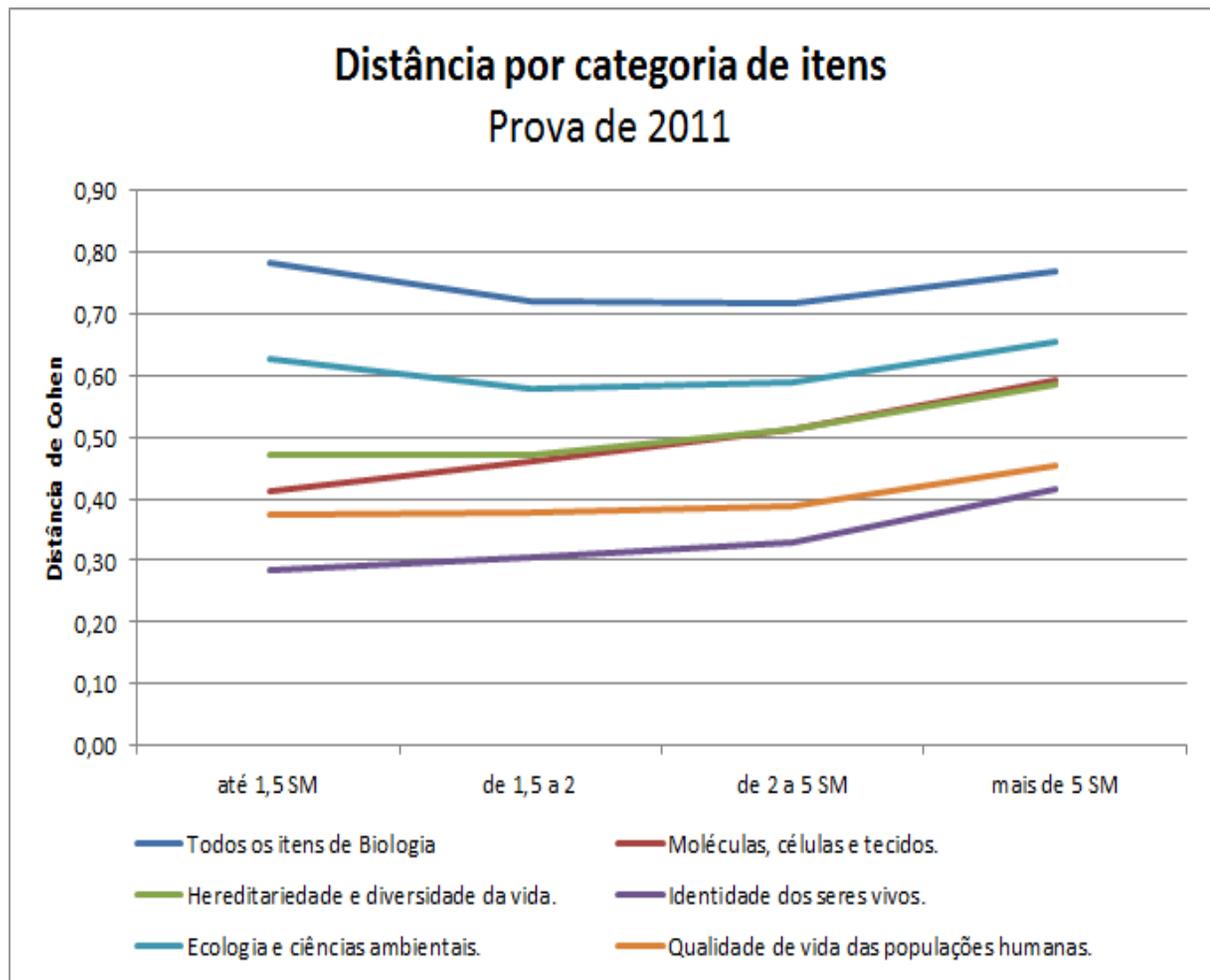


Gráfico 9: Distância de Cohen por categoria e renda familiar (prova de 2011).

Tabela 4.14: Distância de Cohen por categoria e renda familiar (prova de 2012).

Prova de 2012	Distância de Cohen de acordo com a renda				
	Categoria	até 1,5 SM	de 1,5 a 2,0 SM	de 2,0 a 5,0 SM	Mais de 5,0 SM
Todos os itens de Biologia.		0,62	0,62	0,66	0,66
Moléculas, células e tecidos.		0,25	0,27	0,36	0,45
Hereditariedade e diversidade da vida.		0,04	0,07	0,14	0,24
Identidade dos seres vivos.		0,20	0,22	0,26	0,26
Ecologia e ciências ambientais.		0,57	0,57	0,62	0,63
Qualidade de vida das populações humanas		0,31	0,28	0,29	0,30
Origem e evolução da vida		0,14	0,16	0,21	0,24

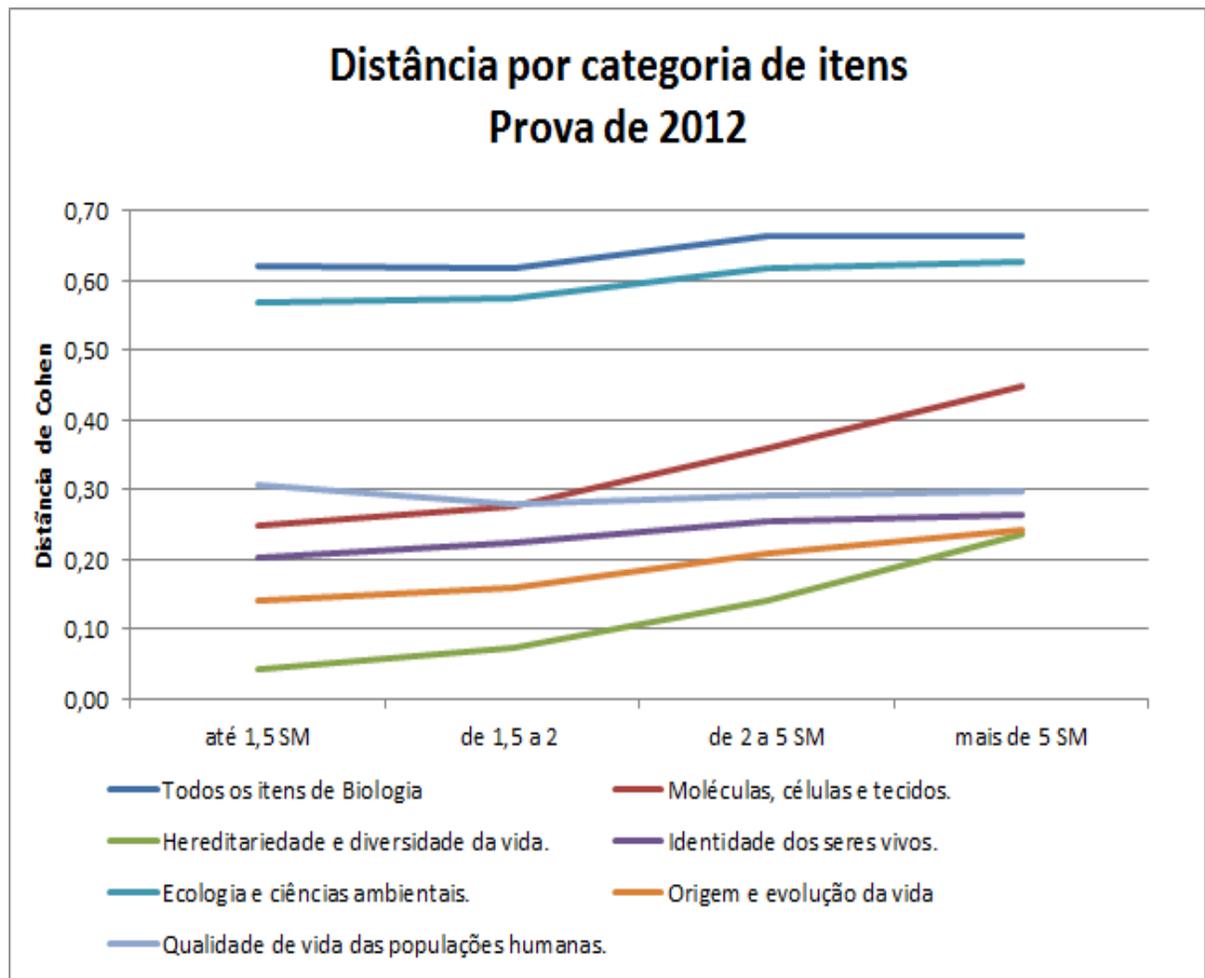


Gráfico 10: Distância de Cohen por categoria e renda familiar (prova de 2012).

Ao determinar as distâncias de Cohen, verifica-se que é significativa a influência da renda e a origem escolar no desempenho dos concluintes. Na totalidade dos itens, é possível notar, em geral, que a relevância desta distância é progressivamente maior de acordo com a renda declarada pelo candidato.

Na prova de 2011, por exemplo, a distância entre participantes egressos da escola privada e pública na totalidade dos itens, ambos com renda familiar superior a cinco SM, é de 0,77, revelando que a origem escolar exerce maior influência no desempenho dos estudantes quando consideramos a mesma faixa de renda. O mesmo ocorre na prova de 2012 que, para esta mesma renda e categoria, apresenta uma distância de 0,66.

A comparação entre candidatos com menor renda familiar, de até 1,5 SM, revela influência similar. No conjunto total de itens, a distância apresentada por egressos da escola particular em relação aos da escola pública é grande e/ou moderada, de 0,78 e 0,62 nas provas de 2011 e 2012, respectivamente.

Contrariamente, nos itens da categoria *Hereditariedade e diversidade da vida*, presentes na prova de 2012, as diferenças de desempenho são triviais para as menores faixas de renda e pouco significativa entre os participantes com dois ou mais SM. Este resultado pode estar atrelado ao fato de que tais itens apresentam um elevado índice de dificuldade e que possuem baixos índices de acerto. Nos demais casos, as comparações não revelaram resultados triviais.

Nos itens das categorias *Qualidade de vida das populações humanas e Origem e evolução da vida* as diferenças de desempenho mostram-se de pequenas a moderadas. Por abarcar itens relacionados ao cotidiano, na primeira categoria, os participantes obtiveram os maiores índices de acertos observados, minimizando a influência da renda e origem escolar no desempenho.

Com a aprovação do Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2014), e a universalização do Novo ENEM, este passará a compor uma das principais fontes de dados relativos à qualidade do ensino ofertado aos estudantes da Educação Básica. Sendo assim, pesquisas acadêmicas relativas à composição deste exame tornam-se necessárias para que haja um contínuo entendimento e aperfeiçoamento do Novo ENEM.

4.4 Concepções Alternativas nos itens de Biologia

Tendo em vista a possibilidade de estabelecer *a priori* os critérios de categorização, de acordo com Bardin (2011), voltamos o olhar para a totalidade dos itens de Biologia selecionados neste estudo, no intuito de fazer emergir as concepções alternativas conceitos científicos e/ou conceitos errôneos difundidos através do senso comum presentes em sua composição.

A análise procurou detectar a existências dessas concepções nos enunciados ou nos distratores de cada item. Os dados foram organizados em três grupos, conforme ilustrado na Figura 1:

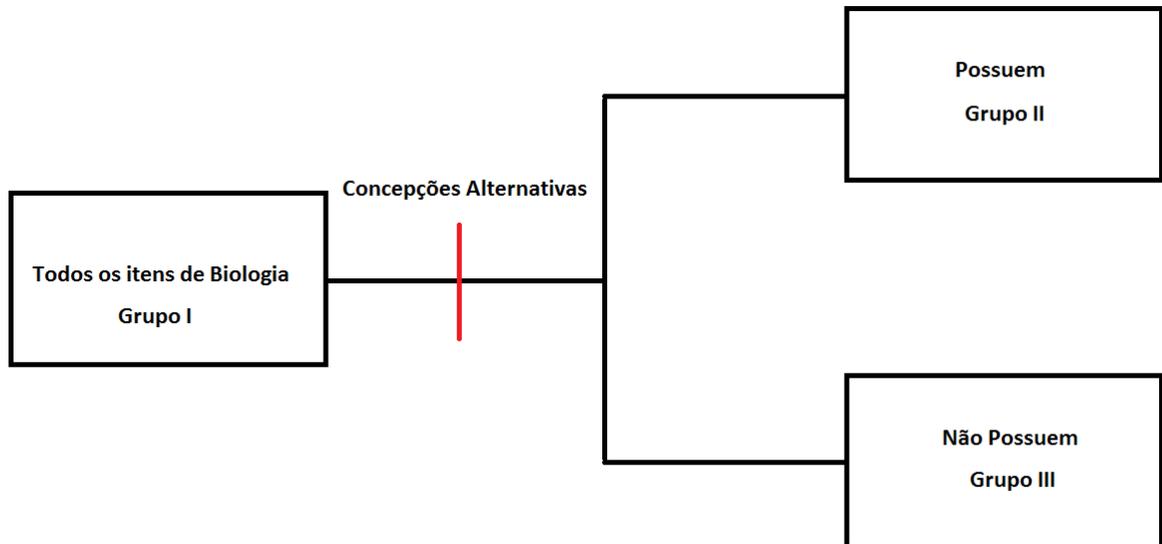


Figura 1: Categorização dos itens com base na presença ou ausência de concepções alternativas

Com base nesta categorização, foi possível constatar que os itens de Biologia, majoritariamente, não possuem CA em sua formulação. Contudo, a presença dessas concepções em 14 (34%) dos 41 itens de Biologia é bastante expressiva e encontra-se detalhada na Figura 2.

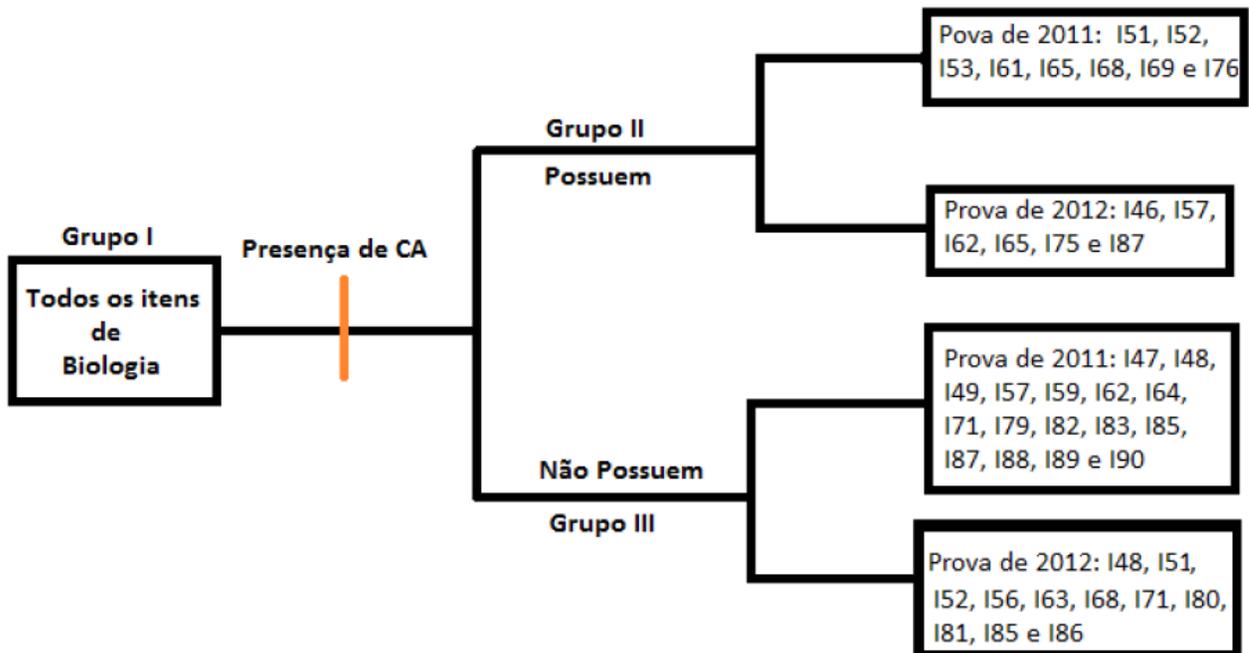


Figura 2: Distribuição dos itens com base na presença ou ausência das concepções alternativas.

A formação destes três grupos possibilitou a comparação entre o desempenho dos estudantes da escola pública e privada de ensino. Para tanto, calculou-se a média de acerto (M) e o desvio padrão (dp) – ambos normalizados - do total de concluintes (R), dos egressos da escola pública (R_{Pub}) e da escola privada de ensino (R_{Pri}). Com base nestes dados foi possível comparar as médias de acertos dos respondentes dos Grupos II e III com a média de acerto do Grupo I. Esta comparação, denominada Razão da Porcentagem de Acerto expressa em porcentagem o quanto a média de acerto dos Grupos II e III é superior ou inferior à média de acerto de todos os itens de Biologia. Os resultados podem ser vistos nas Tabelas 4.15 e 4.16 a seguir:

Tabela 4.15: Análise estatística da influência das concepções alternativas presentes nos itens aplicados na prova de 2011 do ENEM.

Prova de 2011	Todos os Respondentes				Escola Privada (R_{Pri})				Escola Pública (R_{Pub})			
	R	M	dp.	RPA	R	M	dp.	RPA	R	M	dp.	RPA
Grupo I	1123181	38,2	16,6		227337	52,5	17,6		895844	34,6	14,2	
Grupo II	1123181	29,7	19,1	-22%	227337	41,6	21,8	-21%	895844	26,7	17,1	-23%
Grupo III	1123181	42,4	18,7	11%	227337	57,9	18,8	10%	895844	38,5	16,6	11%

Tabela 4.16: Análise estatística da influência das concepções alternativas presentes nos itens aplicados na prova de 2012 do ENEM.

Prova de 2012	Todos os Respondentes				Escola Privada (R _{Priv})				Escola Pública (R _{Pub})			
	R	M	dp.	RPA	R	M	dp.	RPA	R	M	dp.	RPA
Grupo I	1151986	33,5	16,2		246115	45,7	18,4		905871	30,1	13,8	
Grupo II	1151986	20,6	18,2	-39%	246115	29,1	21,6	-36%	905871	18,2	16,4	-40%
Grupo III	1151986	40,5	19,9	21%	246115	54,7	21,2	20%	905871	36,6	17,7	22%

Verifica-se que a média de acertos é superior no Grupo III, que abarca itens sem a presença de CA. Em ambas as provas analisadas, verifica-se que a média de acertos no grupo de itens cujos distratores apresentam CA e/ou informações de senso comum é significativamente inferior quando comparada à média obtida no conjunto que envolve todos os itens de Biologia, independentemente da origem do ensino médio cursada. Esses resultados indicam que, embora estejam concluindo a educação básica, os conceitos científicos necessários à resposta correta não estão devidamente ancorados na mente dos indivíduos. É possível inferir que a aprendizagem, desta forma, não se efetivou de modo significativo.

Segundo Moreira (2011a, p. 17) a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante de conhecimento do indivíduo. De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 2003), o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe.

Ausubel (2003, p. 81) afirma que a aprendizagem significativa é fundamental no processo de educação e a considera o mecanismo humano, por excelência, para a aquisição e o armazenamento de vasta quantidade de ideias e informações representadas por qualquer área do conhecimento. Em contrapartida, no universo escolar, frequentemente, este conceito é relegado a segundo plano, sendo o ensino pautado na mera transmissão e memorização dos conteúdos. Sobre as aprendizagens por memorização, Ausubel considera que

Podem relacionar-se com a estrutura cognitiva, mas *apenas* de forma arbitrária e literal que não resulta em novos significados. Visto que, por exemplo, os membros de estímulo e de resposta específicos de um determinado par de adjetivos, numa aprendizagem de associação de pares, estão ligados de uma forma puramente arbitrária, não existe base possível para relacionar de modo não arbitrário a tarefa de aprendizagem à estrutura cognitiva de alguém e o aprendiz deve também

lembrar-se literalmente das respostas para cada palavra de estímulo (não pode utilizar sinônimos).

(AUSUBEL, 2003, p.4)

Com relação à superioridade da aprendizagem significativa em relação à aprendizagem por memorização, Ausubel destaca:

Muitas fontes de evidência inter-relacionadas apontam, e sugerem empiricamente, para a conclusão de que a aprendizagem e a retenção significativas são mais eficazes do que as correspondentes por memorização. (...) Em primeiro lugar, o fato de o material de instrução ser logicamente, e, por isso, potencialmente significativo, contribui sem dúvida com algo significativo para esta superioridade; mas, é essencialmente a superioridade nos processos de aprendizagem significativa (i.e., o conjunto de aprendizagem significativa do aprendiz e a capacidade de relação não arbitrária e não literal dos materiais de instrução para com as ideias ancoradas relevantes na estrutura cognitiva) que explica, basicamente, os resultados da aprendizagem e da retenção superiores. (AUSUBEL, 2003 p. 15)

(...) é obvio que as aprendizagens por memorização não aumentam a substância ou composição do conhecimento, enquanto a relação das mesmas para com os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva for arbitrária, não substantiva, literal, periférica e geralmente, de duração, utilidade e significado transitórios. Normalmente, possuem (ex.: os números de telefone) uma utilidade limitada, prática e com vista a poupar tempo e esforço. (AUSUBEL, 2003, p. XII)

Apesar destas constatações, Ausubel (2003, p. 5) afirma que a aprendizagem significativa e a aprendizagem por memorização não são dicotômicas em muitas situações de aprendizagem prática e podem colocar-se facilmente num contínuo memorização-significativo.

Em avaliações como o ENEM, em que são cobrados uma extensa quantidade de conteúdos pertencentes a diferentes componentes curriculares, o ensino pautado na memorização de conceitos não é suficiente para que o aprendiz possa obter um bom desempenho uma vez que a aquisição de grandes conjuntos de conhecimentos é simplesmente impossível na ausência de aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003, p. 83). Desta forma, torna-se necessária a adequação das práticas educativas visando à integração dos novos conceitos à estrutura cognitiva dos educandos.

Pautando-se no princípio de educação proposto por Ausubel em que

(...) a educação refere-se à aprendizagem orientada ou manipulada direcionada, de forma deliberada, para fins práticos e específicos. Estes podem definir-se, em partes, como a aquisição a longo prazo de conjuntos estáveis de conhecimento (ideias, conceitos, fatos), valores, hábitos, capacidades, formas de compreensão, ajustamento e ambição e das capacidades cognitivas necessárias para os adquirir.

(AUSUBEL, 2003, p. 30)

e tendo em vista o delineamento desta pesquisa restringir-se ao universo das avaliações em larga escala, com enfoque no ENEM, é necessária a observância, por parte dos docentes, e das instituições educacionais, de alguns fatores necessários para promover a aprendizagem significativa e, conseqüentemente, auxiliar os estudantes a terem um melhor desempenho neste tipo de avaliação.

Para tanto, é imprescindível que:

a) O material a ser ensinado seja potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, relacionável com a sua estrutura de conhecimento de forma não-arbitrária e não-literal (substantiva). (MOREIRA, 2011a, p. 30)

b) O aprendiz possua prontidão cognitiva, ou seja, apresente maturidade cognitiva exigida para se levar a cabo a tarefa de aprendizagem. (AUSUBEL, 2003 p. 13)

c) O aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária em sua estrutura cognitiva. (MOREIRA, 2011a, p. 30)

d) Haja disponibilidade de ideias ancoradas e especificamente relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, a um nível ótimo de inclusão, generalidade e abstração. (AUSUBEL, 2003 p. 11)

e) Haja estabilidade e clareza das ideias ancoradas. (AUSUBEL, 2003 p. 11)

Para que ocorra a aprendizagem significativa, é necessário que a nova informação seja ancorada em conceitos relevantes, previamente estabelecidos na estrutura mental do indivíduo. Estes conceitos, denominados subsunçores, agem como

estruturas para que as novas informações sejam ancoradas e assimiladas. Nas palavras de Ausubel,

(...) os processos de assimilação na fase da aprendizagem significativa incluem: (1) ancoragem seletiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva; (2) interação entre as ideias acabadas de introduzir e as ideias relevantes existentes (ancoradas), sendo que o significado das primeiras surge como o produto desta interação; e (3) a ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (retenção). (AUSUBEL, 2003 p.8)

Segundo o autor (AUSUBEL, 2003, p. 71), a essência do processo de aprendizagem significativa consiste no fato de que novas ideias se relacionam àquilo que o aprendiz já sabe, de forma não arbitrária e não literal, de modo que o produto desta interação seja o novo significado. Assim sendo, para que um novo conteúdo seja aprendido e apreendido, é de suma importância a existência de subsunçores adequados na estrutura mental.

Para tanto, além da necessidade de adequação do ensino aos fatores anteriormente citados, deve-se considerar as ideias prévias que os estudantes possuem uma vez que a internalização dos conhecimentos processa-se de modo idiossincrático e esbarra nas concepções arraigadas na mente das pessoas. Segundo Santos (1991, p.75), Ausubel considera que as concepções (representações inibidoras da aprendizagem) são surpreendentemente tenazes, resistentes à extinção e altamente estáveis. São responsáveis por inibir a retenção de conceitos e de princípios científicos. Desta forma, se tais concepções não forem erradicadas podem tornar-se mais elaboradas e estáveis como consequência do próprio processo do ensino (SANTOS, 1991, p. 75).

Ausubel (2003, p. 121) considera que os conhecimentos prévios fornecem, geralmente, ideias ancoradas relevantes para a incorporação inicial, e a interação destas com ideias logicamente significativas do material de instrução resulta na emergência de novos significados. Contudo, se o indivíduo já possuir em sua estrutura cognitiva ideias erradas relevantes, que sejam muito fortes, aparentemente plausíveis e bem estabelecidas, a aprendizagem pode ser comprometida.

Caso não haja a presença de subsunções adequados e/ou estes sejam formados por conceitos errôneos, ao se deparar com um item em que concepções alternativas estejam presentes, os respondentes poderão encontrar dificuldades em localizar a resposta correta.

Os dados da pesquisa corroboram a discussão e apontam que independentemente da origem escolar em que o ensino médio foi cursado, distratores que apresentavam CA atraíram os respondentes, embora o desempenho dos egressos da escola privada de ensino seja superior.

Esses resultados também confirmam as palavras de Mortimer (1996) ao ressaltar que as ideias alternativas são fortemente influenciadas pelo contexto do problema em que estão inseridas, sendo possível demonstrar que o mesmo padrão de ideias em relação a um determinado conceito investigado se repete entre estudantes de diferentes localidades. Além disso, persistem ao longo do tempo, resistindo ao ensino formal e são sentidas pelos que as praticam como lógicas, úteis e dotadas de certa consistência interna, como afirma Santos (1991, p. 111).

A persistência das CA, mesmo após anos de escolaridade, pode ser comprovada através da observação do desempenho dos participantes no ENEM. A análise da prova de Ciências da Natureza apontou semelhanças no desempenho dos estudantes egressos da escola pública e privada de ensino grupo de questões do Grupo II (com inferências a concepções alternativas), que, em ambos os casos, tiveram o desempenho afetado.

Notória é a constatação da similaridade entre variação do desempenho dos estratos analisados. Na prova de 2011, os participantes oriundos da escola privada e pública obtiveram, um desempenho 21% e 23 % inferior, respectivamente, no grupo de itens que apresentam concepções alternativas (Grupo II) em relação ao desempenho na totalidade dos itens (Grupo I). Já na prova de 2012, a diferença no desempenho foi ainda mais significativa, tendo sido inferior em 36% (escola privada) e 40% (escola pública).

Quando as concepções alternativas não estão presentes na formulação dos itens, o desempenho é mais satisfatório. Na prova de 2011, os participantes provenientes

da escola privada e pública apresentaram, respectivamente, um desempenho superior de 10% e 11% nos itens pertencentes ao Grupo III em relação ao Grupo I. Esta mesma característica se repete na prova de 2012, com um desempenho superior de 20% e 22% respectivamente.

Não se pode afirmar que os participantes das provas de 2011 e 2012 do ENEM desconhecem os conceitos científicos, ou mesmo que não tiveram contato com os estes durante os anos de escolaridade básica, contudo, os dados indicam que o processo de mudança conceitual não se efetivou da forma esperada para uma parcela dos participantes desta prova.

Nestes casos, é possível inferir que apesar da escolaridade, os conceitos científicos não estavam devidamente ancorados na estrutura cognitiva dos respondentes, gerando equívocos na escolha das alternativas. Esta característica é corroborada pela constatação de um desempenho significativamente superior no conjunto de itens abrigados no Grupo III, independentemente do ano de aplicação da prova e da origem escolar.

Estes resultados sugerem a existência de falhas no processo de ensino de Ciências, com especial enfoque em Biologia. Nesta perspectiva, Fourez (2003) faz uma revisão crítica sobre os principais problemas enfrentados pelo ensino de Ciências e traz uma reflexão acerca dos objetivos da educação científica e dos desafios presentes nas escolas. Dentre os argumentos, o autor aponta as falhas no processo de formação de professores:

Os **professores de ciências** são duplamente atingidos. Inicialmente, como todos os professores, eles têm de se “virar” face à crise da escola e à perda de poder e de consideração de sua profissão. Eles também têm que enfrentar questões próprias aos professores de ciências. Pede-se a eles que mostrem efetivamente o sentido que pode haver no estudo de ciências para um jovem de hoje. Ora, a formação dos licenciados esteve mais centrada sobre o projeto de fazer deles técnicos de ciências do que de fazê-los educadores. Quando muito, acrescentou-se à sua formação de cientistas uma introdução à didática de sua disciplina. Mas nossos licenciados em ciências, como nossos regentes de então, quase não foram atingidos, quando de sua formação, por questões epistemológicas, históricas e sociais. Seus estudos não estão muito preocupados em introduzi-los nem à prática tecnológica, nem à maneira como ciências e tecnologias se favorecem, nem às tentativas interdisciplinares. Eles confundem freqüentemente tecnologia e aplicação das ciências ou a aplicação de um sistema experimental. Quanto à interdisciplinaridade, apenas raramente lhes

ensinamos como fazer intervir, para resolver uma situação problemática, as disciplinas pertinentes, sejam elas de ciências naturais ou humanas. No melhor dos casos, eles praticaram a interdisciplinaridade, mas sem engajar uma reflexão sistemática a seu respeito. Muitos limitam, além disso, a noção de interdisciplinaridade ao cruzamento de disciplinas científicas escolares (física, química, biologia). Em resumo, sua formação fez, grosso modo, um impasse sobre a maior parte dos preceitos que permitiriam analisar o sentido de um trabalho científico. Há também uma defasagem entre a formação e as exigências da situação (FOUREZ, 2003).

Fourez também discute as finalidades do ensino de Ciências, destacando a polarização existente entre duas perspectivas frequentemente opostas, mas complementares: a que visa a formação do cidadão e a que visa a preparação de especialistas. Nesta perspectiva, Praia (2007) ressalta que existe um amplo consenso acerca da necessidade de uma alfabetização científica que permita preparar os cidadãos para a tomada de decisões. Contudo, para que esta seja efetivada, é necessário que algumas questões sejam observadas.

A referida participação, temos de insistir, reclama um mínimo de formação científica que torne possível a compreensão dos problemas e das opções – que se podem e se devem expressar numa linguagem acessível – para não se ver recusada com o argumento de que problemas como a mudança climática ou a manipulação genética são de uma grande complexidade.

(...)

Sendo assim, a alfabetização científica não só não constitui um "mito irrealizável" (SHAMOS, 1995), antes se impõe como uma dimensão essencial de uma cultura de cidadania, para fazer frente aos graves problemas com que há-de enfrentar-se a humanidade hoje e no futuro.

É necessário insistir, efectivamente, em que uma educação científica como a praticada até aqui, tanto no ensino secundário como na própria universidade, centrada quase exclusivamente nos aspectos conceptuais, é igualmente criticável como preparação para futuros cientistas, e que dificulta, paradoxalmente, a aprendizagem conceptual. (...) Por outras palavras, o que a investigação está a mostrar é que *a compreensão significativa dos conceitos exige superar o reducionismo conceptual* e planejar o ensino das ciências como uma actividade, próxima à investigação científica, que integre os aspectos conceptuais, procedimentais e axiológicos (PRAIA, 2007).

Nesta perspectiva, os dados apresentados corroboram que, no Brasil, há uma crise no ensino de Biologia uma vez que o desempenho dos concluintes é inferior ao esperado, seja em itens com elevado grau de dificuldade e que requeiram um alto grau de conhecimento científico, seja em itens que envolvam a compreensão e resolução de problemas cotidianos. Múltiplos são os fatores que fomentam esta crise, sendo possível destacar, dentre outros, a formação inicial dos professores, as condições de trabalho em

sala de aula, a motivação e interesse dos alunos, bem como os recursos didáticos e as políticas públicas voltadas ao ensino de Ciências.

Os percalços enfrentados em decorrência desta crise são evidenciados na análise de desempenho no Novo ENEM. Quando os distratores dos itens são formulados contendo concepções alternativas, os respondentes são atraídos, sugerindo que, apesar dos anos de escolaridade, os conceitos científicos não estão, devidamente, ancorados na estrutura cognitiva dos participantes. Com base nestes dados, é possível afirmar que a formulação dos itens com distratores contendo CA afeta negativamente o desempenho dos participantes.

A inserção das concepções alternativas é polêmica uma vez que esta característica pode ser interpretada de formas distintas. Se por um lado as CA podem ser interpretadas como hipóteses de raciocínio que os participantes possam ter para resolver a situação-problema apresentada, por outro elas podem atuar como “pegadinhas”, abrindo a possibilidade de indução ao erro e contrariando a própria recomendação do Guia de Elaboração de Itens. Segundo orientação do INEP (2010), o item presente na prova deve conter uma situação-problema que ofereça informações ao respondente que o torne apto a tomar decisões adequadas para a sua resolução. De acordo com o Instituto:

Na elaboração do item, é necessário estar atento para evitar o que tem se mostrado muito comum em itens utilizados em vestibulares e concursos: a indução ao erro (“pegadinha”). Essa estratégia cria quase sempre situações que exigem do participante atenção a detalhes que o levam a errar o item não porque não domina, necessariamente, a habilidade testada.
[...]. Como consequência, se esse distrator retrata uma dificuldade real do participante com relação à habilidade, não devem ser criadas situações capazes de induzi-lo ao erro. (INEP, 2010, p.8-11)

Em meio a estas polêmicas, é importante ressaltar que as concepções alternativas oferecem um importante indicador a respeito do domínio de conhecimentos científicos que os estudantes concluintes da educação básica possuem. Desta forma, os dados revelam que há deficiências no ensino de Ciências ofertado aos educandos brasileiros, o que exige maior atenção tanto de professores atuantes quanto de esferas governamentais.

Capítulo 5 – Considerações finais

O Exame Nacional do Ensino Médio figura-se como a avaliação em larga escala de maior relevância no território brasileiro. Sendo veículo de acesso a milhares de vagas em cursos de nível superior, em instituições públicas e privadas; cursos técnicos; bolsas de estudos no exterior e certificação da escolaridade básica, esta avaliação atrai, a cada ano, milhões de pessoas.

Em vista da crescente importância, estudos relativos à formulação da prova são necessários para que haja um progressivo aperfeiçoamento dos processos aos quais está vinculada. Nesta perspectiva, o objetivo principal desta pesquisa foi analisar a composição dos itens de Biologia da prova de Ciências da Natureza, aplicadas nos anos de 2011 e 2012.

As análises versaram sobre três eixos: a classificação dos itens com base em categorias estabelecidas *a priori*; a influência das variáveis de controle (gênero, renda e origem escolar) no desempenho; a determinação do impacto da formulação de itens contendo concepções alternativas no desempenho dos estudantes concluintes da educação básica.

Verificou-se que a prova de Ciências da Natureza apresenta maior número de itens pertencentes ao componente curricular Biologia, num total de 24 e 17 itens nas provas de 2011 e 2012, respectivamente.

Estes itens foram classificados em seis categorias estabelecidas com base nos Objetos de Conhecimento associados à Matriz de Referências do ENEM. Constatou-se que há discrepância entre o conteúdo programático previsto na Matriz e o conteúdo efetivamente cobrado no exame.

Notória é a formulação de itens que abordam temáticas relacionadas ao meio ambiente e classificados como pertencentes à categoria *Ecologia e ciências ambientais*. Apesar de corresponderem a 49% da totalidade de itens analisados, a média de acertos destes itens nas provas de 2011 e 2012 é, no geral, baixa, de apenas 41% e 34% respectivamente. Em posição oposta, somente na edição de 2012 verificou-se a presença

de dois itens pertencentes à categoria *Origem e evolução da vida* cuja média de acertos é de apenas 25%.

As menores médias de acertos são observadas na categoria *Hereditariedade e diversidade da vida*. Tal agrupamento abarca questões relacionadas à transmissão da informação genética e exigem que o participante tenha consigo um vasto conhecimento sobre o assunto, além de boa capacidade de leitura, interpretação e abstração. Devido aos baixos índices de acerto, de 28% e 18%, nas provas de 2011 e 2012 respectivamente, pode-se inferir que há lacunas no processo de ensino aprendizagem destes conteúdos e recomenda-se maior atenção, por parte dos profissionais da educação e dos próprios alunos, na abordagem destas temáticas.

A categoria *Qualidade de vida das populações humanas* apresenta as maiores médias de acertos, 58% (2011) e 63% (2012). Tal característica, possivelmente, está atrelada ao fato de estes itens abordarem temáticas que se relacionam ao cotidiano de grande parte das pessoas.

Independentemente da categoria ao qual o item pertença, o desempenho é fortemente influenciado pela origem escolar do participante. Através do cálculo da Distância de Cohen, verifica-se que, quanto maior a faixa de renda mais significativa é a distância entre participantes provenientes das escolas privadas e públicas. Esta característica está atrelada ao fato de, no Brasil, a maior renda familiar possibilitar a inserção dos alunos em escolas que melhor capacitem para realizar exames como o ENEM, corroborando para um aumento das desigualdades sociais atreladas ao ensino ofertado.

Esses dados indicam uma preocupante realidade na qualidade do Ensino de Biologia, pois, no universo das avaliações do ENEM, o desempenho dos participantes é, no geral, baixo, independentemente da origem escolar, apesar do desempenho dos egressos da escola particular de ensino ser superior ao dos egressos da escola pública.

Como mencionado anteriormente, o intuito desta comparação não é fazer juízo de valor ou comparar de forma pejorativa as duas possibilidades de origem escolar. Ressaltamos que estas diferenças existem, mas que uma gama de possibilidades podem

contribuir para este resultado, tais como a infraestrutura escolar, material didático, estrutura familiar, motivação dos alunos e dos professores.

No tocante ao desempenho por gênero, nota-se que, nas duas edições analisadas, o desempenho masculino é discretamente superior ao feminino. Com exceção dos itens I90/2011 e I71/2012, em que a estimativa de acerto do gênero masculino é superior em 14 e 11 pontos percentuais, respectivamente, a estimativa de acerto é igual ou inferior a 4 pontos percentuais, e chega a ser nula em 11 casos. Desta forma, é possível concluir que a formulação dos itens não apresenta viés de gênero. Esta é uma característica desejável e necessária para assegurar a igualdade de oportunidades para todos os participantes.

Após a categorização e determinação da influência das variáveis de controle no desempenho dos concluintes, voltamos nosso olhar para a totalidade dos itens no intuito de fazer emergir aqueles que apresentam concepções alternativas de conceitos científicos e/ou conceitos de senso comum em sua composição. No total, 14 itens apresentam tais características.

Para efetuar as análises estatísticas, os itens foram reagrupados de acordo com a presença ou ausência de concepções alternativas em sua composição. A partir desta classificação, foi possível concluir que, independentemente do ano de aplicação da prova e da origem escolar dos candidatos, o desempenho é substancialmente afetado pela presença das CA, comprovando, desta forma, nossa hipótese inicial.

Há de se destacar que, percentualmente, o desempenho de egressos das escolas privada e pública é bastante similar. Na prova de 2011 estes estudantes obtiveram uma média de acertos inferior em 21% e 23%, respectivamente, nos itens com CA em relação à totalidade de itens. Já na prova de 2012, esses mesmos estudantes obtiveram uma média de acerto inferior em 36% (escola privada) e 40% (escola pública).

Independentemente da origem escolar, as concepções alternativas atraem progressivamente os respondentes, uma vez que funcionam como armadilhas àqueles que não possuem conceitos científicos ancorados de forma adequada na estrutura cognitiva. Esses dados revelam a resistência e permanência das preconcepções e/ou

concepções de senso comum mesmo após todos anos de escolaridade básica, sugerindo que uma significativa parcela da população brasileira não teve acesso a um ensino de Biologia que trabalhasse os conceitos científicos de modo significativo.

Devido à sua aparente lógica, coerência, utilidade prática e difusão social, as concepções alternativas são altamente resistentes às mudanças conceituais introduzidas pelos conceitos científicos comunicados nas escolas. Muito embora haja essa resistência, a aprendizagem significativa, de acordo com a proposição de David Ausubel, figura-se como um processo importante no sentido de se obter a aquisição de conceitos científicos.

Não se trata de uma simples substituição de conceitos “populares” por conceitos “científicos”, como se estes últimos fossem os únicos portadores da verdade. Trata-se de ensinar aos discentes uma nova maneira de ver o mundo, através linguagem científica.

Assim como a aprendizagem de um novo idioma, conceitos científicos e populares podem coexistir na mente dos indivíduos. Entrar em uma loja e pedir um cobertor cuja composição apresente propriedades de bom isolante térmico pode soar pedante, de forma que, em situações como esta pode-se utilizar o conceito popular e pedir um cobertor “quente”.

Conceitos científicos e populares podem coexistir, certamente todos nós os temos, e ao longo das vivências aprendemos a utiliza-los adequadamente. A aprendizagem significativa mostra-se um caminho promissor por considerar importância do que o aprendiz já sabe e, a partir daí, pautar o ensino dos conceitos científicos.

Os resultados desta pesquisa revelam uma lacuna entre a mobilização dos conceitos científicos e os conceitos alternativos. Não se pode alegar que os egressos do ensino médio, analisados neste trabalho, não tiveram contato com os conceitos científicos ao longo dos anos de escolaridade básica, mas, é possível afirmar que apesar destes anos, uma parcela significativa não dispõe de mecanismos que permitam a alternância entre concepções populares e científicas, revelando uma urgência na realização de estudos mais aprofundados sobre esta temática.

Em virtude destes resultados, recomenda-se fortemente que haja um processo de revisão bastante cauteloso dos itens a serem propostos para as provas do Novo ENEM no intuito de evitar que os participantes sejam induzidos, desnecessariamente, ao erro.

Referências Bibliográficas

ADAMS, April Dean; GRIFFARD, Phyllis Baudoin. *Analysis of Alternative Conceptions in Physics and Biology: Similarities, Differences, and Implications for Conceptual Change*. 2001.

AYUSO, E. & BANET, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1):133-157.

AUSUBEL, David P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARLOW, M. *Avaliação Escolar: mitos e realidades*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. IICA. *Proposta de Avaliação do Programa de Educação Básica para o Nordeste*. VI Acordo, 1988. (mimeo)

_____. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, Lei n.9.394, de 20 de dezembro de 1996.

_____. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, Resolução CEB n.3 de 26 de junho de 1998.

_____. PORTARIA MEC Nº 438, DE 28 DE MAIO DE 1998 [Institui o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM]. 1998a

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). *Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/Semtec, 2000.

Ministério da Educação e Cultura. INEP. *Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica: Relatório Nacional 2001*. Brasília: MEC, 2002.

_____. MEC. Projeto de Lei nº 3.582 – 28 mar. 2004. Dispõe sobre a instituição do Programa Universidade para Todos – PROUNI, e dá outras providências. Brasília.

_____. PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. LEI 11.096 de Janeiro de 2005. 184º da Independência e 117º da República. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2005/lei/L11096.htm > . Acesso em: 25 out. 2014

_____. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), Departamento de Políticas de Ensino Médio. *Orientações curriculares para o Ensino Médio*. Brasília: MEC; SEB, 2006.

_____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Proposta à Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior. 2009. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=768&Itemid;=>. Acesso em: 22 out. 2014

_____. Guia de elaboração e revisão de itens. INEP: Brasília, 2010. Disponível em: http://portal.inep.gov.br/guia_de_elaboracao_e_revisao_de_itens . Acesso em 02 nov. 2014.

_____. Lei nº13005 de 25 de junho de 2014. Disponível em: <http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/125099097/lei-13005-14> . Acesso em 18/10/2015.

BIZZO, Nelio ; SANTOS-GOUW, A. M. ; GARCIA, P.S. ; MONTEIRO, P. H. N. ; TOLENTINO NETO, L. C. B. . IN-CONTEXT ITEMS IN A NATION WIDE EXAMINATION: WHICH KNOWLEDGE AND SKILLS ARE ACTUALLY ASSESSED?. In: ESERA, 2014, Larnaca (Chipre). Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning (Proceedings of the ESERA 2013 Conference). Cyprus : ESERA, 2013. v. 1.

BONAMINO, Alícia; FRANCO, Creso. Avaliação e política educacional: o processo de institucionalização do SAEB. Cadernos de Pesquisa, v. 108, p. 101-132, 1999.

BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias; SANTIN FILHO, Ourides; PASSOS, Marinez Meneghello. Mapeamento da produção científica brasileira a respeito do Enem (1998-2011). Revista Diálogo Educacional, v. 14, n. 41, p. 233-260, 2014.

CARVALHO, Cristina Helena Almeida de. PROUNI no Governo Lula e o Jogo Político em Torno do Acesso ao Ensino Superior. Educação & Sociedade, v. 27, n. 96, p. 979-1000, 2006.

CATANI, Afrânio Mendes; GILIOLI, Renato de Sousa Porto. O Prouni na encruzilhada: entre a cidadania e a privatização. Linhas críticas, v. 11, n. 20, p. 55-68, 2005.

_____. Afrânio Mendes; HEY, Ana Paula; GILIOLI, Renato de Sousa Porto. PROUNI: democratização do acesso às Instituições de Ensino Superior? PROUNI: democratization of the access to Higher Education Institutions?. In: Latin American Studies Association congress, Montreal. 2007.

CASTRO, Maria Helena Guimarães de; TIEZZI, Sergio. A reforma do ensino médio e a implantação do Enem no Brasil. Desafios, v. 65, n. 11, p. 46-115, 2004.

CINICI, Ayhan. Turkish high school students' ideas about invertebrates: General characteristics and classification. *International Journal of Environmental & Science Education*, v. 3, n. 3, 2008.

COELHO, Maria Inês de Matos. Vinte anos de avaliação da educação básica no Brasil: aprendizagens e desafios. *Ensaio: aval.pol.públ.Educ.* Rio de Janeiro , v. 16, n. 59, June 2008 .

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2a.ed.Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates, 1988. 567 p

CORSETTI, Berenice. O banco mundial e a influência na avaliação da educação básica brasileira. In: Flávia Obino Corrêa Werle (Org.). *Avaliação em larga escala: questões polêmicas*. Brasília: Liber Livro, 2012. p. 117-152.

DESHMUKH , Narendra D; DESHMUKH, Veena. A STUDY OF STUDENTS' MISCONCEPTIONS IN BIOLOGY AT THE SECONDARY SCHOOL LEVEL. Disponível em: <<http://www.hbcse.tifr.res.in/episteme/episteme-2/e-proceedings/deshmukh>> acesso em 18 de dez de 2014.

DAWKINS, Richard. O relojoeiro cego. Companhia das Letras, 2001.

FERNANDES, C. S.; MARQUES, C.A. A Contextualização no Ensino Médio de Ciências: A Voz de Elaboradores de Textos Teóricos e Metodológicos do Exame Nacional do Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 2, p. 509-527, 2012.

FLETCHER, Philip Ralph. Da Teoria Clássica dos Testes para os Modelos de Resposta ao Item. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Ciências Estatísticas, 2010.

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

GATTI, Bernardete A. O professor e a avaliação em sala de aula. *Estudos em Avaliação Educacional*, n. 27, jan-jun 2003

_____. Bernardete A. Avaliação de sistemas educacionais no Brasil. *Sísifo/Revista de ciências da educação*, n.9, p.7-18, mai./ago. 2009.

GEBARA, Maria José Fontana. O ensino e a aprendizagem de física: contribuições da história da ciência e do movimento das concepções alternativas—um estudo de caso. 2001. 89 f. 2001. Dissertação de Mestrado em Metodologia do Ensino. Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GOMES, CRISTIANO MAURO ASSIS; BORGES, O. N. O Enem é uma avaliação educacional construtivista? Um estudo de validade de construto. Estudos em avaliação educacional, v. 20, n. 42, p. 73-88, 2009.

GONZÁLEZ-WEIL, Corina; HARMS, Ute. Del Árbol al Cloroplasto: Concepciones alternativas De estudiantes De 9º y 10º grado sobre los conceptos «ser vivo» y «Célula». Ciencias, v. 30, n. 3, p. 31-52, 2012.

INEP . Enem demonstra conhecimento dos alunos ao final da educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira. Brasília, 16 de dezembro de 1998. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/todas-noticias?p_p_auth=1K7hrT0M&p_p_id=56_INSTANCE_d9Q0&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=3&56_INSTANCE_d9Q0_groupId=10157&p_r_p_564233524_articleId=20815&p_r_p_564233524_id=20816> Acesso em 07/02/2014

_____. Inep divulga resultados do Enem 2008. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira. Brasília, 21 de novembro de 2008. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/todas-noticias?p_p_auth=K5a0fMnF&p_p_id=56_INSTANCE_d9Q0&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=3&56_INSTANCE_d9Q0_groupId=10157&p_r_p_564233524_articleId=13618&p_r_p_564233524_id=13619> Acesso em 07/02/2014

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Guia de Elaboração e Revisão de Itens. 2010. Disponível em <http://download.inep.gov.br/outras_acoas/bni/guia/guia_elaboracao.pdf> Acessado em 19 de dez de 2014.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. NOTA TÉCNICA. 2011. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/nota_tecnica/2011/nota_tecnica_pr_ocedimento_de_calculo_das_notas_enem_2.pdf . Acesso em 24 out. 2014.

KLEIN, R.; FONTANIVE, N.S. Avaliação em larga escala: uma proposta inovadora. Em aberto, v. 15, n. 66, 1995.

LAYRARGUES, Philippe Pomier. Muito além da natureza: educação ambiental e reprodução social. Pensamento complexo, dialética e educação ambiental. São Paulo: Cortez, p. 72-103, 2006.

LEWIS, Jenny; LEACH, John; WOOD-ROBINSON, Colin. What's in a cell?—Young people's understanding of the genetic relationship between cells, within an individual. Journal of Biological Education, v. 34, n. 3, p. 129-132, 2000.

LOUREIRO, Carlos Frederico B.; LAYRARGUES, Philippe Pomier. Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica; Political ecology, justice, and critical environmental education: perspectives of a counter-hegemonic alliance. *Trab. educ. saúde*, v. 11, n. 1, p. 53-71, 2013.

MAK, Se Yuen; YIP, Din Yan; CHUNG, Choi Man. Alternative conceptions in biology-related topics of integrated science teachers and implications for teacher education. *Journal of Science Education and Technology*, v. 8, n. 2, p. 161-170, 1999.

MEC, 2004. Disponível em: www.camara.gov.br/sileg/integras/219649.htm. Acesso em 19 nov. 2014.

MOREIRA, Marco Antonio. MAPAS CONCEITUAIS E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA1 (Concept maps and meaningful learning). APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, ORGANIZADORES PRÉVIOS, MAPAS CONCEITUAIS, DIAGRAMAS V e UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS, p. 41-53, 1982. Disponível em <http://paginas.uepa.br/erasnorte2013/images/sampled/figuras/aprend_%20signif_%20org_prev_mapas_conc_diagr_v_e_ueps.pdf#page=41> Acesso em 16 de dez de 2014.

_____. Marco Antônio. Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, v1(3), pp. 25-46, 2011a

_____. Marco Antônio. *Metodologias de Pesquisa em ensino*. Porto Alegre: Livraria da Física, 2011b.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de Química: mudança conceitual e perfil epistemológico. *Química Nova*, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 242-249, 1992.

_____. Eduardo Fleury. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos. *Investigações em ensino de ciências*, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

OLIVEIRA, Caio Ferrari. Os contextos na prova do ENEM: uma medida do seu impacto no desempenho dos estudantes. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PRAIA, João; GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, Amparo. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, v.13, n.2, pp.141-156, 2007.

Portaria MEC Nº109 de 27 de maio de 2009. Disponível em <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=56&data=28/05/2009>. Acesso em 13/09/2015.

RISTOFF, Divo. O novo perfil do campus brasileiro: uma análise do perfil socioeconômico do estudante de graduação. Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior, Campinas, vol.19, no.3, p. 723-747, nov. 2014

Schnetzler, Roseli Pacheco. CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO E ENSINO DE CIÊNCIAS Em Aberto, Brasília, ano 11, nº 55, jul./set. 1992

SCHROEDER, Edson; GIASSI, Maristela Gonçalves; MENESTRINA, Tatiana Comiotto. As concepções alternativas dos alunos como referencial para o planejamento de aulas de ciências: análise de uma experiência didática para o estudo dos répteis. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 5, 2005.

SANTOS, Maria E. V. M. dos, (1991). Mudança conceptual na sala de aula: Um desafio pedagógico. Lisboa, Livros Horizonte.

SILVEIRA, RVM da; AMABIS, José Mariano. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003.

VASCONCELLOS, Celso dos Santos. Avaliação: concepção dialética-libertadora do processo de avaliação escolar. 19ª ed. São Paulo: Libertad, 2010.

VIANNA, Heraldo M. Avaliação do Rendimento de Alunos de Escolas de 1º grau da Rede Pública: uma aplicação experimental em 10 cidades. Educação e Seleção, 17, pp. 5 -52. ,1988a.

_____. Heraldo M. & Gatti, Bernardete A. . Avaliação do Rendimento de alunos das 2ªs e 4ªs séries de Escolas Oficiais do Estado do Paraná. Educação e Seleção, 18, pp. 5 -62, 1988b

_____. Heraldo M. (1989a). Avaliação do Rendimento de Alunos de Escolas de 1º grau da Rede Pública: um estudo em 39 cidades. Educação e Seleção, 20, pp. 5 -56.

_____. Heraldo M. Avaliação de sistemas e outras avaliações em larga escala. In: FREITAS, Luiz Carlos de (Org.). **Questões de avaliação educacional**. Campinas: Komedi, 2003. p. 147-168. (Série Avaliação: Construindo o campo e a crítica)

WERLE, Flávia Obino C. Políticas de avaliação em larga escala na educação básica: do controle de resultados à intervenção nos processos de operacionalização do ensino. Ensaio, Rio de Janeiro, v. 19, n. 73, p. 769-792, 2011.

Anexo I

Itens do ENEM selecionados nesta pesquisa

Prova de 2011

ITEM 47:

Os personagens da figura estão representando uma situação hipotética de cadeia alimentar.



Suponha que, em cena anterior à apresentada, o homem tenha se alimentado de frutas e grãos que conseguiu coletar. Na hipótese de, nas próximas cenas, o tigre ser bem-sucedido e, posteriormente, servir de alimento aos abutres, tigre e abutres ocuparão, respectivamente, os níveis tróficos de

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	produtor e consumidor primário	3.15	10.81
B	consumidor primário e consumidor secundário	15.26	27.89
C	consumidor secundário e consumidor terciário	74.72	44.50
D	consumidor terciário e produtor	1.99	7.03
E	Consumidor secundário e consumidor primário	4.79	9.53

ITEM 48: A produção de soro antiofídico é feita por meio da extração da peçonha de serpentes que, após tratamento é introduzida em um cavalo. Em seguida são feitas sangrias para avaliar a concentração de anticorpos produzidos pelo cavalo. Quando essa concentração atinge o valor desejado, é realizada a sangria final para obtenção do soro. As hemácias são devolvidas ao animal, por meio de uma técnica denominada plasmaferese, a fim de reduzir os efeitos colaterais provocados pela sangria.

Disponível em: <http://www.infobibos.com>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

A plasmaferese é importante, pois, se o animal ficar com uma baixa quantidade de hemácias, poderá apresentar

	Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
	Privada	Pública
A febre alta e constante.	3.89	10.10
B redução de imunidade.	25.43	36.96
C aumento da pressão arterial.	4.45	11.45
D quadro de leucemia profunda.	10.26	14.74
E <i>problemas no transporte de oxigênio</i>	55.80	26.41

ITEM 49: Um paciente deu entrada em um pronto-socorro apresentando os seguintes sintomas: cansaço, dificuldade em respirar e sangramento nasal. O médico solicitou um hemograma ao paciente para definir um diagnóstico. Os resultados estão dispostos na tabela:

	Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
	Privada	Pública
A <i>o sangramento nasal é devido à baixa quantidade de plaquetas, que são responsáveis pela coagulação sanguínea</i>	64.46	36.22
B o cansaço ocorreu em função da quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.	2.65	7.10
C a dificuldade respiratória decorreu da baixa quantidade de glóbulos vermelhos, que são responsáveis pela defesa imunológica.	8.13	16.33
D o sangramento nasal é decorrente da baixa quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pelo transporte de gases no sangue.	3.80	8.78
E a dificuldade respiratória ocorreu pela quantidade de plaquetas, que são responsáveis pelo transporte de oxigênio no sangue.	20.83	31.27

ITEM 51: Para evitar o desmatamento da Mata Atlântica nos arredores da cidade de Amargosa, no Recôncavo da Bahia, o Ibama tem atuado no sentido de fiscalizar, entre outras, as pequenas propriedades rurais que dependem da lenha proveniente das matas para a produção da farinha de mandioca, produto típico da região. Com isso, pequenos produtores procuram alternativas como o gás de cozinha, o que encarece a farinha.

Uma alternativa viável, em curto prazo, para os produtores de farinha em Amargosa, que não causem danos à Mata Atlântica nem encareça o produto é

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	construção, nas pequenas propriedades, de grandes fornos elétricos para torrar a mandioca	14.79	20.82
B	plantação, em suas propriedades, de árvores para serem utilizadas na produção de lenha.	27.52	24.62
C	permissão, por parte do Ibama, da exploração da Mata Atlântica apenas pelos pequenos produtores.	6.80	13.53
D	construção de biodigestores, para a produção de gás combustível a partir de resíduos orgânicos da região	49.41	37.12
E	Coleta de carvão de regiões mais distantes, onde existe menor intensidade de fiscalização do Ibama	1.36	3.64

ITEM 52: Belém é cercada por 39 ilhas, e suas populações convivem com ameaças de doenças. O motivo, apontado por especialistas, é a poluição da água do rio, principal fonte de sobrevivência dos ribeirinhos. A diarreia é frequente nas crianças e ocorre como consequência da falta de saneamento básico, já que a população não tem acesso à água de boa qualidade. Como não há água potável, a alternativa é consumir a do rio.

O Liberal. 8 jul. 2008. Disponível em: <http://www.oliberal.com.br>.

O procedimento adequado para tratar a água dos rios, a fim de atenuar os problemas de saúde causados por microrganismos a essas populações ribeirinhas é a

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	filtração	45.31	55.99
B	cloração.	36.11	24.22
C	coagulação.	1.21	3.31
D	fluoretacão	7.85	5.63
E	decantação	9.39	10.53

ITEM 53: O vírus do papiloma humano (HPV, na sigla em inglês) causa o aparecimento de verrugas e infecção persistente, sendo o principal fator ambiental do câncer de colo de útero nas mulheres. O vírus pode entrar pela pele ou por mucosas do corpo, o qual desenvolve anticorpos contra a ameaça, embora em alguns casos desenvolvida uma vacina contra o HPV, que reduz em até 90% as verrugas e 85,6% dos casos de infecção persistente em comparação com pessoas não vacinadas.

Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 12 jun. 2011.

O benefício da utilização dessa vacina é que pessoas vacinadas, em comparação com as não vacinadas, apresentam diferentes respostas ao vírus HPV em decorrência da

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	alta concentração de macrófagos.	2.62	4.79
B	elevada taxa de anticorpos específicos anti-HPV circulantes	56.55	54.01
C	aumento na produção de hemácias após a infecção por vírus HPV	8.30	19.54
D	rapidez na produção de altas concentrações de linfócitos matadores.	11.00	13.45
E	<i>presença de células de memória que atuam na resposta secundária.</i>	21.37	7.91

Item 57: O controle biológico, técnica empregada no combate a espécies que causam danos e prejuízos aos seres humanos, é utilizado no combate à lagarta que se alimenta de folhas de algodoeiro. Algumas espécies de borboleta depositam seus ovos nessa cultura. A microvespa *Trichogramma* sp. introduz seus ovos nos ovos de outros insetos, incluindo os das borboletas em questão. Os embriões da vespa se alimentam do conteúdo desses ovos e impedem que as larvas de borboleta se desenvolvam. Assim, é possível reduzir a densidade populacional das borboletas até níveis que não prejudiquem a cultura.

A técnica de controle biológico realizado pela microvespa *Trichogramma* sp. consiste na

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	<i>introdução de um parasita no ambiente da espécie que se deseja combater.</i>	65.60	42.91
B	introdução de um gene letal nas borboletas, a fim de diminuir o número de indivíduos.	12.19	21.52
C	competição entre a borboleta e a microvespa para a obtenção de recursos	11.40	11.64

D	modificação do ambiente para selecionar indivíduos melhor adaptados.	5.77	11.46
E	aplicação de inseticidas a fim de diminuir o número de indivíduos que se deseja combater.	4.86	12.07

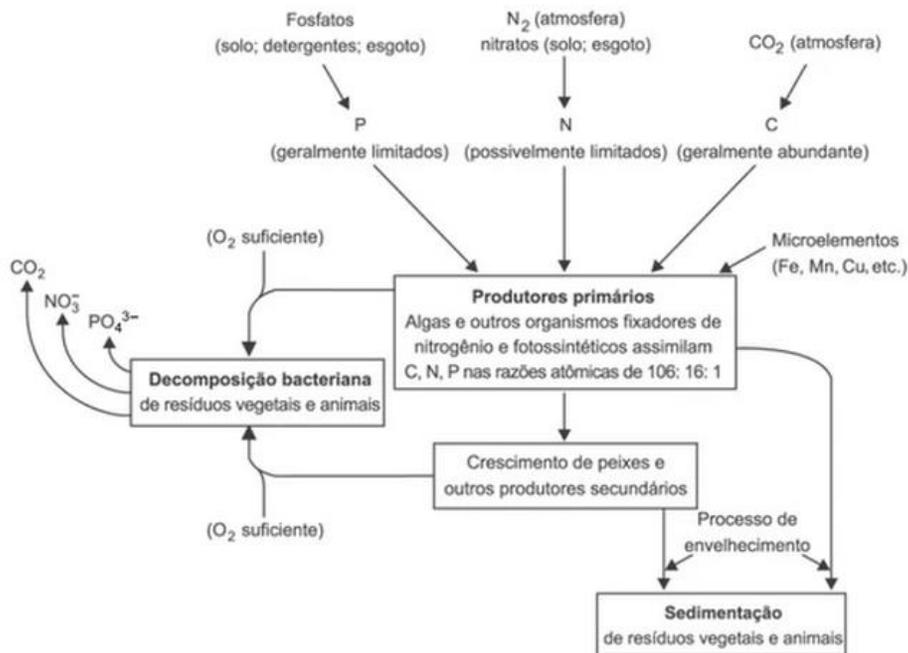
Item 61: Nos dias de hoje, podemos dizer que praticamente todos os seres humanos já ouviram em algum momento falar sobre o DNA e seu papel na hereditariedade da maioria dos organismos. Porém, foi apenas em 1952, um ano antes da descrição do modelo do DNA em dupla hélice por Watson e Crick, que foi confirmado sem sombra de dúvidas que o DNA é material genético. No artigo em que Watson e Crick descreveram a molécula de DNA, eles sugeriram um modelo de como essa molécula deveria se replicar. Em 1958, Meselson e Stahl realizaram experimentos utilizando isótopos pesados de nitrogênio que foram incorporados às bases nitrogenadas para avaliar como se daria a replicação da molécula. A partir dos resultados, confirmaram o modelo sugerido por Watson e Crick, que tinha como premissa básica o rompimento das pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas.

GRIFFITHS, A. J. F. et al. Introdução à Genética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

Considerando a estrutura da molécula de DNA e a posição das pontes de hidrogênio na mesma, os experimentos realizados por Meselson e Stahl a respeito da replicação dessa molécula levaram à conclusão de que

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	a replicação do DNA é conservativa, isto é, a fita dupla filha é recém sintetizada e o filamento parental é conservado.	15.22	18.93
B	a replicação de DNA é dispersiva, isto é, as fitas filhas contêm DNA recém-sintetizado e parentais em cada uma das fitas.	10.69	19.17
C	<i>a replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita parental e uma recém-sintetizada.</i>	28.18	14.69
D	a replicação do DNA é conservativa, isto é, as fitas filhas consistem de moléculas de DNA parental.	21.62	31.30
E	a replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita molde e uma fita codificadora.	24.07	15.52

Item 62: A eutrofização é um processo em que rios, lagos e mares adquirem níveis altos de nutrientes, especialmente fosfatos e nitratos, provocando posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição. Os nutrientes são assimilados pelos produtores primários e o crescimento desses é controlado pelo nutriente limitrofe, que é o elemento menos disponível em relação à abundância necessária à sobrevivência dos organismos vivos. O ciclo representado na figura seguinte reflete a dinâmica dos nutrientes em um lago.



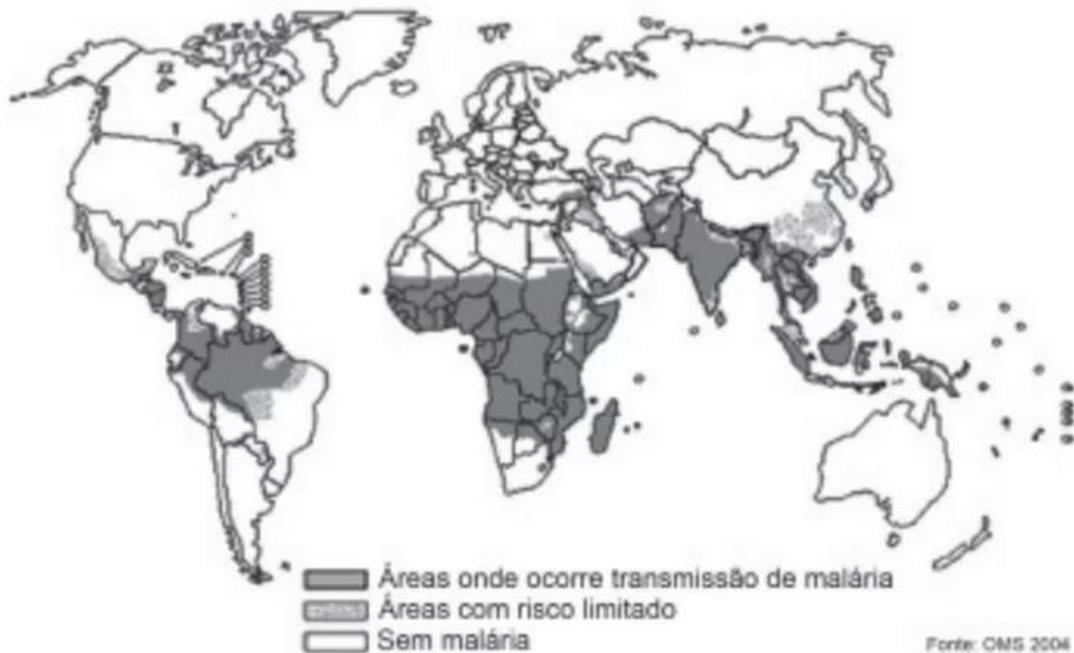
SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. Química Ambiental. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008 (adaptado)
(Foto: Reprodução/Enem)

A análise da água de um lago que recebe a descarga de águas residuais provenientes de lavouras adubadas revelou as concentrações dos elementos carbono (21,2 mol/L), nitrogênio (1,2 mol/L) e fósforo (0,2 mol/L). Nessas condições, o nutriente limitrofe é o

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	C	10.35	12.56
B	N	15.25	12.10
C	P	44.27	23.33

D	CO ₂	14.99	32.46
E	PO ₄ ⁻³	14.89	19.14

Item 64:



O mapa mostra a área de ocorrência da malária no mundo. Considerando-se sua distribuição na América do Sul, a malária pode ser classificada como

	Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
	Privada	Pública
A <i>endemia, pois se concentra em uma área geográfica restrita desse continente.</i>	49.04	23.67
B peste, já que ocorre nas regiões mais quentes do continente.	22.47	25.69
C epidemia, já que ocorre na maior parte do continente.	16.89	29.72
D surto, pois apresenta ocorrência em áreas pequenas.	9.53	15.75
E pandemia, pois ocorre em todo o continente.	1.91	4.82

Item 65: Em 1999, a geneticista Emma Whitelaw desenvolveu um experimento no qual ratas prenhes foram submetidas a uma dieta rica em vitamina B12, ácido fólico e soja. Os filhotes dessas ratas, apesar de possuírem o gene para obesidade, não expressaram essa doença na fase adulta. A autora concluiu que a alimentação da mãe, durante a gestação, silenciou o gene da obesidade. Dez anos depois, as geneticistas Eva Jablonka e Gal Raz listaram 100 casos comprovados de traços adquiridos e transmitidos entre gerações de organismos, sustentando, assim, epigenética, que estuda as mudanças na atividade dos genes que não envolvem alterações na sequência do DNA.

A reabilitação do herege. Época. no 610, 2010 (adaptado).

Alguns cânceres esporádicos representam exemplos de alteração epigenética, pois são ocasionados por

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	aneuploidia do cromossomo sexual X.	10.02	15.26
B	poliploidia dos cromossomos autossômicos.	13.03	11.15
C	mutação em genes autossômicos com expressão dominante.	45.86	39.35
D	substituição no gene da cadeia beta da hemoglobina.	6.48	13.22
E	<i>inativação de genes por meio de modificações nas bases nitrogenadas.</i>	24.31	20.53

Item 68: Um instituto de pesquisa norte-americano divulgou recentemente ter criado uma “célula sintética”, uma bactéria chamada de *Mycoplasma mycoides*. Os pesquisadores montaram uma sequência de nucleotídeos, que formam o único cromossomo dessa bactéria, o qual foi introduzido em outra espécie de bactéria, a *Mycoplasma capricolum*. Após a introdução, o cromossomo da *M. capricolum* foi neutralizado e o e o cromossomo artificial da *M. mycoides* começou a gerenciar a célula, produzindo suas proteínas.

GILBSON et al. Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically synthesized Genome. Science v. 329, 2010 (adaptado).

A importância dessa inovação tecnológica para a comunidade científica se deve à

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	possibilidade de sequenciar os genomas de bactérias para serem usados como receptoras de cromossomos artificiais.	17.56	19.89
B	capacidade de criação, pela ciência, de novas formas de vida, utilizando substâncias como carboidratos e lipídios.	9.17	16.49
C	possibilidade de produção em massa da bactéria <i>Mycoplasma capricolum</i> para sua distribuição em ambientes naturais.	5.53	13.22
D	<i>possibilidade de programar geneticamente microrganismos ou seres mais complexos para produzir medicamentos, vacinas e combustíveis.</i>	56.05	33.29

E	capacidade da bactéria <i>Mycoplasma capricolum</i> de expressar suas proteínas na bactéria sintética e estas serem usadas na indústria.	11.45	16.68
---	--	-------	-------

Item 69: Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis.

A vacina contra o H1N1, assim como qualquer outra vacina contra agentes causadores de doenças infecto-contagiosas aumenta a imunidade das pessoas porque

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	possui anticorpos contra o agente causador da doença.	19.63	32.81
B	possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.	1.57	6.42
C	estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.	2.16	6.22
D	possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.	3.44	6.10
E	<i>estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.</i>	73.00	47.99

Item 71: Os biocombustíveis de primeira geração são derivados da soja, milho e cana-de-açúcar e sua produção ocorre através da fermentação. Biocombustíveis derivados de material celulósico ou biocombustíveis de segunda geração — coloquialmente chamados de “gasolina de capim” — são aqueles produzidos a partir de resíduos de madeira (serragem, por exemplo), talos de milho, palha de trigo ou capim de crescimento rápido e se apresentam como uma alternativa para os problemas enfrentados pelos de primeira geração, já que as matérias-primas são baratas e abundantes.

DALE, B. E.; HUBER, G. W. Gasolina de capim e outros vegetais. Ago. 2009, nº 87 (adaptado). O texto mostra um dos pontos de vista a respeito do uso dos biocombustíveis na atualidade, os quais

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	<i>são matrizes energéticas com menor carga de poluição para o ambiente e podem propiciar a geração de novos empregos, entretanto, para serem oferecidos com baixo custo, a tecnologia da degradação da celulose nos biocombustíveis de segunda geração deve ser extremamente eficiente.</i>	63.88	47.00
B	oferecem múltiplas dificuldades, pois a produção é de alto custo, sua implantação não gera empregos, e deve-se ter cuidado com o risco ambiental, pois eles oferecem os mesmos riscos que o uso de combustíveis fósseis.	4.50	10.40

C	sendo de segunda geração, são produzidos por uma tecnologia que acarreta problemas sociais, sobretudo decorrente do fato de a matéria-prima ser abundante e facilmente encontrada, o que impede a geração de novos empregos.	8.36	12.81
D	sendo de primeira e segunda geração, são produzidos por tecnologias que devem passar por uma avaliação criteriosa quanto ao uso, pois uma enfrenta o problema da falta de espaço para plantio da matéria-prima e a outra impede a geração de novas fontes de emprego.	14.00	15.48
E	sendo de primeira e segunda geração, são produzidos por tecnologias que devem passar por uma avaliação criteriosa quanto ao uso, pois uma enfrenta o problema da falta de espaço para plantio da matéria-prima e a outra impede a geração de novas fontes de emprego.	8.95	13.78

Item 76: Diferente do que o senso comum acredita, as lagartas de borboletas não possuem voracidade generalizada. Um estudo mostrou que as borboletas de asas transparentes da família *Ithomiinae*, comuns na Floresta Amazônica e na Mata Atlântica, consomem, sobretudo, plantas da família *Solanaceae*, a mesma do tomate. Contudo, os ancestrais dessas borboletas consumiam espécies vegetais da família *Apocinaceae*, mas a quantidade dessas plantas parece não ter sido

Nesse texto, a ideia do senso comum é confrontada com os conhecimentos científicos, ao se entender que as larvas das borboletas *Ithomiinae* encontradas atualmente na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica, apresentam

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	facilidade em digerir todas as plantas desses locais.	5.25	11.81
B	interação com as plantas hospedeiras da família <i>Apocinaceae</i> .	9.58	14.06
C	adaptação para se alimentar de todas as plantas desses locais	33.78	35.54
D	voracidade indiscriminada por todas as plantas existentes nesses locais.	6.60	10.14
E	especificidade pelas plantas da família <i>Solanaceae</i> existentes nesses locais.	44.53	27.97

Item 79: Moradores sobreviventes da tragédia que destruiu aproximadamente 60 casas no Morro do Bumba, na Zona Norte de Niterói (RJ), ainda defendem a hipótese de o deslizamento ter sido causado por uma explosão provocada por gás metano, visto que esse local foi um lixão entre os anos 1960 e 1980.

Jornal Web. Disponível em: <http://www.ojornalweb.com>. Acesso em: 12 abr. 2010 (adaptado).

O gás mencionado no texto é produzido

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	como subproduto da respiração aeróbia bacteriana.	6.25	6.73
B	pela degradação anaeróbia de matéria orgânica por bactérias.	59.62	35.13
C	como produto da fotossíntese de organismos pluricelulares autotróficos.	3.92	10.49
D	pela transformação química do gás carbônico em condições anaeróbias.	16.56	24.39
E	pela conversão, por oxidação química, do gás carbônico sob condições aeróbias.	13.37	22.70

Item 82: Os vaga-lumes machos e fêmeas emitem sinais luminosos para se atraírem para o acasalamento. O macho reconhece a fêmea de sua espécie e, atraído por ela, vai ao seu encontro. Porém, existe um tipo de vaga-lume, o *Photuris*, cuja fêmea engana e atrai os machos de outro tipo, o *Photinus* gênero. Quando o macho *Photinus* se aproxima da fêmea *Photuris*, muito maior que ele, é atacado e devorado por ela.

BERTOLDI, O. G.; VASCONCELLOS, J. R. Ciência & sociedade: a aventura da vida, a aventura da tecnologia. São Paulo: Scipione, 2000 (adaptado).

A relação descrita no texto, entre a fêmea do gênero *Photuris* e o macho do gênero *Photinus*, é um exemplo de

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	comensalismo.	9.57	9.93
B	inquilinismo.	2.89	6.60
C	cooperação.	1.81	6.21
D	predatismo.	80.51	66.27
E	mutualismo.	5.03	10.47

Item 83: O etanol é considerado um biocombustível promissor, pois, sob o ponto de vista do balanço de carbono, possui uma taxa de emissão praticamente igual a zero. Entretanto, esse não é o único ciclo biogeoquímico associado à produção de etanol. O plantio da cana-de-açúcar, matéria-prima para a produção de etanol, envolve a adição de macronutrientes como enxofre, nitrogênio, fósforo e potássio, principais elementos envolvidos no crescimento de um vegetal.

Revista Química Nova na Escola. no 28, 2008.

O nitrogênio incorporado ao solo, como consequência da atividade descrita anteriormente, é transformado em nitrogênio ativo e afetar o meio ambiente, causando

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	o acúmulo de sais insolúveis, desencadeando um processo de salinificação do solo.	14.41	17.75
B	a eliminação de microorganismos existentes no solo responsáveis pelo processo de desnitrificação.	16.77	20.16
C	a contaminação de rios e lagos devido à alta solubilidade de íons como NO^{-3} e NH^{+4} em água.20.03	20.03	18.99
D	a diminuição do pH do solo pela presença de NH_3 , que reage com a água, formando o $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq})$.22.19	22.19	21.25
E	a diminuição da oxigenação do solo, uma vez que o nitrogênio ativo forma espécies químicas do tipo NO_2 , NO^- , N_2O .	26.07	21.18

Item 85: Um dos processos usados no tratamento do lixo é a incineração, que apresenta vantagens e desvantagens. Em São Paulo, por exemplo, o lixo é queimado a altas temperaturas e parte da energia liberada é transformada em energia elétrica. No entanto, a incineração provoca a emissão de poluentes na atmosfera.

Uma forma de minimizar a desvantagem da incineração, destacada no texto, é

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	aumentar o volume do lixo incinerado para aumentar a produção de energia elétrica.	4.38	9.42
B	fomentar o uso de filtros nas chaminés dos incineradores para diminuir a poluição do ar	80.84	53.84
C	aumentar o volume do lixo para baratear os custos operacionais relacionados ao processo.	2.34	5.60
D	fomentar a coleta seletiva de lixo nas cidades para aumentar o volume de lixo incinerado.	5.72	11.67
E	diminuir a temperatura de incineração do lixo para produzir maior quantidade de energia elétrica.	6.49	18.93

Item 87:

Os Bichinhos e O Homem

Arca de Noé
 Toquinho & Vinicius de Moraes
 Nossa irmã, a mosca
 É feia e tosca
 Enquanto que o mosquito
 É mais bonito
 Nosso irmão besouro
 Que é feito de couro
 Mal sabe voar
 Nossa irmã, a barata
 Bichinha mais chata
 É prima da borboleta
 Que é uma careta
 Nosso irmão, o grilo
 Que vive dando estrilo
 Só pra chatear

MORAES, V. A arca de Noé: poemas infantis. São Paulo: Companhia das Letrinhas, 1991.

O poema acima sugere a existência de relações de afinidade entre os animais citados e nós, seres humanos. Respeitando a liberdade poética dos autores, a unidade taxonômica que expressa a afinidade existente entre nós e estes animais é

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	o filo.	16.30	12.07
B	o reino	48.67	25.41
C	a classe.	11.71	13.65
D	a família.	11.81	23.26
E	a espécie.	11.29	25.02

Item 88: Certas espécies de algas são capazes de absorver rapidamente compostos inorgânicos presentes na água, acumulando-os durante seu crescimento. Essa capacidade fez com que se pensasse em usá-las como biofiltros para a limpeza de ambientes aquáticos contaminados, removendo, por exemplo, nitrogênio e fósforo de resíduos orgânicos e metais pesados provenientes de rejeitos industriais lançados nas águas. Na técnica do cultivo integrado, animais e algas crescem de forma associada, promovendo um maior equilíbrio ecológico.

SORIANO, E. M. Filtros vivos para limpar a água. Revista Ciência Hoje. V. 37, nº- 219, 2005 (adaptado).

A utilização da técnica do cultivo integrado de animais e algas representa uma proposta favorável a um ecossistema mais equilibrado porque

**Porcentagem de escolha –
Origem Escolar**

		Privada	Pública
A	os animais eliminam metais pesados, que são usados pelas algas para a síntese de biomassa	4.55	8.85
B	os animais fornecem excretas orgânicos nitrogenados, que são transformados em gás carbônico pelas algas.	6.06	11.21
C	as algas usam os resíduos nitrogenados liberados pelos animais e eliminam gás carbônico na fotossíntese, usado na respiração aeróbica.	12.06	18.61
D	<i>as algas usam os resíduos nitrogenados provenientes do metabolismo dos animais e, durante a síntese de compostos orgânicos, liberam oxigênio para o ambiente.</i>	48.60	33.38
E	os animais eliminam metais pesados, que são usados pelas algas para a síntese de biomassa	4.55	8.85

Item 89: Durante as estações chuvosas, aumentam no Brasil as campanhas de prevenção à dengue, que têm como objetivo a redução da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue.

Que proposta preventiva poderia ser efetivada para diminuir a reprodução desse mosquito?

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	Colocação de telas nas portas e janelas, pois o mosquito necessita de ambientes cobertos e fechados para a sua reprodução.	1.20	3.74
B	Substituição das casas de barro por casas de alvenaria, haja vista que o mosquito se reproduz na parede das casas de barro.	1.20	3.06
C	<i>Remoção dos recipientes que possam acumular água, porque as larvas do mosquito se desenvolvem nesse meio.</i>	94.61	85.21
D	Higienização adequada de alimentos, visto que as larvas do mosquito se desenvolvem nesse tipo de substrato.	1.36	3.66
E	Colocação de filtros de água nas casas, visto que a reprodução do mosquito acontece em águas contaminadas.	1.45	3.90

Item 90: De acordo com o relatório “A grande sombra da pecuária” (Livestock’s Long Shadow), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.



A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

	Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
	Privada	Pública
A <i>metano durante o processo de digestão.</i>	71.99	42.89
B óxido nítrico durante o processo de ruminação	9.72	13.61
C clorofluorcarbono durante o transporte de carne.	4.01	11.45
D óxido nítrico durante o processo respiratório.	3.73	8.65
E dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.	10.31	22.86

Item 46: Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.

Um exemplo de reciclagem é a utilização de

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.	18.85	30.17
B	latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.	35.77	12.89
C	sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.	2.46	6.46
D	embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.	2.76	6.48
E	garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.	40.04	43.74

Item 48: O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente.

A característica de interesse será manifestada em decorrência

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.	22.24	23.27
B	da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.	21.63	19.58
C	da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridizado.	8.69	10.35
D	da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.	10.44	21.80
E	da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.	36.73	24.67

Item 51: Pesticidas são contaminantes ambientais altamente tóxicos aos seres vivos e, geralmente, com grande persistência ambiental. A busca por novas formas de eliminação dos pesticidas tem aumentado nos últimos anos, uma vez que as técnicas atuais são economicamente dispendiosas e paliativas. A biorremediação de pesticidas utilizando microrganismos tem se mostrado uma técnica muito promissora para essa finalidade, por apresentar vantagens econômicas e ambientais.

Para ser utilizado nesta técnica promissora, um microrganismo deve ser capaz de

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	transferir o contaminante do solo para a água.	2.85	8.84
B	absorver o contaminante sem alterá-lo quimicamente.	22.37	28.53
C	apresentar alta taxa de mutação ao longo das gerações.	5.99	8.62
D	estimular o sistema imunológico do homem contra o contaminante.	12.72	20.50
E	<i>metabolizar o contaminante, liberando subprodutos menos tóxicos ou atóxicos.</i>	55.89	33.22

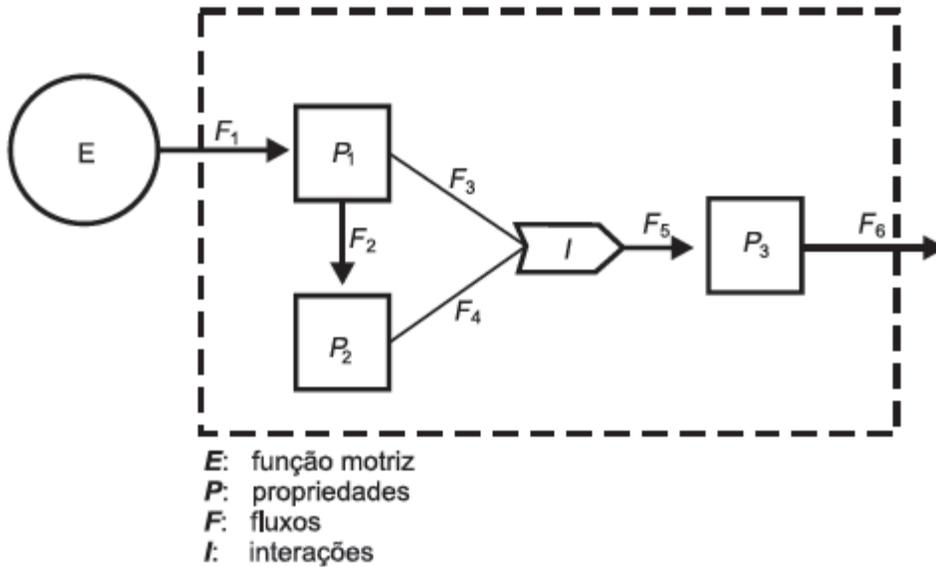
Item 52: Medidas de saneamento básico são fundamentais no processo de promoção de saúde e qualidade de vida da população. Muitas vezes, a falta de saneamento está relacionada com o aparecimento de várias doenças.

Nesse contexto, um paciente dá entrada em um pronto atendimento relatando que há 30 dias teve contato com águas de enchente. Ainda informa que nesta localidade não há rede de esgoto e drenagem de águas pluviais e que a coleta de lixo é inadequada. Ele apresenta os seguintes sintomas: febre, dor de cabeça e dores musculares.

Relacionando os sintomas apresentados com as condições sanitárias da localidade, há indicações de que o paciente apresenta um caso de

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	difteria.	7.72	10.52
B	botulismo.	4.37	4.67
C	tuberculose.	3.70	9.74
D	<i>leptospirose.</i>	76.82	62.09
E	meningite meningocócica.	7.25	12.74

Item 56: A figura representa um dos modelos de um sistema de interações entre seres vivos. Ela apresenta duas propriedades, P_1 e P_2 , que interagem em I , para afetar uma terceira propriedade, P_3 , quando o sistema é alimentado por uma fonte de energia, E . Essa figura pode simular um sistema de campo em que P_1 representa as plantas verdes; P_2 um animal herbívoro e P_3 , um animal onívoro.



ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

A função interativa I representa a proporção de

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	herbivoria entre P_1 e P_2 .	14.30	14.11
B	polinização entre P_1 e P_2 .	8.23	13.98
C	P_3 utilizada na alimentação de P_1 e P_2 .	10.97	18.38
D	P_1 ou P_2 utilizada na alimentação de P_3.	53.13	38.47
E	energia de P_1 e de P_2 que saem do sistema	13.13	14.74

Item 57: Muitas espécies de plantas lenhosas são encontradas no cerrado brasileiro. Para a sobrevivência nas condições de longos períodos de seca e queimadas periódicas, próprias desse ecossistema, essas plantas desenvolveram estruturas muito peculiares.

As estruturas adaptativas mais apropriadas para a sobrevivência desse grupo de plantas nas condições ambientais do referido ecossistema são:

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	Cascas finas e sem sulcos ou fendas.	14.56	21.41
B	Caules estreitos e retilíneos.	22.09	26.99
C	Folhas estreitas e membranosas.	30.23	19.24
D	Gemas apicais com densa pilosidade.	22.08	12.71
E	Raízes superficiais, em geral, aéreas.	10.85	19.33

Item 62: Não é de hoje que o homem cria, artificialmente, variedades de peixes por meio da hibridação. Esta é uma técnica muito usada pelos cientistas e pelos piscicultores porque os híbridos resultantes, em geral, apresentam maior valor comercial do que a média de ambas as espécies parentais, além de reduzir a sobrepesca no ambiente natural.

Terra da Gente, ano 4, n. 47, mar. 2008 (adaptado).

Sem controle, esses animais podem invadir rios e lagos naturais, se reproduzir e

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	originar uma nova espécie poliploide.	10.73	14.53
B	substituir geneticamente a espécie natural.	22.80	19.98
C	ocupar o primeiro nível trófico no hábitat aquático.	6.69	8.19
D	impedir a interação biológica entre as espécies parentais.	13.96	12.32
E	produzir descendentes com o código genético modificado.	45.64	44.69

Item 63: Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de

leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia.

O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da

	Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
	Privada	Pública
A <i>liberação de gás carbônico.</i>	50.63	30.99
B formação de ácido láctico.	20.61	21.87
C formação de água.	2.03	4.26
D produção de ATP.	13.95	14.20
E liberação de calor.	12.60	28.32

Item 65: Os vegetais biossintetizam determinadas substâncias (por exemplo, alcaloides e flavonoides), cuja estrutura química e concentração variam num mesmo organismo em diferentes épocas do ano e estágios de desenvolvimento. Muitas dessas substâncias são produzidas para a adaptação do organismo às variações ambientais (radiação UV, temperatura, parasitas, herbívoros, estímulo a polinizadores etc.) ou fisiológicas (crescimento, envelhecimento etc.).

As variações qualitativa e quantitativa na produção dessas substâncias durante um ano são possíveis porque o material genético do indivíduo

	Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
	Privada	Pública
A sofre constantes recombinações para adaptar-se.	31.13	27.82
B muda ao longo do ano e em diferentes fases da vida.	14.49	23.41
C cria novos genes para biossíntese de substâncias específicas.	11.35	17.22
D altera a sequência de bases nitrogenadas para criar novas substâncias.	17.14	14.68
E <i>possui genes transcritos diferentemente de acordo com cada necessidade.</i>	25.64	16.43

Item 68: O menor tamanduá do mundo é solitário e tem hábitos noturnos, passa o dia repousando, geralmente em um emaranhado de cipós, com o corpo curvado de tal maneira que forma uma bola. Quando em atividade, se locomove vagarosamente e emite som semelhante a um assobio. A cada gestação, gera

um único filhote. A cria é deixada em uma árvore à noite e é amamentada pela mãe até que tenha idade para procurar alimento. As fêmeas adultas têm territórios grandes e o território de um macho inclui o de várias fêmeas, o que significa que ele tem sempre diversas pretendentes à disposição para namorar!

Ciência Hoje das Crianças, ano 19, n. 174, nov. 2006 (adaptado).

Essa descrição sobre o tamanduá diz respeito ao seu

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	hábitat.	27.39	46.28
B	biótopo.	15.94	14.83
C	nível trófico.	2.54	5.23
D	<i>nicho ecológico.</i>	45.91	23.40
E	potencial biótico.	8.04	9.90

Item 71: Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.

De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.	4.51	10.87
B	solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.	4.12	12.70
C	nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.	3.80	9.06
D	hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.	5.14	13.92
E	<i>eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.</i>	82.24	53.08

Item 75: Em certos locais, larvas de moscas, criadas em arroz cozido, são utilizadas como iscas para pesca. Alguns criadores, no entanto, acreditam que essas larvas surgem espontaneamente do arroz cozido, tal como preconizado pela teoria da geração espontânea.

Essa teoria começou a ser refutada pelos cientistas ainda no século XVII, a partir dos estudos de Redi e Pasteur, que mostraram experimentalmente que

	Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
	Privada	Pública
A seres vivos podem ser criados em laboratório.	6.74	10.72
B a vida se originou no planeta a partir de microrganismos.	23.84	24.12
C o ser vivo é oriundo da reprodução de outro ser vivo pré-existente.	40.74	25.58
D seres vermiformes e microrganismos são evolutivamente aparentados.	5.81	10.55
E vermes e microrganismos são gerados pela matéria existente nos cadáveres e nos caldos nutritivos, respectivamente.	22.60	28.61

Item 80:



DAVIS, J. Garfield está de dieta. Porto Alegre: L&PM, 2006.

A condição física apresentada pelo personagem da tirinha é um fator de risco que pode desencadear doenças como

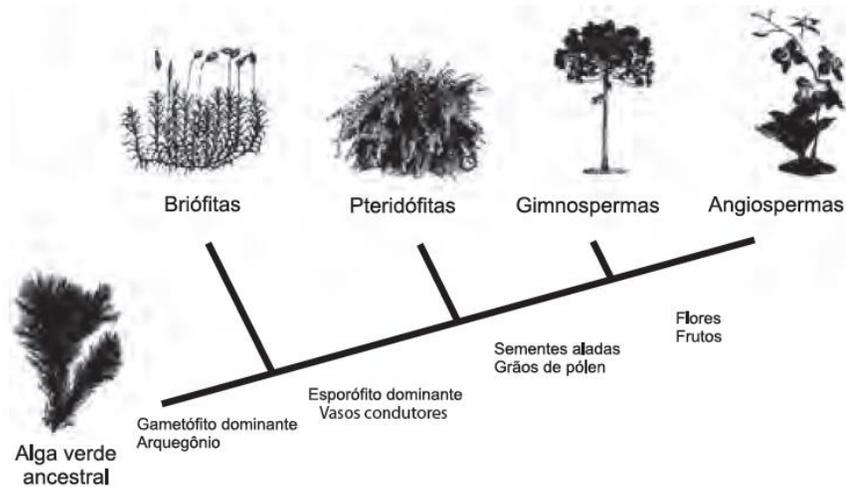
	Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
	Privada	Pública
A anemia	6.52	10.24
B beribéri.	5.05	6.36
C diabetes.	73.47	58.35
D escorbuto.	9.80	14.80
E fenilcetonúria.	4.98	9.87

Item 81: Paleontólogos estudam fósseis e esqueletos de dinossauros para tentar explicar o desaparecimento desses animais. Esses estudos permitem afirmar que esses animais foram extintos há cerca de 65 milhões de anos. Uma teoria aceita atualmente é a de que um asteroide colidiu com a Terra, formando uma densa nuvem de poeira na atmosfera.

De acordo com essa teoria, a extinção ocorreu em função de modificações no planeta que

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	desestabilizaram o relógio biológico dos animais, causando alterações no código genético.	4.95	10.28
B	reduziram a penetração da luz solar até a superfície da Terra, interferindo no fluxo energético das teias tróficas.	44.23	23.40
C	causaram uma série de intoxicações nos animais, provocando a bioacumulação de partículas de poeira nos organismos.	26.91	32.37
D	resultaram na sedimentação das partículas de poeira levantada com o impacto do meteoro, provocando o desaparecimento de rios e lagos.	12.92	19.26
E	evitaram a precipitação de água até a superfície da Terra, causando uma grande seca que impediu a retroalimentação do ciclo hidrológico.	10.74	14.27

Item 85: A imagem representa o processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Para o sucesso desse processo, a partir de um ancestral simples, os diferentes grupos vegetais desenvolveram estruturas adaptativas que lhes permitiram sobreviver em diferentes ambientes.



Disponível em: <http://biopibidufsj.blogspot.com>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

Qual das estruturas adaptativas apresentadas contribuiu para uma maior diversidade genética?

Porcentagem de escolha – Origem Escolar

		Privada	Pública
A	As sementes aladas, que favorecem a dispersão aérea.	12.23	13.65
B	Os arquegônios, que protegem o embrião multicelular.	6.88	10.21
C	Os grãos de pólen, que garantem a polinização cruzada.	46.27	33.46
D	Os frutos, que promovem uma maior eficiência reprodutiva.	21.79	26.26
E	Os vasos condutores, que possibilitam o transporte da seiva bruta.	12.64	16.01

Item 86: Osmose é um processo espontâneo que ocorre em todos os organismos vivos e é essencial à manutenção da vida. Uma solução 0,15 mol/L de NaCl (cloreto de sódio) possui a mesma pressão osmótica das soluções presentes nas células humanas.

A imersão de uma célula humana em uma solução 0,20 mol/L de NaCl tem, como consequência, a

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	adsorção de íons Na ⁺ sobre a superfície da célula.	11.82	16.00
B	difusão rápida de íons Na ⁺ para o interior da célula.	20.11	20.91
C	diminuição da concentração das soluções presentes na célula.	14.65	22.06
D	transferência de íons Na ⁺ da célula para a solução.	16.46	18.72
E	transferência de moléculas de água do interior da célula para a solução.	36.57	21.79

Item 87: A doença de Chagas afeta mais de oito milhões de brasileiros, sendo comum em áreas rurais. É uma doença causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida por insetos conhecidos como barbeiros ou chupanças.

Uma ação do homem sobre o meio ambiente que tem contribuído para o aumento dessa doença é

		Porcentagem de escolha – Origem Escolar	
		Privada	Pública
A	o consumo de carnes de animais silvestres que são hospedeiros do vetor da doença.	7.52	13.70
B	a utilização de adubos químicos na agricultura que aceleram o ciclo reprodutivo do barbeiro.	9.87	12.55
C	a ausência de saneamento básico que favorece a proliferação do protozoário em regiões habitadas por humanos.	44.00	36.67

D	a poluição dos rios e lagos com pesticidas que exterminam o predador das larvas do inseto transmissor da doença.	10.59	14.92
E	<i>o desmatamento que provoca a migração ou o desaparecimento dos animais silvestres dos quais o barbeiro se alimenta.</i>	27.82	21.78

Anexo II

Objetos de conhecimento associados às Matrizes de Referências

1. Linguagem, Códigos e suas Tecnologias

- **Estudo do texto: as sequências discursivas e os gêneros textuais no sistema de comunicação e informação** - modos de organização da composição textual; atividades de produção escrita e de leitura de textos gerados nas diferentes esferas sociais - públicas e privadas.
- **Estudo das práticas corporais: a linguagem corporal como integradora social e formadora de identidade** - *performance* corporal e identidades juvenis; possibilidades de vivência crítica e emancipada do lazer; mitos e verdades sobre os corpos masculino e feminino na sociedade atual; exercício físico e saúde; o corpo e a expressão artística e cultural; o corpo no mundo dos símbolos e como produção da cultura; práticas corporais e autonomia; condicionamentos e esforços físicos; o esporte; a dança; as lutas; os jogos; as brincadeiras.
- **Produção e recepção de textos artísticos: interpretação e representação do mundo para o fortalecimento dos processos de identidade e cidadania** - Artes Visuais: estrutura morfológica, sintática, o contexto da obra artística, o contexto da comunidade. Teatro: estrutura morfológica, sintática, o contexto da obra artística, o contexto da comunidade, as fontes de criação. Música: estrutura morfológica, sintática, o contexto da obra artística, o contexto da comunidade, as fontes de criação. Dança: estrutura morfológica, sintática, o contexto da obra artística, o contexto da comunidade, as fontes de criação. Conteúdos estruturantes das linguagens artísticas (Artes Visuais, Dança, Música, Teatro), elaborados a partir de suas estruturas morfológicas e sintáticas; inclusão, diversidade e multiculturalidade: a valorização da pluralidade expressada nas produções estéticas e artísticas das minorias sociais e dos portadores de necessidades especiais educacionais.
- **Estudo do texto literário: relações entre produção literária e processo social, concepções artísticas, procedimentos de construção e recepção de textos** - produção literária e processo social; processos de formação literária e de formação nacional; produção de textos literários, sua recepção e a constituição do patrimônio literário nacional; relações entre a dialética cosmopolitismo/localismo e a produção literária nacional; elementos de

continuidade e ruptura entre os diversos momentos da literatura brasileira; associações entre concepções artísticas e procedimentos de construção do texto literário em seus gêneros (épico/narrativo, lírico e dramático) e formas diversas.; articulações entre os recursos expressivos e estruturais do texto literário e o processo social relacionado ao momento de sua produção; representação literária: natureza, função, organização e estrutura do texto literário; relações entre literatura, outras artes e outros saberes.

- **Estudo dos aspectos linguísticos em diferentes textos: recursos expressivos da língua, procedimentos de construção e recepção de textos** - organização da macroestrutura semântica e a articulação entre idéias e proposições (relações lógico-semânticas).
- **Estudo do texto argumentativo, seus gêneros e recursos linguísticos: argumentação: tipo, gêneros e usos em língua portuguesa** - formas de apresentação de diferentes pontos de vista; organização e progressão textual; papéis sociais e comunicativos dos interlocutores, relação entre usos e propósitos comunicativos, função sociocomunicativa do gênero, aspectos da dimensão espaço-temporal em que se produz o texto.
- **Estudo dos aspectos linguísticos da língua portuguesa: usos da língua: norma culta e variação lingüística** - uso dos recursos linguísticos em relação ao contexto em que o texto é constituído: elementos de referência pessoal, temporal, espacial, registro linguístico, grau de formalidade, seleção lexical, tempos e modos verbais; uso dos recursos linguísticos em processo de coesão textual: elementos de articulação das sequências dos textos ou à construção da microestrutura do texto.
- **Estudo dos gêneros digitais: tecnologia da comunicação e informação: impacto e função social** - o texto literário típico da cultura de massa: o suporte textual em gêneros digitais; a caracterização dos interlocutores na comunicação tecnológica; os recursos linguísticos e os gêneros digitais; a função social das novas tecnologias.

2. Matemática e suas Tecnologias

- **Conhecimentos numéricos:** operações em conjuntos numéricos (naturais, inteiros, racionais e reais), desigualdades, divisibilidade, fatoração, razões e proporções, porcentagem e juros, relações de dependência entre grandezas, seqüências e progressões, princípios de contagem.
- **Conhecimentos geométricos:** características das figuras geométricas planas e espaciais; grandezas, unidades de medida e escalas; comprimentos, áreas e volumes; ângulos; posições de retas; simetrias de figuras planas ou espaciais; congruência e semelhança de triângulos; teorema de Tales; relações métricas nos triângulos; circunferências; trigonometria do ângulo agudo.
- **Conhecimentos de estatística e probabilidade:** representação e análise de dados; medidas de tendência central (médias, moda e mediana); desvios e variância; noções de probabilidade.
- **Conhecimentos algébricos:** gráficos e funções; funções algébricas do 1º e do 2º grau, polinomiais, racionais, exponenciais e logarítmicas; equações e inequações; relações no ciclo trigonométrico e funções trigonométricas.
- **Conhecimentos algébricos/geométricos:** plano cartesiano; retas; circunferências; paralelismo e perpendicularidade, sistemas de equações.

3. Ciências da Natureza e suas Tecnologias

3.1 Física

- **Conhecimentos básicos e fundamentais** - Noções de ordem de grandeza. Notação Científica. Sistema Internacional de Unidades. Metodologia de investigação: a procura de regularidades e de sinais na interpretação física do mundo. Observações e mensurações: representação de grandezas físicas como grandezas mensuráveis. Ferramentas básicas: gráficos e vetores. Conceituação de grandezas vetoriais e escalares. Operações básicas com vetores.

- **O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas** - Grandezas fundamentais da mecânica: tempo, espaço, velocidade e aceleração. Relação histórica entre força e movimento. Descrições do movimento e sua interpretação: quantificação do movimento e sua descrição matemática e gráfica. Casos especiais de movimentos e suas regularidades observáveis. Conceito de inércia. Noção de sistemas de referência inerciais e não inerciais. Noção dinâmica de massa e quantidade de movimento (momento linear). Força e variação da quantidade de movimento. Leis de Newton. Centro de massa e a idéia de ponto material. Conceito de forças externas e internas. Lei da conservação da quantidade de movimento (momento linear) e teorema do impulso. Momento de uma força (torque). Condições de equilíbrio estático de ponto material e de corpos rígidos. Força de atrito, força peso, força normal de contato e tração. Diagramas de forças. Identificação das forças que atuam nos movimentos circulares. Noção de força centrípeta e sua quantificação. A hidrostática: aspectos históricos e variáveis relevantes. Empuxo. Princípios de Pascal, Arquimedes e Stevin: condições de flutuação, relação entre diferença de nível e pressão hidrostática.
- **Energia, trabalho e potência** - Conceituação de trabalho, energia e potência. Conceito de energia potencial e de energia cinética. Conservação de energia mecânica e dissipação de energia. Trabalho da força gravitacional e energia potencial gravitacional. Forças conservativas e dissipativas.
- **A Mecânica e o funcionamento do Universo** - Força peso. Aceleração gravitacional. Lei da Gravitação Universal. Leis de Kepler. Movimentos de corpos celestes. Influência na Terra: marés e variações climáticas. Concepções históricas sobre a origem do universo e sua evolução.
- **Fenômenos Elétricos e Magnéticos** - Carga elétrica e corrente elétrica. Lei de Coulomb. Campo elétrico e potencial elétrico. Linhas de campo. Superfícies equipotenciais. Poder das pontas. Blindagem. Capacitores. Efeito Joule. Lei de Ohm. Resistência elétrica e resistividade. Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia. Circuitos elétricos simples. Correntes contínua e alternada. Medidores elétricos. Representação gráfica de circuitos.

Símbolos convencionais. Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos. Campo magnético. Ímãs permanentes. Linhas de campo magnético. Campo magnético terrestre.

- **Oscilações, ondas, óptica e radiação** - Feixes e frentes de ondas. Reflexão e refração. Óptica geométrica: lentes e espelhos. Formação de imagens. Instrumentos ópticos simples. Fenômenos ondulatórios. Pulsos e ondas. Período, frequência, ciclo. Propagação: relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda. Ondas em diferentes meios de propagação.
- **O calor e os fenômenos térmicos** - Conceitos de calor e de temperatura. Escalas termométricas. Transferência de calor e equilíbrio térmico. Capacidade calorífica e calor específico. Condução do calor. Dilatação térmica. Mudanças de estado físico e calor latente de transformação. Comportamento de Gases ideais. Máquinas térmicas. Ciclo de Carnot. Leis da Termodinâmica. Aplicações e fenômenos térmicos de uso cotidiano. Compreensão de fenômenos climáticos relacionados ao ciclo da água.

3.2 Química

- **Transformações Químicas** - Evidências de transformações químicas. Interpretando transformações químicas. Sistemas Gasosos: Lei dos gases. Equação geral dos gases ideais, Princípio de Avogadro, conceito de molécula; massa molar, volume molar dos gases. Teoria cinética dos gases. Misturas gasosas. Modelo corpuscular da matéria. Modelo atômico de Dalton. Natureza elétrica da matéria: Modelo Atômico de Thomson, Rutherford, Rutherford-Bohr. Átomos e sua estrutura. Número atômico, número de massa, isótopos, massa atômica. Elementos químicos e Tabela Periódica. Reações químicas.
- **Representação das transformações químicas** - Fórmulas químicas. Balanceamento de equações químicas. Aspectos quantitativos das transformações químicas. Leis ponderais das reações químicas. Determinação de fórmulas químicas. Grandezas Químicas: massa, volume, mol, massa molar, constante de Avogadro. Cálculos estequiométricos.

- **Materiais, suas propriedades e usos** - Propriedades de materiais. Estados físicos de materiais. Mudanças de estado. Misturas: tipos e métodos de separação. Substâncias químicas: classificação e características gerais. Metais e Ligas metálicas. Ferro, cobre e alumínio. Ligações metálicas. Substâncias iônicas: características e propriedades. Substâncias iônicas do grupo: cloreto, carbonato, nitrato e sulfato. Ligação iônica. Substâncias moleculares: características e propriedades. Substâncias moleculares: H₂, O₂, N₂, Cl₂, NH₃, H₂O, HCl, CH₄. Ligação Covalente. Polaridade de moléculas. Forças intermoleculares. Relação entre estruturas, propriedade e aplicação das substâncias.
- **Água** - Ocorrência e importância na vida animal e vegetal. Ligação, estrutura e propriedades. Sistemas em Solução Aquosa: Soluções verdadeiras, soluções coloidais e suspensões. Solubilidade. Concentração das soluções. Aspectos qualitativos das propriedades coligativas das soluções. Ácidos, Bases, Sais e Óxidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura. Conceitos de ácidos e base. Principais propriedades dos ácidos e bases: indicadores, condutibilidade elétrica, reação com metais, reação de neutralização.
- **Transformações Químicas e Energia** - Transformações químicas e energia calorífica. Calor de reação. Entalpia. Equações termoquímicas. Lei de Hess. Transformações químicas e energia elétrica. Reação de oxirredução. Potenciais padrão de redução. Pilha. Eletrólise. Leis de Faraday. Transformações nucleares. Conceitos fundamentais da radioatividade. Reações de fissão e fusão nuclear. Desintegração radioativa e radioisótopos.
- **Dinâmica das Transformações Químicas** - Transformações Químicas e velocidade. Velocidade de reação. Energia de ativação. Fatores que alteram a velocidade de reação: concentração, pressão, temperatura e catalisador.
- **Transformação Química e Equilíbrio** - Caracterização do sistema em equilíbrio. Constante de equilíbrio. Produto iônico da água, equilíbrio ácido-base e pH. Solubilidade dos sais e hidrólise. Fatores que alteram o sistema em equilíbrio. Aplicação da velocidade e do equilíbrio químico no cotidiano.
- **Compostos de Carbono** - Características gerais dos compostos orgânicos. Principais funções orgânicas. Estrutura e propriedades de Hidrocarbonetos.

Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados. Fermentação. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados. Macromoléculas naturais e sintéticas. Noções básicas sobre polímeros. Amido, glicogênio e celulose. Borracha natural e sintética. Polietileno, poliestireno, PVC, Teflon, náilon. Óleos e gorduras, sabões e detergentes sintéticos. Proteínas e enzimas.

- **Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente** - Química no cotidiano. Química na agricultura e na saúde. Química nos alimentos. Química e ambiente. Aspectos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambientais associados à obtenção ou produção de substâncias químicas. Indústria Química: obtenção e utilização do cloro, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, amônia e ácido nítrico. Mineração e Metalurgia. Poluição e tratamento de água. Poluição atmosférica. Contaminação e proteção do ambiente.
- **Energias Químicas no Cotidiano** - Petróleo, gás natural e carvão. Madeira e hulha. Biomassa. Biocombustíveis. Impactos ambientais de combustíveis fósseis. Energia nuclear. Lixo atômico. Vantagens e desvantagens do uso de energia nuclear.

3.3 Biologia

- **Moléculas, células e tecidos** - Estrutura e fisiologia celular: membrana, citoplasma e núcleo. Divisão celular. Aspectos bioquímicos das estruturas celulares. Aspectos gerais do metabolismo celular. Metabolismo energético: fotossíntese e respiração. Codificação da informação genética. Síntese protéica. Diferenciação celular. Principais tecidos animais e vegetais. Origem e evolução das células. Noções sobre células-tronco, clonagem e tecnologia do DNA recombinante. Aplicações de biotecnologia na produção de alimentos, fármacos e componentes biológicos. Aplicações de tecnologias relacionadas ao DNA a investigações científicas, determinação da paternidade, investigação criminal e

identificação de indivíduos. Aspectos éticos relacionados ao desenvolvimento biotecnológico. Biotecnologia e sustentabilidade.

- **Hereditariedade e diversidade da vida** - Princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias. Concepções pré-mendelianas sobre a hereditariedade. Aspectos genéticos do funcionamento do corpo humano. Antígenos e anticorpos. Grupos sanguíneos, transplantes e doenças auto-imunes. Neoplasias e a influência de fatores ambientais. Mutações gênicas e cromossômicas. Aconselhamento genético. Fundamentos genéticos da evolução. Aspectos genéticos da formação e manutenção da diversidade biológica.
- **Identidade dos seres vivos** - Níveis de organização dos seres vivos. Vírus, procariontes e eucariontes. Autótrofos e heterótrofos. Seres unicelulares e pluricelulares. Sistemática e as grandes linhas da evolução dos seres vivos. Tipos de ciclo de vida. Evolução e padrões anatômicos e fisiológicos observados nos seres vivos. Funções vitais dos seres vivos e sua relação com a adaptação desses organismos a diferentes ambientes. Embriologia, anatomia e fisiologia humana. Evolução humana. Biotecnologia e sistemática.
- **Ecologia e ciências ambientais** - Ecossistemas. Fatores bióticos e abióticos. Habitat e nicho ecológico. A comunidade biológica: teia alimentar, sucessão e comunidade clímax. Dinâmica de populações. Interações entre os seres vivos. Ciclos biogeoquímicos. Fluxo de energia no ecossistema. Biogeografia. Biomas brasileiros. Exploração e uso de recursos naturais. Problemas ambientais: mudanças climáticas, efeito estufa; desmatamento; erosão; poluição da água, do solo e do ar. Conservação e recuperação de ecossistemas. Conservação da biodiversidade. Tecnologias ambientais. Noções de saneamento básico. Noções de legislação ambiental: água, florestas, unidades de conservação; biodiversidade.
- **Origem e evolução da vida** - A biologia como ciência: história, métodos, técnicas e experimentação. Hipóteses sobre a origem do Universo, da Terra e dos seres vivos. Teorias de evolução. Explicações pré-darwinistas para a modificação das espécies. A teoria evolutiva de Charles Darwin. Teoria sintética da evolução.

Seleção artificial e seu impacto sobre ambientes naturais e sobre populações humanas.

- **Qualidade de vida das populações humanas** - Aspectos biológicos da pobreza e do desenvolvimento humano. Indicadores sociais, ambientais e econômicos. Índice de desenvolvimento humano. Principais doenças que afetam a população brasileira: caracterização, prevenção e profilaxia. Noções de primeiros socorros. Doenças sexualmente transmissíveis. Aspectos sociais da biologia: uso indevido de drogas; gravidez na adolescência; obesidade. Violência e segurança pública. Exercícios físicos e vida saudável. Aspectos biológicos do desenvolvimento sustentável. Legislação e cidadania.

4. Ciências Humanas e suas Tecnologias

- **Diversidade cultural, conflitos e vida em sociedade:** o Cultura Material e imaterial; patrimônio e diversidade cultural no Brasil. A Conquista da América. Conflitos entre europeus e indígenas na América colonial. A escravidão e formas de resistência indígena e africana na América. História cultural dos povos africanos. A luta dos negros no Brasil e o negro na formação da sociedade brasileira. História dos povos indígenas e a formação sócio-cultural brasileira. Movimentos culturais no mundo ocidental e seus impactos na vida política e social.
- **Formas de organização social, movimentos sociais, pensamento político e ação do Estado:** Cidadania e democracia na Antiguidade; Estado e direitos do cidadão a partir da Idade Moderna; democracia direta, indireta e representativa. Revoluções sociais e políticas na Europa Moderna. Formação territorial brasileira; as regiões brasileiras; políticas de reordenamento territorial. As lutas pela conquista da independência política das colônias da América. Grupos sociais em conflito no Brasil imperial e a construção da nação. O desenvolvimento do pensamento liberal na sociedade capitalista e seus críticos nos séculos XIX e XX. Políticas de colonização, migração, imigração e emigração no Brasil nos séculos XIX e XX. A atuação dos grupos sociais e os grandes processos revolucionários

do século XX: Revolução Bolchevique, Revolução Chinesa, Revolução Cubana. Geopolítica e conflitos entre os séculos XIX e XX: Imperialismo, a ocupação da Ásia e da África, as Guerras Mundiais e a Guerra Fria. Os sistemas totalitários na Europa do século XX: nazi-fascista, franquismo, salazarismo e stalinismo. Ditaduras políticas na América Latina: Estado Novo no Brasil e ditaduras na América. Conflitos político-culturais pós-Guerra Fria, reorganização política internacional e os organismos multilaterais nos séculos XX e XXI. A luta pela conquista de direitos pelos cidadãos: direitos civis, humanos, políticos e sociais. Direitos sociais nas constituições brasileiras. Políticas afirmativas. Vida urbana: redes e hierarquia nas cidades, pobreza e segregação espacial.

- **Características e transformações das estruturas produtivas:** Diferentes formas de organização da produção: escravismo antigo, feudalismo, capitalismo, socialismo e suas diferentes experiências. Economia agro-exportadora brasileira: complexo açucareiro; a mineração no período colonial; a economia cafeeira; a borracha na Amazônia. Revolução Industrial: criação do sistema de fábrica na Europa e transformações no processo de produção. Formação do espaço urbano-industrial. Transformações na estrutura produtiva no século XX: o fordismo, o toyotismo, as novas técnicas de produção e seus impactos. A industrialização brasileira, a urbanização e as transformações sociais e trabalhistas. A globalização e as novas tecnologias de telecomunicação e suas conseqüências econômicas, políticas e sociais. Produção e transformação dos espaços agrários. Modernização da agricultura e estruturas agrárias tradicionais. O agronegócio, a agricultura familiar, os assalariados do campo e as lutas sociais no campo. A relação campo-cidade.
- **Os domínios naturais e a relação do ser humano com o ambiente:** Relação homem-natureza, a apropriação dos recursos naturais pelas sociedades ao longo do tempo. Impacto ambiental das atividades econômicas no Brasil. Recursos minerais e energéticos: exploração e impactos. Recursos hídricos; bacias hidrográficas e seus aproveitamentos. As questões ambientais contemporâneas: mudança climática, ilhas de calor, efeito estufa, chuva ácida, a destruição da camada de ozônio. A nova ordem ambiental internacional; políticas territoriais

ambientais; uso e conservação dos recursos naturais, unidades de conservação, corredores ecológicos, zoneamento ecológico e econômico. Origem e evolução do conceito de sustentabilidade. Estrutura interna da terra. Estruturas do solo e do relevo; agentes internos e externos modeladores do relevo. Situação geral da atmosfera e classificação climática. As características climáticas do território brasileiro. Os grandes domínios da vegetação no Brasil e no mundo.

- **Representação espacial:** Projeções cartográficas; leitura de mapas temáticos, físicos e políticos; tecnologias modernas aplicadas à cartografia.