Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Educação e Humanidades
Faculdade de Educação da Baixada Fluminense

Andriele Ferreira Muri

A formação científica brasileira e o PISA 2006

Duque de Caxias
2012

Andriele Ferreira Muri

A formação científica brasileira e o PISA 2006

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Educação, Cultura e Comunicação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Educação, Cultura e Comunicação em Periferias Urbanas.

Orientadora: Prof.ª Dra. Maria Isabel Ramalho Ortigão

Duque de Caxias

2012

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CEH/C

M 977 Muri, Andriele Ferreira.
A formação científica brasileira e o PISA 2006 / Andriele Ferreira Muri.- 2012.
112 f.

Orientadora: Maria Isabel Ramalho Ortigão.
Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação da Baixada Fluminense, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

1. Ciências – Estudo e ensino – Teses. I. Ortigão, Maria Isabel Ramalho. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Educação da Baixada Fluminense. III. Título.

CDU 371.13

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

_____ _____
Assinatura Data

Andriele Ferreira Muri

A formação científica brasileira e o PISA 2006

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Educação, Cultura e Comunicação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Educação, Cultura e Comunicação em Periferias Urbanas.

Aprovada em 10 de maio de 2012.

Banca Examinadora:

Prof.ª Dra. Maria Isabel Ramalho Ortigão (Orientadora)
Faculdade de Educação da Baixada Fluminense - UERJ

Prof.ª Dra. Mônica Dias Peregrino Ferreira
Faculdade de Educação da Baixada Fluminense - UERJ

Prof.ª Dra. Fátima Cristina de Mendonça Alves
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC

Duque de Caxias
2012

DEDICATÓRIA

Ao autor e consumador da minha fé, àquele em quem tenho crido e que tem feito infinamente mais do que tudo que já pedi ou pensei. A Ele que é o Deus de Israel e da minha salvação dedico não apenas este trabalho, mas tudo que tenho e sou e também, o que vier a ter e a ser.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que sempre me abençoou.

Em seguida, a minha queridíssima orientadora, Prof.ª Maria Isabel Ramalho Ortigão, por dividir comigo seus conhecimentos e apontar caminhos que foram essenciais no decorrer da minha pesquisa.

A minha mãe, avó, irmãos e toda a minha família unida e também muito ouriçada pelo amor incondicional e pela imensa ajuda neste momento tão importante de minha vida.

A todos os que se envolveram com o meu trabalho de pesquisa e torceram e oraram por mim: professores, colegas de trabalho, amigos, irmãos e familiares.

Aos professores da FEBF/UERJ que muito contribuíram com a minha formação.

Aos meus colegas de turma com os quais tive as mais produtivas terapias de grupo.

Aos funcionários do Programa de Pós-graduação da FEBF/UERJ, Sandro e Leonardo, principalmente, pela presteza e simpatia com que sempre me atenderam.

Aos membros da banca examinadora, Prof.ª Dra. Fátima Alves e Prof.ª Dra. Mônica Peregrino, pela leitura cuidadosa que fizeram do meu trabalho, em ambos os momentos de qualificação e defesa, e pelas sugestões que em muito contribuíram com minha pesquisa e enriqueceram meu texto.

A FAPERJ por investir em mim e ainda me chamar de aluna nota 10.

Ajudar pessoas a atingir seu potencial e apoiá-las para que elas, por sua vez, possam ajudar outras no futuro é um caminho para tornar o mundo melhor.

Jorge Paulo Lemman

RESUMO

MURI, Andriele Ferreira. *A formação científica brasileira e o PISA 2006*. 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Cultura e Comunicação) - Faculdade de Educação da Baixada Fluminense, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, 2012.

Este trabalho investigou a formação científica brasileira a partir dos dados do PISA 2006. O PISA - Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes - é um programa internacional de avaliação comparada, aplicado a uma amostra de estudantes de 15 anos de idade. O ensino adequado de ciências estimula o raciocínio lógico e a curiosidade, ajuda a formar cidadãos mais aptos a enfrentar os desafios da sociedade contemporânea e fortalece a democracia, dando à população, em geral, melhores condições para participar dos debates cada vez mais comuns sobre temas científicos que afetam nosso cotidiano. Partindo da importância e pertinência de se discutir a formação científica brasileira e fazendo uso dos dados do PISA 2006, buscou-se responder a três questões: (a) qual a percepção dos alunos brasileiros que participaram do PISA 2006 sobre Ciências? (b) como o Brasil se situa no contexto internacional no que se refere às competências científicas priorizadas por esta avaliação? (c) que características dos estudantes estão associadas aos seus resultados no teste de Ciências aplicado pelo PISA 2006? Para a realização do estudo, conduzimos nossas análises baseando-nos em duas lógicas principais: descrição (estatística univariada e bivariada) e explicação (teste de modelos de regressão linear). Os resultados indicam que os alunos brasileiros tem relativo interesse pela Ciência, no entanto apresentam uma visão bastante estereotipada e demonstram não associá-la a si. Aparentemente, a ciência tem relação com fenômenos que estão muito além da compreensão e configura-se em algo abstrato que não está diretamente ligado aos alunos brasileiros. Estes apontam a escola como principal fonte de aprendizagem de tópicos relacionados a Ciência, porém, a escola parece não converter o potencial interesse dos alunos por Ciências em letramento científico. O Brasil ocupa a 52ª posição entre os 57 países participantes e está alocado no nível mais baixo de desempenho do PISA 2006. Entre os principais aspectos que impactam significativamente os resultados dos alunos brasileiros no programa estão a Rede de Ensino, o Atraso Escolar, o Nível Socioeconômico e o Nível de Escolaridade dos Pais.

Palavras-chave: PISA. Formação científica. Ensino de ciências.

ABSTRACT

This study investigated the Brazilian scientific formation through the PISA 2006 data. PISA - Programme for International Student Assessment - is a program of international comparative assessment applied to a sample of 15 years old students. The adequate teaching of science stimulates curiosity and logical reasoning, helps to form better able citizens to meet the challenges of contemporary society and strengthens democracy, giving the population in general, better conditions to participate in even more common debates on scientific topics that affect our daily lives. Based on the importance and relevance of discussing the Brazilian scientific formation and making use of data from PISA 2006, this research attempted to answer to three questions: (a) what is the perception of Brazilian students participating in PISA 2006 on science? (B) how is Brazil located in the international context with regard to scientific skills prioritized by this assessment? (C) which students characteristics are associated with their Science test results in the PISA 2006? For the study, we have conducted our analyzes based on two main logic: description (univariate and bivariate statistics) and explanation (test of linear regression models). The results indicate that Brazilian students have a relative interest in science, however they show a rather stereotypical view of that and seem not to associate it with themselves. Apparently, science is related to phenomena that are beyond comprehension and configures itself into something abstract that is not directly linked to Brazilian students. They indicate the school as the main source of learning topics related to science, but the school does not seem to convert the potential interest of students in Science into scientific literacy. Brazil occupies the 52th position among the 57 participating countries and is allocated at the lowest level of performance in PISA 2006. Among the main factors that significantly impact the results of Brazilian students in that program are Education Network, Grade Repetition, Socioeconomic Level and Parental Education Level.

Keywords: PISA. Scientific formation. Science education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva característica de três itens 44
Figura 2 - Unidade Chuva Ácida, Questão 2 84
Figura 3 - Unidade Chuva Ácida, Questão 3 86
Figura 4 - Unidade Chuva Ácida, Questão 5 88
Figura 5 - Unidade Exercício Físico, Questão 1..... 89
Figura 6 - Unidade Exercício Físico, Questão 2 90
Figura 7 - Unidade Exercício Físico, Questão 5 91
Figura 8 - Unidade Mary Montagu 92
Figura 9 - Unidade Mary Montagu, Questão 2 93
Figura 10 - Unidade Mary Montagu, Questão 3 94
Figura 11 - Unidade Mary Montagu, Questão 4 94
Figura 12 - Unidade Grand Canyon, Questão 3 95
Figura 13 - Unidade Grand Canyon, Questão 5 97
Figura 14 - Unidade Grand Canyon, Questão 7 97
Figura 15 - Unidade Efeito Estufa, Questão 3 parte 1 98
Figura 16 - Unidade Efeito Estufa, Questão 3 parte 2 99
Figura 17 - Unidade Efeito Estufa, Questão 4 101
Figura 18 - Unidade Efeito Estufa, Questão 5 102

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução da situação Mundial, segundo tendências no Ensino, a partir dos anos 1950 21
Quadro 2 - Temas e Unidades temáticas para o ensino de Biologia dos PCN+ 35
Quadro 3 - Marcos referenciais de Ciências no PISA 2006 42
Quadro 4 - Descrição das habilidades em Ciências e distribuição percentual de alunos em cada nível de proficiência no PISA 2006 45
Quadro 5 - Descrição das principais variáveis utilizadas 50
Quadro 6 - Descrição dos modelos estimados 51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição percentual das respostas dos estudantes brasileiros no PISA 2006 à Questão 16 do questionário do aluno: Quanto você concorda com as afirmativas abaixo? 53

Tabela 2 - Distribuição percentual das respostas dos estudantes brasileiros no PISA 2006 à Questão 18 do questionário do aluno: Quanto você concorda com as afirmativas abaixo? 55

Tabela 3 - Distribuição percentual das respostas dos estudantes no PISA 2006 à Questão 19 do questionário do aluno: Com que frequência você faz essas atividades? 58

Tabela 4 - Distribuição percentual das respostas dos estudantes brasileiros no PISA 2006 às Questões 20 e 23 do questionário do aluno: Aqui há uma lista de tópicos em Ciências e Meio Ambiente. De que fontes, principalmente, você aprendeu cada um desses tópicos? 60

Tabela 5 - Distribuição percentual das respostas dos estudantes brasileiros no PISA 2006 à Questão 22 do questionário do aluno: Quão informado você está sobre as seguintes questões ambientais? 61

Tabela 6 - Médias e desvio padrão, por país, em Ciências - PISA 2006 63

Tabela 7 - Médias dos alunos brasileiros nas diferentes competências em Ciências no PISA 2006 66

Tabela 8 - Médias nos conhecimentos científicos requeridos no Pisa 2006 67

Tabela 9 - Distribuição percentual dos alunos em relação ao tempo médio de aulas regulares de Ciências na Escola - PISA 2006 68

Tabela 10 - Distribuição percentual dos alunos brasileiros por níveis de desempenho de Ciências no PISA 2006 69

Tabela 11 - Distribuição percentual dos alunos brasileiros nos níveis de desempenho de Leitura e Matemática do PISA 2006 69

Tabela 12 - Distribuição percentual dos alunos das redes pública e particular de ensino por entre os níveis de desempenho do PISA 2006 71

Tabela 13 - Distribuição percentual dos alunos por nível socioeconômico entre os níveis de desempenho do PISA 2006 72

Tabela 14 - Coeficientes de regressão e R2 referente ao modelo ProfiCiências = B0 + B1(escola pública) + e para os alunos brasileiros participantes do PISA 2006 72

Tabela 15 - Coeficientes de regressão e R2 referente ao modelo ProfiCiências

= B0 + B1(escola pública) + B2(NSE Muito baixo) + B3(NSE Baixo) + B4(NSE Médio) + e para os alunos brasileiros participantes do PISA 2006 73
Tabela 16 - Distribuição percentual da população brasileira de jovens de 15 anos de idade entre defasados e não defasados no PISA 2006 75
Tabela 17 - Distribuição percentual dos estudantes brasileiros em cada nível de proficiência em Ciências do PISA 2006 76
Tabela 18 - Coeficientes de regressão e R2 referente ao modelo ProfiCiências = B0 + B1(defasado) + e para o Brasil no PISA 2006 76
Tabela 19 - Distribuição percentual dos alunos defasados e não defasados por entre os níveis socioeconômicos descritos pelo PISA 2006 77
Tabela 20 - Coeficientes de regressão e R2 referente ao modelo ProfiCiências = B0 + B1(defasado) + B2(NSE Muito baixo) + B3(NSE Baixo) + B4(NSE Médio) + e para o Brasil no PISA 2006 78
Tabela 21 - Distribuição percentual dos estudantes brasileiros em relação ao nível de escolaridade de seus pais no PISA 2006 80
Tabela 22 - Distribuição percentual dos alunos brasileiros avaliados no PISA 2006 de acordo com o Nível de escolaridade de seus pais 80
Tabela 23 - Percentual de acerto do item Chuva ácida 02 (s485q02) dos alunos brasileiros no PISA 2006 86
Tabela 24 - Percentual de acerto do item Chuva ácida 02 (s485q02) dos alunos brasileiros no PISA 2006 87
Tabela 25 - Percentual de acerto obtido na questão 05 (s485q05) da Unidade Chuva Ácida por alunos brasileiros participantes do PISA 2006 88
Tabela 26 - Proporção de respostas no item S426Q03 96
Tabela 27 - Proporção de respostas ao item s114q03 100
Tabela 28 - Proporção de respostas ao item s114q04 102
Tabela 29 - Proporção de respostas ao item st114q05 103

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	13
1	**O ENSINO DE CIÊNCIAS**	19
1.1	**Revisão Histórica das propostas de reforma do Ensino de Ciências**	20
1.2	**Os Parâmetros e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências**	26
1.2.1	Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental	27
1.2.2	Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio	29
2	**O PISA**	37
2.1	**O letramento científico**	38
2.2	**O letramento científico no PISA**	40
2.3	**Medida da competência: a Teoria da Resposta ao Item (TRI)**	43
3	**QUESTÕES DE PESQUISA, DADOS UTILIZADOS E ABORDAGEM METODOLÓGICA**	47
4	**IMAGENS DA CIÊNCIA**	52
5	**ESTUDO EXPLORATÓRIO DOS RESULTADOS DO PISA 2006**	63
5.1	**A média em Ciências**	63
5.2	**As competências em Ciências**	65
5.3	**O conhecimento das diferentes áreas de Ciências**	66
5.4	**O tempo dedicado ao Ensino de Ciências**	68
5.5	**A distribuição nos níveis de desempenho**	69
5.6	**O desempenho dos alunos brasileiros no PISA 2006 em relação ao seu perfil socioeconômico e rede de ensino**	70
5.7	**A defasagem escolar**	74
6	**OS ITENS LIBERADOS DO PISA**	82
7	**CONCLUSÃO**	104
	REFERÊNCIAS	108

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, praticamente não há mais país no mundo que não garanta, em seus textos legais, o acesso de seus cidadãos à educação básica. Afinal, a educação escolar é uma das dimensões fundadoras da cidadania, sendo indispensável para políticas que visam à participação de todos nos espaços sociais e políticos e, também na inserção no mundo profissional. No entanto, como se trata de um direito reconhecido, é preciso que ele seja legitimado e, para isso, a primeira garantia é que ele esteja inscrito em leis de caráter nacional.

A declaração do direito a Educação é particularmente detalhada no artigo 6º da Constituição Federal Brasileira de 1988, como primazia dos Direitos Sociais.

> Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção a maternidade e á infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição - Redação dada pela Emenda Constitucional nº 64, de 2010. (BRASIL, 2011a)

Já no artigo 205 deste mesmo documento, afirma-se que:

> Art. 205. A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho - Redação dada pela Emenda Constitucional nº 64, de 2010. (BRASIL, 2011a)

A questão do direito à educação também se fez presente nas diversas Constituições brasileiras anteriores a esta, e a gratuidade, que aparece já na primeira Constituição Federal de 1824 (BRASIL, 2011b), coloca o Brasil entre os primeiros países do mundo onde a educação gratuita aparece na legislação, sem que, no entanto, fosse transformada em política pública e garantida efetivamente à população.

O Brasil avançou muito nas últimas décadas em relação à garantia dos direitos educacionais, mas sabemos também que o país ainda apresenta uma dívida social significativa no que se refere à garantia da oferta regular do ensino, sobretudo na educação infantil e no ensino médio, além da necessidade de se alcançar

efetivamente a qualidade social de toda e, não só de parte da educação básica, que é profundamente marcada pela desigualdade.

Por este, entre outros motivos, em diversos países, as últimas décadas do século XX foram marcadas por uma evidente preocupação com a melhoria da qualidade da educação. No Brasil, em particular, essa preocupação com a educação culminou com a criação dos sistemas de avaliações educacionais, cujo objetivo primordial é acompanhar o sistema educacional no que se refere à eficácia e à equidade dos resultados educacionais (ORTIGÃO; AGUIAR, 2010).

Esse contexto de renovada preocupação com a educação, encarada, mais uma vez, como fator imprescindível na busca pelo desenvolvimento econômico e pelo bem-estar social, tem alimentado o debate sobre a qualidade do ensino oferecido nas escolas brasileiras (AGUIAR, 2008). A divulgação dos resultados das avaliações em larga escala como o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), a Prova Brasil e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), bem como a participação no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), tem sido acompanhada de uma crescente cobrança por medidas que revertam os níveis insuficientes de aprendizagem por eles revelados. A universalização do acesso à escola, conquistada nas últimas décadas, precisa dar lugar ao efetivo direito a uma educação de qualidade, com escolas que ensinam e alunos que aprendem.

A literatura educacional tem ressaltado, dentre os diversos significados dessas iniciativas, a importância e o papel desempenhado pela avaliação nos avanços metodológicos e institucionais e no acompanhamento de políticas educacionais de promoção de equidade (FRANCO et al, 2007; SOARES, 2005). É através das informações colhidas mediante os processos de avaliação que gestores e demais agentes inseridos no processo educativo identificam prioridades e alternativas a fim de alcançar a eficácia das ações e a otimização dos investimentos no setor. Da mesma forma, indicam o que se deve esperar que os alunos aprendam em sua trajetória escolar à luz dos currículos propostos e identificam quais são os fatores escolares ou extraescolares que favorecem ou limitam a aquisição das competências esperadas (ORTIGÃO; AGUIAR, 2010).

Ao ampliar seus interesses no campo da avaliação educacional e com o intuito de comparar os resultados brasileiros com os de outros países, o Brasil, voluntariamente, vem participando do PISA – Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – desde sua primeira edição em 2000. Este é um exame que avalia as competências e habilidades dos estudantes no terço final da escolarização básica, examinando o grau de preparação dos jovens para a inserção no mercado de trabalho e, até certo ponto, a efetividade dos sistemas educacionais de diferentes países. Até o presente momento já ocorreram quatro edições do PISA, cada uma delas com o foco em uma das áreas de conhecimento específico – Leitura, Matemática e Ciências. A edição de 2006 do PISA focou a área de Ciências e, por isso, é nosso objeto de estudo.

A Associação Brasileira de Ciências afirma que o desenvolvimento social, científico e tecnológico do Brasil requer uma reformulação profunda da estrutura educacional em nosso país. A necessidade de melhorar o ensino básico no Brasil e, em particular, o Ensino de Ciências, foi tema central do documento da Academia Brasileira de Ciências – Ensino de Ciências e educação básica: propostas para um sistema em crise – publicado em 2007 (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2007).

O ensino adequado de Ciências estimula o raciocínio lógico e a curiosidade, ajuda a formar cidadãos mais aptos a enfrentar os desafios da sociedade contemporânea e fortalece a democracia, dando à população, em geral, melhores condições para participar dos debates cada vez mais comuns sobre temas científicos que afetam nosso cotidiano.

A baixa recorrência de trabalhos na área de Ciências que discutam o PISA, por exemplo, e que abordem as especificidades do Ensino de Ciências como o desenvolvimento de competências e habilidades cruciais à formação de uma sociedade crítica e de fóruns de discussão, torna a reflexão sobre a formação científica brasileira bastante pertinente. O interesse em focar a formação científica, deve-se, também, a minha graduação na área de Ciências Biológicas e à conseqüente atuação como professora de Ciências e Biologia nas séries finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio por cerca de oito anos. O que me trouxe certa inquietude quanto à formação científica brasileira foi uma experiência

vivenciada no Programa de Treinamento para Professores Estrangeiros no Japão. Como bolsista do Governo Japonês[1], neste programa, tive a oportunidade de conhecer um pouco do sistema educacional daquele país ao estudar um ano e meio sob a orientação do professor Masahiro Kamata no Laboratório Kamata de Ensino de Ciências da Universidade Gakugei de Tóquio[2].

As experiências docentes, tanto no Brasil como no Japão, contribuíram bastante para minha formação profissional, ao mesmo passo que levantaram algumas questões e estranhamentos relacionados às diferenças educacionais desses dois países, principalmente na forma como se dá o Ensino de Ciências. No entanto, aqui pensamos o Brasil a partir da experiência vivida no Japão. Não é nosso objetivo, nem tampouco faz parte do escopo desta pesquisa desenvolver um estudo puramente comparativo entre esses dois países. Reconhecemos e consideramos as diferenças socioeconômicas e culturais entre esses dois países e os demais envolvidos na avaliação, e o que propomos fazer a seguir é usar, apenas num primeiro momento, e em nível de média em Ciências, não apenas o Japão, mas todos os demais países membros e não membros da OCDE, que participaram do PISA em 2006 e apresentam ou não histórico socioeconômico análogos ao brasileiro, como referência apenas para situar o Brasil no contexto internacional.

Partindo da importância de se discutir a formação científica brasileira e fazendo uso dos dados do PISA 2006 para dar suporte a nossa discussão, os objetivos principais deste estudo são (a) diagnosticar através dos dados disponibilizados por este programa a percepção dos alunos brasileiros sobre Ciências; (b) situar o Brasil no contexto internacional no que diz respeito às competências científicas; e (c) identificar características dos estudantes brasileiros que estejam associadas aos seus resultados em Ciências.

Esta dissertação está estruturada em sete capítulos sem contar esta Introdução. No primeiro Capítulo, abordamos o Ensino de Ciências. Fazemos uma breve revisão histórica das propostas de reforma do Ensino de Ciências passando pelos documentos legais que ampararam tais reformas. Em seguida, trazemos elucidações dos Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais para ambos os

---

[1] MEXT - Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology in Japan - http://www.mext.go.jp/english/

[2] Tokyo Gakugey University – Teacher Training Program – http://www.u-gakugei.ac.jp/english/index.html

Ensinos Fundamental e Médio. Optamos por trazer orientações desses dois segmentos de ensino porque apesar de o PISA avaliar alunos de 15 anos de idade, que supostamente deveriam estar cursando o primeiro ano do Ensino Médio, a maioria dos alunos brasileiros nessa faixa etária está alocada em séries do Ensino Fundamental. Apesar da discussão teórica de currículo não fazer parte do escopo da nossa pesquisa, nos posicionamos quanto ao assunto e trazemos algumas contribuições de Forquin acerca da concepção do tema.

No Capítulo 2, fazemos uma descrição geral do PISA, introduzimos o termo letramento derivado do inglês "litteracy", partimos a discussão específica de letramento científico e, em seguida, tratamos da Teoria de Resposta ao Item (TRI) ao falarmos de níveis de competência.

No Capítulo 3, trazemos as questões de pesquisa, os dados utilizados bem como a abordagem metodológica. Conduzimos nossas análises partindo de duas lógicas principais: uma descritiva, norteada principalmente por estatística univariada predominantemente composta de frequência relativa, médias e desvio padrão; e outra explicativa, realizada através de estatísticas bivariadas e por métodos de regressão linear. Neste Capítulo, descrevemos as variáveis utilizadas, bem como apresentamos os modelos testados.

No Capítulo 4, exploramos a imagem de Ciências dos alunos do PISA. Fazemos recorrência a pesquisas públicas realizadas pelo Ministério da Ciência e da Tecnologia de forma a dar suporte a nossa discussão. Assim, através do questionário do aluno, buscamos apontar contribuições sobre questões que permeiam o ensino aprendizado de Ciência do brasileiro de forma mais geral.

No Capítulo 5, trazemos o estudo exploratório dos resultados brasileiros no PISA 2006. Num primeiro momento, situamos o Brasil no contexto internacional através dos países membros e não membros da OCDE participantes da edição de 2006 do Programa. Posteriormente, passamos a analisar alguns fatores que contribuem para explicar a situação dos alunos brasileiros no campo das Ciências, evidenciadas nos resultados do PISA 2006.

No Capítulo 6, descrevemos alguns itens liberados de Ciências do PISA 2006, trazemos suas respectivas chaves de correção, além dos resultados do Brasil e

médio da OCDE, alguns comentários pedagógicos e análise da percepção dos alunos acerca de alguns temas.

Por fim, no Capítulo 7, fazemos nossas considerações finais e concluímos os achados da pesquisa, apontando sugestões e rumos a seguir.

1 O ENSINO DE CIÊNCIAS

Nas últimas décadas, como resultado da universalização do acesso à escola básica e de mudanças na sociedade e no mundo do trabalho, a escola tem sido chamada a modificar seus conteúdos, objetivos e metodologias de ensino, bem como promover a socialização dos estudantes no contexto cultural de que fazem parte, de qualificação de suas práticas, da sua efetividade como instrumento de desenvolvimento moral e intelectual dos estudantes.

Sabemos que o atual cenário da educação, de maneira geral, desagrada a dirigentes, políticos, educadores, pais, e fundamentalmente, ao aluno. Uma das grandes causas da insatisfação está nas lacunas de acesso e domínio do conhecimento, os quais constituem uma série ameaça à competitividade econômica, à igualdade social e ao desenvolvimento sustentável. No entanto, muito embora essas preocupações sejam recorrentes ao longo do tempo, recentemente elas assumiram caráter e importância diferente das tradicionais. Vivemos transformações profundas, que atingem todas as dimensões da sociedade, caracterizadas por um forte dinamismo, que exige revisões constantes.

Ciência e tecnologia definem, atualmente, o futuro de uma sociedade e sua capacidade de criar e de adaptar as tecnologias desenvolvidas de diferentes origens. Mesmo com todo o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, pesquisas realizadas apontam para um desempenho abaixo da média dos jovens brasileiros em provas que medem habilidades científicas e rendimento em matemática, apesar de o Brasil contribuir com 1,7% da produção científica mundial (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009). Acredita-se que é preciso um investimento maior na educação, para não comprometer o desempenho das próximas gerações no que diz respeito ao desenvolvimento de raciocínio critico, questionador e propositivo voltado para a solução dos problemas da vida diária.

O ensino e a aprendizagem de Ciências, portanto, precisam sair das discussões puramente pedagógicas e serem abordados de forma mais ampla, e porque não como um projeto de sociedade. Não se pode separar formação científica de formação de cidadania. A formação de um cidadão crítico exige sua inserção

numa sociedade em que o conhecimento científico e tecnológico é cada vez mais valorizado. (BRASIL, 1998).

É impossível pensar na formação de um cidadão critico a margem do conhecimento cientifico e avanço tecnológico numa sociedade em que eles são imprescindíveis. Apesar de a maioria da população fazer uso e conviver com incontestáveis produtos científicos e tecnológicos, os indivíduos pouco refletem sobre os processos envolvidos na sua criação, produção e distribuição, tornando-se assim indivíduos, que pela falta de informação, não exercem opções autônomas, subordinando-se às regras do mercado e dos meios de comunicação, o que impede o exercício da cidadania crítica e consciente. (BRASIL, 1998).

Na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social, o ensino das Ciências em todos os níveis foi também crescendo de importância, sendo objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino, podendo servir de ilustração para tentativas e efeitos das reformas educacionais.

1.1 **Revisão Histórica das propostas de reforma do Ensino de Ciências**

A história das propostas de mudanças referentes ao Ensino de Ciências nas últimas décadas permite-nos analisar algumas transformações do currículo escolar e relacionar essas mudanças ao papel atribuído às disciplinas científicas na formação dos alunos. (KRASILCHIK, 1987). Krasilchik (2000) em “Reformas e Realidades, o caso do ensino das Ciências” faz uma revisão histórica dessas propostas relacionando-as a evolução mundial. Sintetizo no quadro a seguir as principais características apontadas pela autora.

Em geral, as mudanças apresentadas têm o objetivo de melhorar as condições da formação do espírito científico dos alunos em vista das circunstâncias histórico-culturais da sociedade. As alterações tentam situar a ciência e o seu ensino no tempo e no espaço, enfatizando em cada momento um aspecto considerado mais relevante na forma de o homem entender e agir cientificamente no mundo por meio

de um conhecimento que, de modo geral, está além do senso comum. A partir daqui, e das informações reunidas no Quadro 1, passaremos a descrever as reformas ocorridas no Ensino de Ciências no Brasil a partir do contexto internacional.

Tendências no ensino	**Situação Mundial**		
	1950	1970	A partir dos anos 1990
	Guerra Fria	Guerra Tecnológica	Globalização
Objetivo do Ensino	Formar a elite Programas rígidos	Formar cidadão-trabalhador Propostas curriculares estaduais	Formar cidadão-trabalhador-estudante Parâmetros Curriculares Federais
Concepção de Ciência	Atividade neutra	Evolução histórica Pensamento lógico-crítico	Atividades com implicações sociais
Instituições Promotoras de Reforma	Projetos curriculares Associações profissionais	Centros de Ciências / Universidades	Universidades e Associações profissionais
Modalidades didáticas recomendadas	Aulas Práticas	Projetos e discussões	Jogos: exercícios no computador

Quadro 1. Evolução da situação Mundial, segundo tendências no Ensino, a partir dos anos 1950. Fonte: Adaptado de Krasilchik (2000).

Na década de 50, o Ensino de Ciências refletiu a situação do mundo ocidental após a Segunda Guerra Mundial, marcado pela industrialização e pelo desenvolvimento tecnológico e científico. No cenário da educação brasileira, vivíamos a substituição dos métodos tradicionais pela metodologia ativa preconizada pela então Escola Nova. Dentre os objetivos principais estava proporcionar aos alunos maior liberdade e autonomia para que participassem ativamente do processo de aquisição do conhecimento. Pretendia-se neste período, incluir no currículo, principalmente das universidades, o que havia de mais moderno na ciência para não apenas melhorar a qualidade da educação, como consequentemente, buscar a formação de uma elite profissional que pudesse alavancar o desenvolvimento dos setores industrial, tecnológico e científico. Pretendia-se também, substituir os métodos puramente expositivos por métodos mais ativos. “Aprender fazendo” era a grande meta das surgidas aulas práticas que buscavam desenvolver no aluno a capacidade de experimentação – o método científico.

Os programas oficiais desta década, no entanto, eram bastante influenciados pela literatura européia e norte-americanas, adotando seus livros-textos, que em sua maioria tratava-se de meras traduções descontextualizadas da realidade nacional. (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009).

Um episódio muito significativo ocorreu durante a “Guerra Fria”, nos anos 60, quando em busca de vencer a guerra espacial, os Estados Unidos da América fizeram investimentos não apenas financeiros, mas também de recursos humanos, sem paralelo algum na história da Educação, para produzir os então chamados projetos de primeira geração do ensino de física, química, biologia e matemática para o ensino Médio. Tamanho empenho por parte dos norte-americanos estava relacionado a então formação de elite que garantisse a hegemonia dos Estados Unidos na conquista do espaço.

Esse período marcante e crucial na história do Ensino de Ciências, que influi até hoje nas tendências curriculares das várias disciplinas tanto no ensino médio como no fundamental, foi dando lugar, ao longo dessas últimas décadas, a outras modificações em função de fatores políticos, econômicos e sociais que resultaram, por sua vez, em transformações das políticas educacionais, cumulativas em função das quais ocorreram mudanças no Ensino de Ciências. (KRASILCHIK, 2000).

No Brasil, a necessidade de preparação dos alunos era defendida em nome da demanda de investigadores para impulsionar o progresso da ciência e tecnologias nacionais das quais dependia o país em processo de industrialização. Um dos objetivos incorporados pelos grandes projetos de ensino era permitir a vivência do método científico como primordial à formação do cidadão. A Lei 4.024 – Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (BRASIL, 1961), de 21 de dezembro de 1961, ampliou bastante a participação das Ciências no currículo escolar brasileiro: tornou obrigatória a disciplina “Iniciação à Ciência” a partir da primeira série ginasial, atualmente, sexto ano do ensino fundamental; e no ensino médio, na época chamado de curso colegial, trouxe também substancial aumento da carga horária de Física, Química e Biologia.

Segundo Krasilchik (2000), essas disciplinas passavam a ter função de desenvolver o espírito critico com o exercício do então citado método científico. O

cidadão seria preparado para pensar logicamente e assim capaz de tomar decisões com base em informações e dados.

Já em 1964, após inúmeras transformações políticas no país, advindas da imposição da ditadura militar, a escola deixou de enfatizar a cidadania para buscar formar trabalhadores, que passaram então a figurar peça importante para o desenvolvimento econômico do Brasil. Neste período o conhecimento científico ainda era considerado neutro e inquestionável e, muito embora as propostas metodológicas sugerissem inovações, o que predominava nas salas de aula eram os questionários, aos quais os alunos deveriam responder de acordo com a posição do professor em aula e o livro-texto adotado. (PORTO; RAMOS; GOULART, 2009).

A década de 1970, graças à crise energética e as decorrências do desenvolvimento industrial desordenado, foi marcada por um aguçamento de interesse pela Educação Ambiental, passando o Ensino de Ciências a agregar mais um objetivo, o de discutir as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico. Nesse contexto, nasceu a tendência do ensino conhecida como ciência, tecnologia e sociedade (CTS), que se ampliou na década de 80 e persiste ainda hoje.

No Brasil, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, nº 5.692 (BRASIL,1971), promulgada em 1971, norteia claramente as modificações educacionais e, conseqüentemente, as propostas de reforma no Ensino de Ciências ocorridas neste período.

> A escola secundária deve servir agora não mais para a formação do futuro cientista ou profissional liberal, mas principalmente ao trabalhador, peça essencial para responder às demandas do desenvolvimento. (KRASILCHIK, 1987, p.18).

Mais uma vez as disciplinas científicas foram afetadas, agora de forma adversa, pois passaram a ter caráter profissionalizante, descaracterizando sua função no currículo. A nova legislação conturbou o sistema, mas as escolas privadas continuaram a preparar seus alunos para o curso superior e o sistema público também se reajustou de modo a abandonar as pretensões irrealistas de formação profissional no 1º e 2º graus por meio de disciplinas pretensamente preparatórias para o trabalho. (KRASILCHIK, 2000).

Somente após essa lei, a disciplina “Ciências Naturais” passou a ter caráter obrigatório nas oito séries do ensino de primeiro grau, hoje, ensino fundamental. De acordo com Porto, Ramos e Goulart (2009), embora se preconizasse a valorização das disciplinas científicas, na prática, a inclusão de disciplinas profissionalizantes acabou comprometendo-lhes o desenvolvimento, fragmentando-as e/ou esfacelando-as. Na sala de aula, o pouco preparo dos professores em relação à formação científica exigia o uso constante do livro didático. Em geral, o trabalho era desenvolvido por meio de metodologia do tipo estudo dirigido, composto na maioria das vezes, de questões de múltipla escolha e/ou questões abertas de transcrição, fazendo com que a formação do individuo critico e reflexivo ficasse apenas na intenção.

Na década de 1980, novas propostas de reforma na área de educação surgiram, enfatizando a necessidade de introduzir os alunos nas novas tecnologias. A análise do processo educacional passou a ter como ponto de partida o processo de construção do conhecimento científico pelo aluno, numa perspectiva construtivista, onde diferentes correntes da psicologia demonstravam que, antecedendo o conhecimento científico, havia conhecimentos intuitivos, espontâneos, alternativos ou pré-concepções sobre fenômenos naturais.

> A contrapartida didática à pesquisa das concepções alternativas é o modelo de aprendizagem por mudança conceitual, núcleo de correntes construtivistas. São dois seus pressupostos básicos: a aprendizagem provem do envolvimento ativo do aluno com a construção do conhecimento e as idéias prévias dos alunos têm papel fundamental [...]. (BRASIL, 1998, p.23).

Em 1983, através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), foi criado um novo projeto com vistas à melhoria do ensino não só de Ciências, como também de matemática, o Subprograma Educação para a Ciência (SPEC), tendo como objetivos melhorar o Ensino de Ciências e matemática, identificar, treinar, apoiar lideranças, aperfeiçoar a formação de professores e promover a busca de soluções locais para a melhoria do ensino e estimular a pesquisa e implementação de novas metodologias. (KRASILCHIK, 1987, p. 20).

Esse projeto, segundo Porto, Ramos e Goulart (2009) despertou o interesse da comunidade acadêmica e dos meios educacionais, dando origem a várias propostas de Ensino de Ciências com diferentes concepções.

Em 1988 com a aprovação da já anteriormente citada Nova Constituição Brasileira, conhecida como “Constituição Cidadã” pelo seu caráter eminentemente social, grandes mudanças no setor educacional, bem como nos demais setores da sociedade, entraram em foco, exigindo a promulgação de uma nova Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional (LDBEN). No entanto, só em 20 de dezembro de 1996, foi aprovada a Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 1996), a qual estabelece, no parágrafo 2º do seu artigo 1º, que a educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. A formação básica do cidadão na escola fundamental exige o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo, a compreensão do ambiente material e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade. O ensino médio tem a função de consolidação dos conhecimentos e a preparação para o trabalho e a cidadania para continuar aprendendo.

De acordo com Krasilchik (2000), esse aprendizado inclui a formação ética, a autonomia intelectual e a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos. Segundo a autora, embora a lei indique precariamente os valores e objetivos da educação nacional, espera-se que a escola forme o cidadão-trabalhador-estudante quando, por exemplo, determina em seu artigo 80 que,

> O Poder Público incentivará o desenvolvimento e a veiculação de programas de ensino a distância, em todos os níveis e modalidades de ensino, e de educação continuada. Art.80, Lei nº 9.394/96. (BRASIL, 1996)

O Plano Decenal da Educação, que estabelecia metas a serem implementadas com prazos preestabelecidos e avaliações sistêmicas que pretendiam conhecer melhor a realidade educacional brasileira nos seus diferentes níveis e modalidades de ensino, também influenciou muito a década de 1990. Nesse cenário, tenta-se colocar em prática essas prescrições legais por meio de políticas centralizadas no Ministério de Educação (MEC) e que são detalhadas e especificadas em documentos oficias, abundantemente distribuídos com os nomes de “parâmetros” e “diretrizes curriculares” nacionais (PCNs e DCNEM) como orientadores de propostas curriculares nos diferentes campos do conhecimento que integram o ensino em nosso país.

1.2 **Os Parâmetros e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências**

O currículo, enquanto instrumentação da cidadania democrática deve contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que capacitem o ser humano para a realização de atividades nos três domínios da ação humana: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva, visando à integração de homens e mulheres no tríplice universo das relações políticas, do trabalho e da simbolização subjetiva.

Nessa perspectiva, incorporam-se como diretrizes gerais e orientadoras da proposta curricular as quatro premissas apontadas pela UNESCO como eixos estruturais da educação na sociedade contemporânea:

- Aprender a conhecer
- Aprender a fazer
- Aprender a viver
- Aprender a ser

É no contexto da Educação Básica que a Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 1996) determina a construção dos currículos, no Ensino Fundamental e Médio, “com uma Base Nacional Comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela” (Art. 26).

Assim como Forquin (1995), consideramos que, no cotidiano escolar, o currículo toma diferentes formas e, mesmo que possa não existir como documento, está presente nos espaços que se destinam à prática educativa. Dessa forma, currículo é tudo que se ensina em sala de aula, e que muitas vezes, é diferente daquilo que foi prescrito, pensado, a princípio.

Forquin faz uso de das denominações *currículo formal*, *currículo ensinado* e *currículo aprendido* como aspectos possíveis de seleção no interior da cultura, conforme o sujeito se coloca do ponto de vista de quem prescreve, os construtores de programas e responsáveis oficiais ou do ponto de vista dos professores em sala de aula, ou ainda na condição de alunos. Para o autor, aquilo que é realmente aprendido, retido e compreendido pelos alunos não corresponde exatamente àquilo

que os professores ensinam ou acreditam ensinar, pois a recepção da mensagem depende do contexto social e cultural (FORQUIN, 1992).

Não é nosso objetivo aqui dialogar com os estudos de currículo, nem tampouco nos propomos a pesquisar a prática do professor, mas sim tomar para fins de análise e descrição as determinações postas nos documentos legais, de forma a manejar as informações de forma mais ampla, no entanto, entendemos que a consciência das diferentes concepções acerca do currículo leva a um deslocamento no modo de olhar a escola, que passa a ser vista como o local por excelência, nas sociedades modernas, de gestão e de transmissão de saberes e de símbolos (AGUIAR, 2008). Para Forquin (1992), elaboração curricular envolve tomada de decisão em relação à seleção, organização e distribuição do conhecimento que toda uma população estará sujeita na sua formação escolar.

Sendo assim, o interesse em compreender os processos internos com relação ao currículo de Ciências, nos conduziu ao diálogo com a literatura específica do Ensino de Ciências e suas recomendações atuais ao ensino e à aprendizagem de Ciências.

1.2.1 Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental

Os objetivos de Ciências Naturais no ensino fundamental são concebidos para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica. (BRASIL, 1998).

Segundo os PCNs (BRASIL,1998), o Ensino de Ciências Naturais deve se organizar de forma que, ao final do ensino fundamental, os alunos tenham desenvolvido as seguintes capacidades:

- compreender a natureza como um todo dinâmico e o ser humano, em sociedade, como agente de transformações do mundo em que vive em relação essencial com os demais seres vivos e outros componentes do ambiente;

- compreender a Ciência como um processo de produção de conhecimento e uma atividade humana, histórica, associada a aspectos de ordem social, econômica, política e cultural;
- identificar relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo de hoje e em sua evolução histórica, e compreender a tecnologia como meio para suprir necessidades humanas, sabendo elaborar juízo sobre riscos e benefícios das práticas científico-tecnológicas;
- compreender a saúde pessoal, social e ambiental como bens individuais e coletivos que devem ser promovidos pela ação de diferentes agentes;
- formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar;
- saber utilizar conceitos científicos básicos, associados à energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida;
- saber combinar leituras, observações, experimentações e registros para coleta, comparação entre explicações, organização, comunicação e discussão de fatos e informações;
- valorizar o trabalho em grupo, sendo capaz de ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento.

Para a aquisição das capacidades citadas acima, os PCNs de Ciências Naturais estruturam o conteúdo a ser ministrado em eixos temáticos. De acordo com os PCNs, os eixos temáticos representam uma organização articulada de diferentes conceitos, procedimentos, atitudes e valores para cada um dos ciclos da escolaridade. Nos PCNs de primeiro e segundo ciclos, a escolha dos eixos orienta-se pela análise dos currículos estaduais atualizados; na preparação dos terceiro e quarto ciclos, soma-se o aprofundamento das discussões da área e de temas transversais.

Os Eixos Temáticos estabelecidos para o Ensino Fundamental são: Terra e Universo; Vida e Ambiente; Ser Humano e Saúde; e Tecnologia e Sociedade. Esses eixos temáticos foram elaborados de modo a ampliar as possibilidades de realização destes Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, com o

estabelecimento, na prática de sala de aula, de diferentes sequencias de conteúdos internas aos ciclos; o tratamento de conteúdos em diferentes situações locais e o estabelecimento das várias conexões: entre conteúdos dos diferentes eixos temáticos, entre esses e os temas transversais e entre todos eles e as demais áreas do ensino fundamental. (BRASIL, 1998).

Os textos de cada eixo temático de Ciências Naturais apontam várias conexões com vários temas transversais, apontados nos PCNs como Meio Ambiente, Saúde, Orientação Sexual, Trabalho e Consumo, entre outros.

As tarefas que os estudantes precisavam cumprir no PISA 2006 requeriam conhecimentos de Ciências que estão prescritos nos PCNs do Ensino Fundamental. Já no sexto ano do ensino fundamental a maioria dos livros didáticos – que servem de apoio e orientação aos professores para a apresentação dos conteúdos – de Ciências abordam o eixo temático “Terra e Universo”, dentro do qual, encontramos assuntos como aqueles sugeridos pelo PISA no tema “Terra e Sistemas Espaciais”, a saber: estruturas da Terra e seus sistemas, energia e mudanças nos sistemas da Terra, história da Terra, a Terra no espaço. Nos eixos temáticos “Vida e Ambiente” e "Ser Humano e Saúde”, recorrentemente abordados no sétimo e oitavo anos respectivamente, esbarramos frequentemente em conteúdos relacionados a células, seres humanos, populações, ecossistemas e biosfera apontados como “Sistemas Vivos” no PISA. No último eixo temático estabelecido para o Ensino Fundamental, “Tecnologia e Sociedade”, conteúdo programático característico do nono ano, cobrem-se temas como “Sistemas Físicos” e “Sistemas Tecnológicos” cobrados pelo PISA. Vemos o último ano do ensino Fundamental como um curso introdutório ao estudo mais aprofundado de Ciências que no Ensino Médio passa a ser administrado nas disciplinas de Biologia, Química e Física, principalmente.

1.2.2 Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

O MEC afirma que a formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de

utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação. Propõe-se, no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização.

Tais habilidades são também avaliadas pelo PISA 2006 nas tarefas que requerem não apenas o conhecimento de Ciências, mas principalmente do conhecimento sobre Ciências, onde se testam, como já dito anteriormente, capacidades de investigação e explicação científica.

O Ensino Médio passa, em 1996 com a Lei nº 9.394 (BRASIL,1996), a integrar a etapa do processo educacional que a Nação considera básica para o exercício da cidadania, base para o acesso às atividades produtivas, para o prosseguimento nos níveis mais elevados e complexos de educação e para o desenvolvimento pessoal, referido à sua interação com a sociedade e sua plena inserção nela, ou seja, que

> 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". Art.22, Lei nº 9.394/96. (BRASIL, 1996)

O Ensino Médio, portanto, é a etapa final de uma educação de caráter geral, afinada com a contemporaneidade, com a construção de competências básicas, que situem o educando como sujeito produtor de conhecimento e participante do mundo do trabalho, e com o desenvolvimento da pessoa, como "sujeito em situação" – cidadão (BRASIL, 2000). Em sua proposta inicial, além de avaliar a efetividade dos sistemas educacionais de diferentes países, o PISA avalia justamente as competências e habilidades dos estudantes no terço final da escolarização básica, examinando o grau de preparação desses jovens para o mercado de trabalho, um dos aspectos da transição para a vida adulta.

Assim como para o Ensino Fundamental, os documentos legais também trazem prescrições sobre o que seriam as diretrizes para o Ensino Médio. As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – DCNEM – (BRASIL, 2006) articulam-se em três áreas do conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências

Humanas e suas Tecnologias. Elas estabelecem, também, as competências e habilidades que deverão servir como referenciais para as propostas pedagógicas, além de recomendar a interdisciplinaridade e a contextualização, princípios condutores da organização curricular.

A estruturação por área de conhecimento justifica-se por assegurar uma educação de base científica e tecnológica, na qual conceito, aplicação e solução de problemas concretos são combinados com uma revisão dos componentes socioculturais orientados por uma visão epistemológica que concilie humanismo e tecnologia ou humanismo numa sociedade tecnológica (BRASIL, 2000).

O desenvolvimento pessoal permeia a concepção dos componentes científicos, tecnológicos, socioculturais e de linguagens. O conceito de Ciências está presente nos demais componentes, bem como a concepção de que a produção do conhecimento é situada sócio, cultural, econômica e politicamente, num espaço e num tempo (BRASIL, 2000).

A discussão sobre cada uma das áreas de conhecimento é apresentada em documentos específicos, contendo, inclusive, as competências que os alunos deverão alcançar ao concluir o Ensino Médio. Aqui, nos ateremos à área das CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA que incluem as competências relacionadas à apropriação de conhecimentos da Física, da Química, da Biologia e suas interações ou desdobramentos como formas indispensáveis de entender e significar o mundo de modo organizado e racional, e também de participar do encantamento que os mistérios da natureza exercem sobre o espírito que aprende a ser curioso, a indagar e descobrir. O agrupamento das Ciências da Natureza tem ainda o objetivo de contribuir para a compreensão do significado da ciência e da tecnologia na vida humana e social, de modo a gerar protagonismo diante das inúmeras questões políticas e sociais para cujo entendimento e solução as Ciências da Natureza são uma referência relevante.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM – (BRASIL, 2000, 2002a), em complementação às DCNEM (BRASIL, 2006), fazem referência explícita às disciplinas, vinculadas às três áreas do conhecimento, propondo, entretanto, uma visão integradora das disciplinas de modo a se reconhecer a relação entre aquelas de uma mesma área e entre as de áreas

diversas. Apresenta, também, os objetivos específicos de cada área do conhecimento reunidos em torno de competências gerais, a saber:

- compreender as Ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade;
- entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais;
- identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos;
- apropriar-se dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural;
- compreender o caráter aleatório e não determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculo de probabilidades;
- identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações, e interpretações;
- analisar qualitativamente dados quantitativos, representados gráfica ou algebricamente, relacionados a contextos sócio-econômicos, científicos ou cotidianos;
- identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para o aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade;
- entender a relação entre o desenvolvimento das Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico, e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar;
- entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social.
- aplicar as tecnologias associadas às Ciências Naturais na escola, no trabalho e em outros contextos relevantes para sua vida;

- compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas, e aplicá-las a situações diversas no contexto das Ciências, da tecnologia e das atividades cotidianas.

Os PCN+ (BRASIL, 2002b), por seu maior aprofundamento nas questões referentes a cada área e disciplina, serviram de base para muitas das reflexões que se seguem, com orientações para o cumprimento dos pressupostos estabelecidos para o ensino médio na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional/96 – LDBEN.

Os PCNEM (BRASIL, 2002a) consideram que há um conjunto de conhecimentos que são necessários ao aluno para que ele compreenda a sua realidade e possa nela intervir com autonomia e competência. Esses conhecimentos constituem o núcleo comum do currículo. Consideram, também, um conjunto de conhecimentos específicos, a parte diversificada, constituído por questões e problemas relativos à determinada comunidade, à determinada escola, e que merecem ser estudados.

Segundo os PCNEM (BRASIL, 2002a),

> [...] é objeto de estudo da Biologia o fenômeno da vida em toda a sua diversidade de manifestações. [...] O aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão [...] dos limites dos diferentes sistemas explicativos [...] e a compreensão que a ciência não tem respostas definitivas [...]. (BRASIL, 2002a, p. 219)

Assim, os conteúdos de Biologia, e de Ciências, de uma forma geral, devem propiciar condições para que o educando compreenda a vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico. O aluno precisa ser capaz de estabelecer relações que lhe permitam reconhecer que tais sistemas se perpetuam por meio da reprodução e se modificam no tempo em função do processo evolutivo, responsável pela enorme diversidade de organismos e das intrincadas relações estabelecidas pelos seres vivos entre si e com o ambiente. O aluno deve ser capaz de reconhecer-se como organismo e, portanto, sujeito aos mesmos processos e fenômenos que os demais. Deve, também, reconhecer-se como agente capaz de modificar ativamente o processo evolutivo, alterando a biodiversidade e as relações estabelecidas entre os organismos (BRASIL, 2006).

Trata-se, portanto, de capacitar o educando para interpretar fatos e fenômenos – naturais ou não – sob a óptica da ciência, mais especificamente da Biologia, para que, simultaneamente, adquira uma visão crítica que lhe permita tomar decisões usando sua instrução nessa área do conhecimento.

> Todos devem aprender ciência como parte de sua formação cidadã, que possibilite a atuação social responsável e com discernimento diante de um mundo cada dia mais complexo. (BRASIL, 2002a p. 21).

Os PCN+ (BRASIL, 2002b) reafirmam que os conteúdos e as estratégias de aprendizagem devem propiciar o ensino por competências, assim como avalia o PISA. Nesse sentido,

> […] o ensino da Biologia deve servir como "meio para ampliar a compreensão sobre a realidade, recurso graças ao qual, os fenômenos biológicos podem ser percebidos e interpretados, instrumento para orientar decisões e intervenções". (BRASIL, 2002b, p. 36).

Reconhecendo que os principais temas biológicos referem-se à compreensão da vida na Terra, das conseqüências dos avanços tecnológicos e da intervenção humana, os PCN+ (BRASIL, 2002b) dentro da área de Biologia, que pela tradição escolar acaba por ser a responsável pelo ensino das temáticas vinculadas ao Ensino de Ciências, sintetizam, a título de referência, seis temas estruturadores:

1. interação entre os seres vivos;
2. qualidade de vida das populações humanas;
3. identidade dos seres vivos;
4. diversidade da vida;
5. transmissão da vida, ética e manipulação gênica;
6. origem e evolução da vida.

De acordo com os PCN+ (BRASIL, 2002b), estes seis temas não reinventam os campos conceituais da Biologia, mas representam agrupamentos desses campos de modo a destacar os aspectos essenciais sobre a vida e a vida humana que vão ser trabalhados por meio dos conhecimentos científicos referenciados na prática. Assim,

> no primeiro tema, com o apoio das Ciências ambientais, as situações vividas pelos alunos vão lhes permitir compreender como os sistemas vivos funcionam, as relações que estabelecem, e se instrumentalizar para participar dos debates relativos às questões ambientais. No segundo, a ênfase recai sobre a vida humana e, graças às Ciências ambientais, sociais e da vida, como a fisiologia, a zoologia, a

> microbiologia, os alunos poderão, nas situações de aprendizagem, aprofundar seu entendimento sobre as condições de vida e saúde da população e se preparar para uma ação de intervenção solidária que vise à transformação dessas condições. No terceiro tema, orientados pelos conhecimentos da citologia, genética, bioquímica e por conhecimentos tecnológicos, os alunos poderão, em situações práticas, perceber que todas as formas de vida são reconhecidas pela sua organização celular, evidência de sua origem única. Esses conhecimentos são fundamentais para que possam se situar e se posicionar no debate contemporâneo sobre as tecnologias de manipulações da vida. No quarto tema, com auxílio da zoologia, da botânica e das Ciências ambientais, os alunos poderão entender como a vida se diversificou a partir de uma origem comum e dimensionar os problemas relativos à biodiversidade. No quinto e sexto temas, a citologia, a genética, a evolução, mas também a zoologia, a fisiologia e a botânica vão dar referências aos alunos para que analisem questões que acompanham a história da humanidade como a origem da vida, da vida humana e seu futuro no planeta, até questões mais recentes envolvendo, por exemplo, a clonagem e a decifração do genoma humano. (BRASIL, 2002b, p. 41)

Os seis temas estruturadores estão didaticamente subdivididos em quatro unidades temáticas, como se referem os PCN+ (BRASIL, 2002b). O quadro 2 mostra os temas e as unidades temáticas apontadas pelos PCN+.

Tema	Unidade Temática
Interação entre os seres vivos	1. A interdependência da vida; 2. Os movimentos dos materiais e da energia na natureza; 3. Desorganizando os fluxos da matéria e da energia; e 4. Problemas ambientais brasileiros e o desenvolvimento sustentável.
Qualidade de vida das populações humanas	1. O que é saúde?; 2. A distribuição desigual da saúde pelas populações; 3. As agressões à saúde das populações; e 4. Saúde ambiental.
Identidade dos seres vivos	1. A organização celular da vida; 2. As funções vitais básicas; 3. DNA: a receita da vida e o seu código; e 4. Tecnologias de manipulação do DNA.
Diversidade da vida	1. A origem da diversidade; 2. Os seres vivos diversificam os processos vitais; 3. Organizando a diversidade dos seres vivos; e 4. A diversidade ameaçada.
Transmissão da vida, ética e manipulação gênica	1. Os fundamentos da hereditariedade; 2. Genética humana e saúde; 3. Aplicações da engenharia genética; e 4. Os benefícios e os perigos da manipulação genética: um debate ético.
Origem e evolução da vida	1. Hipóteses sobre a origem da vida e a vida primitiva; 2. Idéias evolucionistas e evolução biológica; 3. A origem do ser humano e a evolução cultural; e 4. A evolução sob intervenção humana.

Quadro 2. Temas e Unidades temáticas para o ensino de Biologia dos PCN+.

Além de descrever os conteúdos a serem abordados em cada um dos seis temas estruturadores e em cada uma de suas unidades temáticas, os PCN+ explicitam quais competências podem ser desenvolvidas em cada tema estruturador e as sugestões de atividades que podem ser realizadas em cada unidade temática.

No que diz respeito aos conteúdos, os PCN+ afirmam que pretendem apresentar possibilidades e destacar os aspectos essenciais à vida e à vida humana que vão ser trabalhados por meio dos conhecimentos científicos referidos na prática. Assim como no Ensino Fundamental, os temas estruturadores do Ensino Médio também cobrem todos os temas que os alunos deveriam dominar para cumprir as tarefas propostas pelo PISA de Ciências. No entanto, sabemos que os parâmetros curriculares fartamente distribuídos, na tentativa de produzir mudanças e orientar, fazem bem pouco uso do considerável montante de informações existentes sobre mudanças e reformas do Ensino de Ciências. Segundo Krasilchik (2000), os cientistas e pesquisadores foram alijados da produção de documentos que vêm levantando controvérsias entre os especialistas e dificuldades para os docentes. Sendo assim, acreditamos e concordamos com a autora anteriormente citada que caberá aos cientistas influir colaborando para formular propostas curriculares atualizadas, relevantes e realistas, não só indicando as impropriedades, omissões e propostas discutíveis, mas também propondo linhas de trabalho, sugestões para reformulação, mudanças e substituição. Merecem também uma análise detida para uso mais profundo e abrangente dos dados obtidos nos inúmeros processos de avaliação empreendidos pelo INEP e pelos sistemas de várias unidades da federação para que sejam identificados os pontos necessitados de intervenção como orientação para melhorar o processo educativo em todos os níveis e a confecção dos planos nacional e estaduais de educação. A seguir, passaremos a analisar, através de um estudo exploratório, os dados obtidos pelos alunos brasileiros no PISA 2006.

2 O PISA

O PISA – *Programme for International Student Assessment* – que em português, foi traduzido como Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes – é um programa internacional de avaliação comparada, aplicado a uma amostra de estudantes de 15 anos de idade. Para o Programa, esta é a idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países. Esse programa é desenvolvido e coordenado internacionalmente pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE, havendo em cada país participante uma coordenação nacional. No Brasil, o PISA é coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP.

As avaliações do PISA acontecem a cada três anos e abrangem três áreas do conhecimento – Leitura, Matemática e Ciências – havendo, a cada edição do programa, maior ênfase em uma dessas áreas. A primeira edição, em 2000, focou Leitura, seguida por Matemática em 2003. Em 2006, como mencionado anteriormente, o foco foi Ciências e em 2009, Leitura novamente.

O objetivo principal do PISA é produzir indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação ministrada nos países participantes, de modo a subsidiar políticas de melhoria da educação. A avaliação procura verificar até que ponto as escolas de cada país participante estão preparando seus jovens para exercerem o papel de cidadãos na sociedade contemporânea. Além de avaliar as competências dos estudantes em Leitura, Matemática e Ciências, o PISA coleta informações básicas para a elaboração de indicadores contextuais, os quais possibilitam relacionar o desempenho dos alunos às variáveis demográficas, socioeconômicas e educacionais. Essas informações são coletadas por meio da aplicação de questionários específicos para os alunos e para as escolas. Os resultados desse estudo podem ser utilizados pelos governos dos vários países envolvidos, como instrumento de trabalho na definição e/ou refinamento de políticas educativas tendentes a tornar mais efetiva a formação dos jovens para a vida futura e para a participação ativa na sociedade.

Como dito anteriormente, o PISA avalia as competências e habilidades ao fim da escolarização básica e examina o grau de preparação dos jovens para a vida adulta e, até certo ponto, a efetividade dos sistemas educacionais de diferentes países. Esta efetividade refere-se às realizações dos objetivos subjacentes dos sistemas educacionais, como definidos pela sociedade. Ou seja,

> uma visão do Ensino Médio de caráter amplo, de forma que os aspectos e conteúdos tecnológicos associados ao aprendizado científico e matemático sejam parte essencial da formação cidadã de um sentido universal e não somente de sentido profissionalizante. (BRASIL, 1998, p.10).

O conhecimento, as habilidades e competências, definidos pela OCDE, e foco da avaliação, medidos nos testes cognitivos, refere-se mais às virtudes pessoais, competências diversas, atitudes e disposições sociomotivacionais do que com a aprendizagem escolar sistemática, assimilada de forma automática e sem conexão com o mundo real (ORTIGÃO; AGUIAR, 2010). Esta concepção remete ao significado de letramento científico e para o conjunto de significados e implicações que ele suscita.

2.1 **O letramento científico**

O conceito de letramento é bem recente no cenário educacional brasileiro. Baseado nos estudos de Street (1984) este conceito passou a integrar o discurso de especialistas das áreas de Educação e Linguística, principalmente, a partir das discussões iniciadas por Kleiman (1995) e Soares (1998, 2002, 2004).

Segundo Soares (1998), a palavra letramento

> [...] é a versão para o português da palavra da língua inglesa litteracy. [...], que corresponde ao estado ou condição que assume aquele que aprende a ler e escrever. Implícita nesse conceito está a ideia de que a escrita traz consequências sociais, culturais, políticas, econômicas, cognitivas, linguísticas, quer para o grupo social em que seja introduzida, quer para o indivíduo que aprenda a usá-la. Em outras palavras: do ponto de vista individual, o aprender a ler e escrever - alfabetizar-se, deixar de ser analfabeto, tornar-se alfabetizado, adquirir a 'tecnologia' do ler e escrever e envolver-se nas práticas sociais de leitura e de escrita - tem conseqüências sobre o indivíduo, e altera seu estado ou condição em aspectos sociais,

> psíquicos, culturais, políticos, cognitivos, lingüísticos e até mesmo econômicos; do ponto de vista social, a introdução da escrita em um grupo até então ágrafo tem sobre esse grupo efeitos de natureza social, cultural, política, econômica, lingüística. O 'estado' ou a 'condição' que o indivíduo ou grupo social passam a ter, sob o impacto dessas mudanças, é que é designado por *litteracy* (SOARES, 1998, p. 17-18).

As discussões em torno dos processos de escolarização da leitura e da escrita, em especial a partir dos estudos de Soares, passam a considerar mais fortemente esse seu aspecto sociocultural. Alguns autores, contudo, ao priorizar uma das dimensões do letramento (individual ou social), explicitam definições diferentes de letramento, o que tem se constituído uma dificuldade a mais para os estudos que abordam o tema. Há especialistas que chegam a sugerir a existência de letramentos, no plural. Para eles,

> seria, provavelmente, mais apropriado referirmo-nos a "letramentos" do que a um único letramento, e devemos falar de letramentos, e não de letramento, tanto no sentido de diversas linguagens e escritas, quanto no sentido de múltiplos níveis de habilidades, conhecimentos e crenças, no campo de cada língua e/ou escrita (STREET, 1984, p.47).

Soares (2002), no entanto, deixa claro que há imprecisão na conceituação do termo letramento. Ao opor, em sua concepção, letramento e analfabetismo, entende a alfabetização (aquisição do código da leitura e da escrita pelo sujeito) como pré-requisito para o letramento (apropriação e uso social da leitura e da escrita pelo sujeito). É nesse sentido que, para a autora, o fato de estarmos vivendo hoje, a introdução na sociedade, de novas e incipientes modalidades de práticas sociais de leitura e de escrita, favorecidas pelas recentes tecnologias de comunicação eletrônica (acrescentaríamos também a armazenagem de dados) – o computador, a rede (web), a internet – é propício a tornar o conceito de letramento mais claro e preciso.

Kleiman (1995) define letramento "como um conjunto de práticas sociais que usam a escrita, enquanto sistema simbólico e enquanto tecnologia, em contextos específicos, para objetivos específicos". Assim, considera que a leitura e a escrita se constituem em atividades sociais tais como ler um manual ou pagar contas e, portanto, devem ser encaradas como atividades que servem a um propósito e não como atividades fim.

2.2 **O letramento científico no PISA**

O PISA é desenhado a partir da ideia de aprendizagem como um processo dinâmico, em que novos conhecimentos e habilidades devem ser continuamente adquiridos, para uma adaptação bem sucedida em um mundo em constante transformação. Para refletir a amplitude dos conhecimentos, habilidades e competências que estão sendo avaliados, usa-se o conceito de letramento, que remete para

> a capacidade de empregar o conhecimento científico para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidências sobre questões científicas. Também faz parte do conceito de letramento científico a compreensão das características que diferenciam a ciência como uma forma de conhecimento e investigação; a consciência de como a ciência e a tecnologia moldam nosso meio material, cultural e intelectual; e o interesse em engajar-se em questões científicas, como cidadão crítico capaz de compreender e tomar decisões sobre o mundo natural e as mudanças nele ocorridas (BRASIL, 2008, p. 34).

No Pisa, o letramento científico refere-se tanto à compreensão de conceitos científicos como à capacidade de aplicar esses conceitos e pensar sob uma perspectiva científica. Portanto, está associado à capacidade de ir além da simples aquisição de conhecimentos, demonstrando competência para aplicar esses conhecimentos em situações do dia-a-dia. Ou seja, o PISA procura ir além do conhecimento escolar, examinando a capacidade dos alunos em analisar, raciocinar e refletir ativamente sobre seus conhecimentos e experiências, enfocando competências que serão relevantes para suas vidas futuras.

O letramento científico envolve o uso de conceitos científicos necessários para compreender e ajudar a tomar decisões sobre o mundo natural, bem como a capacidade de reconhecer questões científicas, fazer uso de evidências, tirarem conclusões com base científica e comunicar essas conclusões. Neste sentido, as propostas mais adequadas para um Ensino de Ciências coerente com tal direcionamento devem favorecer a uma aprendizagem comprometida com as dimensões sociais, políticas e econômicas que permeiam as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.

Essas noções estão de acordo com o que propõem os documentos curriculares oficiais – Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1998) – e Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – DCNEM (BRASIL, 2006) –, que sugerem que o Ensino de Ciências deve ser orientado para uma reflexão mais crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida de cada cidadão. É preciso preparar os jovens para que sejam capazes de participar, de alguma maneira, das decisões que se tomam nesse campo, já que, em geral, são disposições que, mais cedo ou mais tarde, terminam por afetar a vida de todos. Essa participação deverá ter como base o conhecimento científico adquirido na escola e a análise pertinente das informações recebidas sobre os avanços da ciência e da tecnologia.

Assim, o PISA procura verificar a operacionalização de esquemas cognitivos em termos de:

- conteúdos ou estruturas do conhecimento que os alunos precisam adquirir em cada área;
- competências para aplicação desses conhecimentos;
- contextos em que conhecimentos e competências são aplicados.

O PISA 2006 avaliou a capacidade de realizar tarefas relacionadas a Ciências em uma série de situações que afetam a vida dos estudantes, seja em termos pessoais, seja na sua convivência social. O desempenho dos estudantes foi avaliado em termos de seus conhecimentos e competências científicas. São três as competências amplas avaliadas pelo PISA:

•Identificar questões científicas:

•Reconhecer questões possíveis de se investigar cientificamente;

•Identificar palavras-chave para pesquisa de informações científicas;

•Reconhecer traços marcantes da investigação científica.

• Explicar fenômenos cientificamente:

•Aplicar o conhecimento de Ciências em situações específicas;

•Descrever ou interpretar fenômenos cientificamente e prever mudanças;

•Identificar descrições apropriadas, explicações e previsões.

• Usar evidência científica:

•Interpretar evidências científicas, tomar e comunicar decisões;

•Identificar os pressupostos, evidências e a lógica que embasa as conclusões;

•Refletir sobre as implicações sociais da ciência e do desenvolvimento tecnológico.

As tarefas que os estudantes precisavam cumprir no PISA 2006 requeriam conhecimentos científicos de dois tipos:

• Conhecimento de Ciências:

•Sistemas físicos: estrutura e propriedades da matéria, mudanças químicas da matéria, força e movimento, energia, interação entre energia e matéria;

•Sistemas vivos: células, seres humanos, populações, ecossistemas, biosfera;

•Terra e sistemas espaciais: estruturas da Terra e seus sistemas, energia e mudanças nos sistemas da Terra, história da Terra, a Terra no espaço.

•Sistemas tecnológicos: relações entre ciência e tecnologia, o papel da tecnologia científica, conceitos e princípios importantes.

• Conhecimento sobre ciência:

•Investigação científica: origem, objetivos, métodos, características;

•Explicações científicas: tipos, formatos, resultados.

O Quadro 3 apresenta um resumo dos marcos referenciais do PISA, em termos do letramento científico que o programa avalia.

Aspectos que compõem a avaliação em Ciências no PISA 2006	**Especificação**
Definição e características	O grau em que um indivíduo: • Possui conhecimento científico e o emprega para identificar perguntas, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos cientificamente e extrair conclusões sobre evidências científicas; • Entende as características que diferenciam a ciência como uma forma de conhecimento e investigação; • Demonstra saber como a ciência e a tecnologia influenciam nosso ambiente material, intelectual e cultural; • Demonstra interesse por temas científicos. O *letramento científico* refere-se tanto à compreensão de conceitos científicos como à capacidade de aplicar esses conceitos e pensar sob uma perspectiva científica.

(Continua na próxima página)

(Continuação)

Aspectos que compõem a avaliação em Ciências no PISA 2006	Especificação
Domínio de conhecimento	Conhecimento *de Ciência* como: • Sistemas físicos; • Sistemas vivos; • Terra e sistemas espaciais; • Sistemas tecnológicos. Conhecimento *sobre Ciência* como: • Investigação científica; • Explicações científicas.
Competências	Tipos de tarefas ou processos científicos: • Identificar questões científicas; • Explicar fenômenos cientificamente; • Utilizar evidência científica.
Contexto e situação	A área de aplicação da ciência, centrada em seu emprego em relação a contextos pessoais e globais, como: • Saúde; • Recursos naturais; • Meio ambiente; • Fenômenos naturais; • Limites da ciência e da tecnologia.

Quadro 3. Marcos referenciais de Ciências no PISA 2006. Fonte: Adaptado de BRASIL, 2008

2.3 **Medida da competência: a Teoria da Resposta ao Item (TRI)**

A Teoria da Resposta ao Item –TRI – consiste em um conjunto de modelos estatísticos que tornam visíveis os traços latentes de um indivíduo. No contexto da avaliação educacional, os traços latentes são as competências cognitivas dos alunos e, neste estudo, o letramento científico. De acordo com Valle (2001) o que esta metodologia sugere são algumas formas de representar a relação entre a probabilidade de um aluno responder corretamente a um item e seus traços latentes ou habilidade na área de conhecimento avaliada.

Para se compreender a contribuição da TRI para a pesquisa educacional, é preciso, primeiramente, reconhecer que esta abordagem toma como unidade de análise o item e não o teste. O teste é apenas um conjunto de itens, todos, entretanto, referenciados a uma mesma competência. Para se elaborar adequadamente um teste, é preciso conhecer o comportamento de cada item, ou

seja, a curva característica do item, que estabelece a relação entre o escore ou proficiência do aluno e a probabilidade de acertar o item.

Assim, todas as curvas características de itens são crescentes, ou seja, quanto maior a proficiência do aluno maior a chance de acertar o item. A Figura 1 mostra a curva de três itens, ilustrando o fato que há inúmeros comportamentos possíveis para a curva característica de um item. Pode ter itens para os quais a probabilidade de acerto é alta, mesmo para alunos de profiCiências baixas, como é o caso do item 1 e itens em que a chance de acerto é substancial apenas para valores altos da proficiência, como é o caso do item 3.

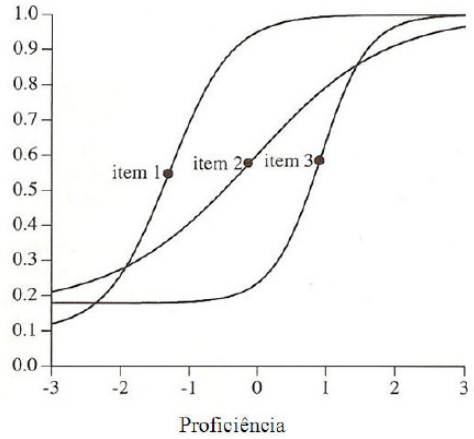


Figura 1. Curva característica de três itens. Fonte: UBRIACO, 2009.

A TRI é construída com dois pressupostos: Unidimensionalidade e Independência Local. A Unidimensionalidade significa que apenas um traço latente é medido pelo conjunto de itens que compõem o teste, ou seja, todos os itens necessitam de uma mesma Competência para sua solução. A Independência Local estabelece que as respostas de um indivíduo a diferentes itens de um teste são estatisticamente independentes. Portanto, a probabilidade de acerto de um item depende exclusivamente do traço medido e do comportamento do item e não da ordem do item dentro do teste, das condições físicas do examinando no momento do teste etc. Cada item informa algo sobre a proficiência do aluno.

Definidos os itens do teste e conhecidas as suas curvas, a proficiência de cada aluno é obtida considerando-se essas curvas e, naturalmente, as respostas escolhidas pelo aluno para cada item. A proficiência atribuída a cada aluno é o valor que dá maior probabilidade de observação do perfil de respostas produzido por cada

aluno. Isso é uma aplicação do famoso princípio da máxima verossimilhança, no qual estão baseadas todas as técnicas estatísticas de análise de dados.

Como resultado de tudo isso, a proficiência do aluno não é equivalente ao número de itens acertados pelo aluno. Depende de quais itens o aluno acertou ou errou. Ou seja, em um teste de 20 itens é possível que um aluno que acertou 15 itens tenha proficiência maior do que um que acertou 17 itens. Basta que o segundo aluno tenha acertado os itens mais fáceis, e o primeiro, os itens mais difíceis. Em outras palavras, a proficiência ou nota atribuída pela TRI depende de quais itens o aluno acertou e não apenas do total de acertos. Essa é a mudança de maior visibilidade em relação ao processo usual. Por todas essas flexibilidades, atualmente, a metodologia da TRI é amplamente empregada para a construção de Escala de Proficiência.

Para facilitar a interpretação dos resultados, o PISA estabeleceu em cada domínio ou área de avaliação vários níveis de desempenho, baseados na classificação da pontuação associada às habilidades que os estudantes devem possuir para alcançar a pontuação correspondente. Segundo a própria OCDE, a classificação possui dois objetivos: permite catalogar o desempenho dos estudantes e descrever o que são capazes de fazer. O Quadro 4 apresenta as habilidades dos alunos no que diz respeito ao letramento científico em cada um dos níveis de competência do PISA 2006.

Nível/Média	**O que os estudantes em geral podem fazer em cada nível**
Nível 1 De 334,9 a 409,5	No Nível 1, os estudantes têm limitado conhecimento científico, de forma tal que só conseguem aplicá-lo em algumas poucas situações familiares. Eles são capazes de apresentar explicações científicas óbvias e tirar conclusões de evidências explicitamente apresentadas.
Nível 2 De 409,5 a 484,1	No Nível 2, os estudantes têm conhecimentos científicos razoáveis para fornecer explicações científicas em contextos familiares ou para tirar conclusões baseadas em investigações simples. São capazes de refletir de forma direta e de fazer interpretações literais de resultados de pesquisas científicas ou de soluções de problemas tecnológicos.
Nível 3 De 484,1 a 558,7	No Nível 3, os estudantes são capazes de identificar questões científicas claramente definidas em uma série de contextos. Podem selecionar fatos e conhecimentos para explicar fenômenos e aplicar modelos simples e estratégias de pesquisa. Podem interpretar e usar conceitos científicos de diferentes disciplinas e aplicá-los diretamente. Podem, ainda, dissertar sobre os fatos e tomar decisões baseadas em conhecimento científico.

(Continua na próxima página)

(Continuação)

Nível/Média	O que os estudantes em geral podem fazer em cada nível
Nível 5 **De** 633,3 a 707,9	No Nível 5, os estudantes são capazes de identificar componentes científicos em muitas situações complexas da vida, de aplicar tanto conceitos científicos como conhecimento sobre Ciências a essas situações, e conseguem comparar, selecionar e avaliar evidências científicas apropriadas para responder a situações da vida. Os estudantes neste nível podem utilizar habilidades de pesquisa bem-desenvolvidas, de relacionar apropriadamente conhecimentos e de refletir criticamente sobre as situações. São capazes, também, de construir explicações baseadas em evidências e argumentos baseados em sua análise crítica.
Nível 6 Acima de 707,9	No Nível 6, os estudantes podem identificar com segurança, explicar e aplicar conhecimentos científicos e conhecimento sobre Ciências em uma grande variedade de situações complexas de vida. Eles são capazes de relacionar diferentes fontes de informação e de usar evidência retirada de tais fontes para justificar decisões. Eles demonstram claramente e de forma consistente uma capacidade de reflexão científica avançada, e demonstram vontade de usar seu conhecimento científico para resolver questões científicas e tecnológicas novas. Os estudantes neste nível podem, ainda, usar o conhecimento científico e desenvolver argumentos para embasar recomendações e decisões centradas em situações pessoais, sociais e globais.

Quadro 4. Descrição das habilidades em Ciências e distribuição percentual de alunos em cada nível de proficiência no PISA 2006. Fonte: Adaptação livre de INEP, 2008.

3 QUESTÕES DE PESQUISA, DADOS UTILIZADOS E ABORDAGEM METODOLÓGICA

Neste capítulo apresentamos o delineamento da pesquisa e as decisões tomadas em seu processo de construção. Como informado anteriormente, este estudo teve por intuito investigar, a partir dos dados do PISA 2006, a formação científica de jovens brasileiros. O PISA, como vimos no capítulo anterior, sigla do Programme for International Student Assessment – Programa Internacional para a Avaliação de Alunos –, é uma proposta de avaliação promovida pela OCDE (Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico), uma entidade intergovernamental dos países industrializados que atua em modo de foro de promoção do desenvolvimento econômico e social de seus membros. Nas avaliações, além desses membros, tomam parte também outros países, que atuam sob o rótulo de países convidados. A avaliação de 2006, foco do presente trabalho, teve a participação de 30 países membros da OCDE e de 27 convidados. Desses 57 países, seis eram latino-americanos: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, México e Uruguai, sendo México o único desse grupo que é membro da OCDE.

A aplicação do PISA 2006 envolveu 630 escolas brasileiras que possuíam alunos de 15 anos matriculados na 7.ª ou na 8.ª série do Ensino Fundamental (atuais 8º e 9º anos) ou em qualquer série do Ensino Médio (denominados alunos elegíveis). A amostra de escolas, construída com base no Censo Escolar, foi definida pela Westat, instituição norte-americana que integra o Consórcio Internacional que administra o PISA, e teve como estratos principais as 27 unidades da federação. Na seleção da amostra entraram, também, como substratos: a dependência administrativa (privada, pública estadual ou federal e pública municipal), o IDH – Índice de Desenvolvimento Humano – do município (acima ou abaixo da média estadual), a localização da escola (rural ou urbana, da capital ou interior) e o porte da escola (grandes, com 20 alunos elegíveis ou mais; médias, com 10 a 19 alunos elegíveis; pequenas, com menos de 10 alunos elegíveis).

Os alunos elegíveis das escolas selecionadas para participar do PISA foram informados pelas próprias escolas, com as respectivas datas de nascimento e série em curso. Em seguida, foram listados e sorteados a partir de um *software* específico

para este fim, fornecido pelo Consórcio Internacional que administra o PISA (todos os países participantes utilizam o mesmo *software*). A amostra brasileira continha, ao final desse processo, 11.771 alunos, que foram selecionados nestas 630 escolas. Da avaliação participaram, no entanto, 9.345 alunos, uma vez que muitos deles haviam sido transferidos das escolas durante o mês de julho ou estavam ausentes ou, ainda, recusaram-se a participar, já que a avaliação não é obrigatória.

A avaliação do PISA abrange a aplicação de testes aos alunos e questionários contextuais. Os testes contêm itens abertos e de múltipla escolha, que são elaborados por um grupo de especialistas dos países participantes e que, posteriormente, passam pela análise de outros especialistas. São feitas adaptações para cada país e há muito cuidado com as traduções. Os itens são, também, submetidos a uma pré-testagem [3]. Dados contextuais são obtidos com o preenchimento de questionários pelos alunos, por meio de questões que captam sobre seu *background*, seus hábitos de estudo e de aprendizagem, seu envolvimento e motivação no processo de aprendizagem e as expectativas que têm em relação a si próprios. Dessa forma, além de o programa medir a Competência dos alunos, fornece outros dados relevantes como, por exemplo, indicadores contextuais relacionando resultados de desempenho às características do estudante e da escola, ao gênero e a diferentes grupos socioeconômicos. Enfim, uma grande base de dados[4] é disponibilizada para o planejamento de políticas educacionais. E foi a partir dessa base de dados e através do pacote estatístico SPSS, acrônimo de Statistical Package for the Social Sciences que buscamos descrever a formação científica de jovens brasileiros e analisar alguns fatores que poderiam estar relacionados ao desempenho no teste de Ciências do PISA 2006. Para a realização do estudo, nossos objetivos desdobraram-se nas seguintes questões de pesquisa.

- Qual a percepção dos alunos brasileiros que participaram do PISA 2006 sobre Ciências?
- Como o Brasil se situa no contexto internacional no que se refere às competências científicas priorizadas por esta avaliação?

---

[3] Uma descrição detalhada do desenvolvimento dos instrumentos de avaliação do PISA encontra-se em OCDE, 2007.

[4] Muitos desses dados podem ser acessados no próprio site do programa, através do link <http://pisacountry.acer.edu.au/>.

- Que características dos estudantes estão associadas aos seus resultados no teste de Ciências aplicado pelo PISA 2006?

Para responder as questões acima, conduzimos nossas análises baseando-nos em duas lógicas principais: descrição e explicação. A primeira está norteada principalmente pela discussão da estatística descritiva, que compreende as análises univariadas e bivariadas. Os resultados destas análises estão apresentados e discutidos nos capítulos 5, 6 e 7. Ressaltamos a importância deste tipo de análise por acreditarmos que nenhuma modelagem pode prescindir de uma análise exploratória, possibilitando ao pesquisador o conhecimento do comportamento das variáveis (BABBIE, 1999).

O segundo tipo de análise – explicativa – foi realizado por meio de métodos de regressão linear, uma vez que um de nossos objetivos neste trabalho é o de investigar o efeito de diferentes variáveis sobre o desempenho em Ciências dos estudantes brasileiros. Vale lembrar que a escolha das variáveis utilizadas aqui está em consonância com aquelas encontradas na literatura educacional em cujos resultados aparecem recorrentemente como fatores que impactam o desempenho de alunos em avaliações de larga escala. Para estimar os modelos de regressão linear, assumimos, em todos os casos, a proficiência em Ciências como variável dependente, uma vez que é esta que buscamos explicar. Em uma regressão linear, o coeficiente estimado associado a uma variável permite mensurar o seu efeito para um determinado conjunto de dados.

As variáveis utilizadas neste estudo foram selecionadas a partir da base de alunos e também da escola. As variáveis selecionadas na base escola foram agregadas à base alunos. O quadro a seguir apresenta as variáveis usadas na modelagem. Nossa opção neste momento foi a de apresentar apenas as variáveis utilizadas nas modelagens, embora um conjunto bem maior tenha sido testado. Ressaltamos que as questões que nos auxiliaram a descrever a percepção sobre Ciências dos jovens brasileiros estão apresentadas no capítulo 4.

Variável	Tipo	Descrição e Codificação
Proficiência em Ciências (pv1scie)	Contínua	Indica a proficiência em Ciências. Variável construída pelo Consórcio PISA por meio da TRI.
Nível Socioeconômico e cultural (Escs)	Contínua	Indica o status econômico, social e cultural dos alunos. Variável construída pelo Consórcio PISA por meio da TRI. A variável foi recodificada e quatro dummies: D1=Nível socioeconômico Muito Baixo; D2=Nível socioeconômico Baixo; D3=Nível socioeconômico Médio; e D4=Nível socioeconômico Alto.
Rede (Sc02q01)	Nominal	Indica a dependência administrativa da escola. A variável foi agregada à base de alunos e, em seguida, foi recodificada de modo a obter-se duas dummies: D1=pública e D2=particular.
Situação do Aluno (SitAluno)	Ordinal	Indica a situação do Aluno enquanto defasado ou não defasado. A variável foi obtida através da computação e recodificação da variável original do PISA (st01q01), de modo a obter-se duas dummies: D1=Defasado e D2=Não defasado.
Níveis de Desempenho (ProfiCiências)	Ordinal	Indica os Níveis de Desempenho no PISA. Variável obtida através da computação e recodificação da variável pv1scie de forma que 0=alunos com média inferior a 357.77; 1=aluno com média entre 357.77 e 420.07; 2=aluno com média entre 420.07 e 482.38; 3=aluno com média entre 482.38 e 544.68; 4=aluno com média entre 544.68 e 606.99; 5=aluno com média entre 606.99 e 669.30; e 6=aluno com média superior a 669.03.
Ano (st01q01)	Ordinal	Indica o ano escolar em que o aluno se encontrava em 2006 (7=8º ano do EF; 8=9º ano do EF; 9=1º ano do EM; 10=2º ano do EM e 11=3º ano do EM).
Posse de Computador (st13q04)	Ordinal	Indica a quantidade de alunos que possuem computador em casa. (1=sim e 2=não)
Posse de Internet (st13q06)	Ordinal	Indica a quantidade de alunos que possuem acesso a Internet em casa. (1=sim e 2=não)
Aulas Regulares (st31q01)	Ordinal	Indica o número de aulas de Ciências semanais dos alunos participantes. A variável foi recodificada de modo a obter-se três dummies: D1=menos de 2 horas por semana; D2=de 2 a 4 horas por semana e D3=mais de 4 horas por semana.
Escolaridade dos Pais (EscPais)	Ordinal	Indica o mais alto nível de escolaridade dos pais. A variável foi recodificada de modo a obter-se seis dummies: D1=sem escolaridade; D2=atingiu o primeiro ciclo do EF; D3=atingiu o segundo ciclo do EF; D4=atingiu o EM; D5=atingiu o ES e D6=escolaridade desconhecida.

Quadro 5. Descrição das principais variáveis utilizadas.

Na sequência, apresentamos os modelos implementados por meio de regressão linear. Os modelos que testamos aqui são desenhados e descritos no quadro a seguir.

Modelo	Desenho	Descrição
1	ProfiCiências = $\beta_0 + \beta_1$(escola pública) + e	**β_0** é a média dos alunos oriundos de escolas particulares; **β1** indica o quanto os resultados de Ciências de alunos oriundos de escola pública difere daqueles da rede particular.
2	ProfiCiências = $\beta_0 + \beta_1$(escola pública) + β_2(NSE Muito Baixo) + β_3(NSE Baixo) + β_4(NSE Médio) + e	**β_0** é a média dos alunos de escola particular e que possuem Nível Socioeconômico Alto; **β1** indica o quanto os resultados de Ciências de alunos de escola pública difere daqueles de escolas particular; **β2** indica o quanto os resultados de Ciências de alunos de escola pública e de Nível socioeconômico muito baixo difere daqueles de escola particular e de nível socioeconômico alto; **β3** indica o quanto os resultados de Ciências de alunos de escola pública e de Nível socioeconômico baixo difere daqueles de escola particular e de nível socioeconômico alto; **β4** indica o quanto os resultados de Ciências de alunos de escola pública e de Nível socioeconômico médio difere daqueles de escola particular e de nível socioeconômico alto.
3	ProfiCiências = $\beta_0 + \beta_1$(defasado) + e	**β_0** é a média dos alunos que não passaram pela experiência da reprovação; **β1** indica o quanto os resultados de Ciências de alunos defasados difere daqueles ditos não defasados.
4	ProfiCiências = $\beta_0 + \beta_1$(defasado) + β_2(NSE Muito Baixo) + β_3(NSE Baixo) + β_4(NSE Médio) + e	**β_0** é a média dos alunos que não passaram pela experiência da reprovação e que possuem Nível Socioeconômico Alto; **β1** indica o quanto os resultados de Ciências de alunos defasados difere daqueles ditos não defasados; **β2** indica o quanto os resultados de Ciências de alunos defasados e de Nível socioeconômico muito baixo difere daqueles ditos não defasados e de nível socioeconômico alto; **β3** indica o quanto os resultados de Ciências de alunos defasados e de Nível socioeconômico baixo difere daqueles ditos não defasados e de nível socioeconômico alto; **β4** indica o quanto os resultados de Ciências de alunos defasados e de Nível socioeconômico médio difere daqueles ditos não defasados e de nível socioeconômico alto.
5	ProfiCiências = $\beta_0 + \beta_1$(SemEsc) + e	**β_0** é a média dos alunos filhos de pais escolarizados; **β1** indica o quanto os resultados de Ciências de alunos filhos de pais que não passaram pelo processo de escolarização difere daqueles filhos de pais escolarizados.

Quadro 6. Descrição dos modelos estimados.

4 IMAGENS DA CIÊNCIA

As primeiras pesquisas que buscaram construir indicadores em Ciência e Tecnologia (C&T) surgiram nos Estados Unidos nas décadas de 1950 e 1960. Os indicadores de percepção pública da C&T permitem verificar o posicionamento da sociedade no que se refere à formulação e desenvolvimento de políticas públicas em C&T, assim como no planejamento de ações de popularização da Ciência. Desde 1979, a National Science Foundation (NSF) faz pesquisas regulares de opinião junto à população para aferir o interesse por C&T e o conhecimento de conceitos e temas científicos.

O contexto brasileiro, no final dos anos 1980, era de organização de uma nova constituição, havendo, assim, a necessidade de se traçar alguns objetivos para incorporação da ciência e da tecnologia na cultura nacional e agilizar os processos de divulgação da ciência no país. Para delimitar a percepção da população em relação a este amplo universo e com o objetivo geral de promover o levantamento do interesse, grau de informação, atitudes, visões e conhecimento que os brasileiros têm da Ciência e Tecnologia, o Ministério da Ciência e da Tecnologia (MCT) encomendou pesquisas nacionais em parceria com diferentes instituições ligadas a Ciência. Publicada no ano de 1987, a pesquisa intitulada “O que o brasileiro pensa da ciência e da tecnologia?”, realizada pelo instituto Gallup, levantou dados sobre:

1. Níveis de Informação sobre Ciência e Tecnologia;
2. Níveis de interesse pela Ciência e por notícias sobre descobertas nos campos científicos e tecnológicos;
3. Imagem da Ciência, de cientistas e pesquisadores;
4. O papel social da ciência e da tecnologia nas esferas quotidianas, profissional e na vida nacional;
5. Conhecimento e apreciação dos órgãos dedicados à pesquisa científica no Brasil;
6. Conhecimento e apreciação dos vários campos de atividade científica e seus setores prioritários;

7. Expectativas em relação a uma política governamental para a área de ciência e tecnologia;
8. Sugestões para itens de uma política nas áreas de Ciências e tecnologia na próxima Constituição.

Os resultados desta pesquisa apontaram que de 7 entre 10 brasileiros, em 1987, tinham algum interesse por ciência e tecnologia (BRASIL, 1987).

> "Pode-se dizer que a grande maioria da população brasileira tem algum ou muito interesse por descobertas científicas. Este interesse alcança 71%, sendo que 31% disseram ter muito interesse. Além disto, 20% dos brasileiros adultos – cerca de 10 milhões de pessoas – estudam ou procuram conhecer melhor algum ramo da ciência." (BRASIL, 1987, p. 19).

O PISA 2006, através do questionário do aluno também possibilitou a investigação da percepção de Ciências dos jovens alunos de 15 anos. Na seção 3 deste questionário, questão 16, aos jovens era solicitado que escolhessem a opção que melhor descrevesse o nível de concordância por eles atribuído a certas afirmativas relacionadas ao interesse por Ciência. Os dados resultantes desta questão são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 1. Distribuição percentual das respostas dos estudantes brasileiros no PISA 2006 à Questão 16 do questionário do aluno: Quanto você concorda com as afirmativas abaixo?

Quanto você concorda com as afirmativas abaixo?	Concorda Plenamente	Concorda	Discorda	Discorda Totalmente
Eu geralmente me divirto quando estou aprendendo temas da Ciência	18.9	54.7	22.4	4
Eu gosto de ler sobre Ciência	22.6	47.4	25.5	4.5
Eu sou feliz resolvendo problemas de Ciências	11.4	37.5	43.3	7.8
Eu gosto de adquirir novos conhecimentos em Ciências	34.3	53.3	9.8	2.6
Eu sou interessado em aprender sobre Ciência	37.4	49.8	10.3	2.5

Exceto na situação colocada de ser feliz resolvendo problemas de Ciências, onde as opiniões aparecem bastante divididas – 48,9% concordam e 51.1 discordam – de forma geral, os alunos brasileiros mostram-se bastante interessados em Ciência. No entanto, as duas últimas afirmativas constantes desta questão, a nosso

ver, capturam melhor e mais objetivamente o interesse dos alunos do PISA pela Ciência. Interessantemente, é nessas duas afirmativas que o nível de concordância é mais expressivo. Em ambos os casos, a parcela de alunos que concorda, ainda que não totalmente, com o fato de gostar de adquirir novos conhecimentos em ciência e se veem interessados por esta, representa mais de 87% da amostra, resultado bastante parecido ao encontrado na pesquisa pública de 1987 com adultos.

A OCDE (2007) desenvolveu, levando em consideração inúmeras outras variáveis, um indicador para medir o interesse geral em Ciências dos alunos participantes. No geral, o Brasil atingiu o índice de 0.51 de média, o que quer dizer que 50% dos alunos brasileiros participantes dessa edição do programa demonstravam algum interesse em Ciência. No entanto, ao comparamos os índices dos alunos no quartil superior com o daqueles no inferior, deparamo-nos com uma diferença significativa. O índice médio entre os alunos do quartil superior, aqueles de maior proficiência e nível social mais alto, foi de 1.73, enquanto que o do inferior de -0.73. Esses números corroboram outros resultados importantes da pesquisa do MCT que indicavam a escolarização como um determinante na moldagem social do cidadão e seu interesse por Ciência e Tecnologia. Esta relação se mostrou mais sensível do que, por exemplo, a relação entre classe socioeconômica e interesse por ciência e Tecnologia. Sendo assim,

> "Pessoas de maior nível de escolaridade, pela sua própria formação cultural, dão maior importância ao desenvolvimento científico e tecnológico do que as pessoas de menor nível de instrução. Quanto melhor informados a respeito dos assuntos culturais, mais as pessoas atribuem ao avanço tecnológico do país um papel de relevo em seu desenvolvimento econômico e social." (BRASIL, 1987, p. 85).

Vinte anos mais tarde, em 2007, o MCT publicou uma pesquisa com o título de "Percepção Pública da Ciência e da Tecnologia" (BRASIL, 2007). Essa pesquisa, assim como a anterior, em 1987, também revelou que o acesso à informação científica varia em função da educação e da renda. O público entrevistado das classes mais abastadas (Classe A) tinha frequentado museus de ciência ou arte, zoológicos, bibliotecas nos últimos 12 meses, mas o público da classe E tinha uma frequência a esses lugares muito próximos de zero. Outro dado que surpreendeu é que 90% dos entrevistados não souberam citar nenhuma instituição de pesquisa

científica do nosso país. Diante deste quadro podemos perceber que os indicadores de C&T estão diretamente ligados à escolaridade da população e seu nível social. Assim estes indicadores mostram-se cada vez mais importantes não só para elaboração e implementação de políticas públicas de ciência e tecnologia, mas para que se possa pensar nos processos de divulgação da ciência por meio da mídia (educação informal) e no próprio Ensino de Ciências realizado pelas vias formais de educação.

Na questão 18, da mesma seção 3 do questionário do aluno do PISA 2006, foram colocadas algumas questões sobre a percepção de vários assuntos relacionados à Ciência. Tais assuntos foram dispostos em afirmativas que se referiam a tópicos que o aluno poderia encontrar na escola ou fora da escola (por exemplo, na televisão) e que estariam relacionados à ciência espacial, biologia, química, Ciências da terra ou física. Através de 4 opções (concorda plenamente, concorda, discorda e discorda totalmente) os alunos demonstraram o quanto concordavam com as afirmativas propostas.

Na Tabela 2 trazemos essas afirmativas, bem como a posição dos alunos em relação a elas.

Tabela 2. Distribuição percentual das respostas dos estudantes brasileiros no PISA 2006 à Questão 18 do questionário do aluno: Quanto você concorda com as afirmativas abaixo?

Quanto você concorda com a afirmativa abaixo?	**Concorda Plenamente**	**Concorda**	**Discorda**	**Discorda Totalmente**
Avanços na ciência em geral melhoram a condição de vida das pessoas	50.5	43.6	5.2	0.7
A ciência é importante para ajudar-nos a entender o mundo natural	50.2	45.9	3.2	0.7
Alguns conceitos em Ciências ajudam-me a ver como eu me relaciono com outras pessoas	22.1	52.9	22.2	2.8
Avanços da ciência em geral ajudam a melhorar a economia	27.2	50.6	19.6	2.6
Vou usar a ciência de muitas maneiras quando eu for um adulto	25.2	52.9	18.6	3.3
A ciência é valiosa para a sociedade	43.7	49.6	5.7	1.0
A ciência é muito relevante para mim	32.0	47.0	17.8	3.2
A ciência me ajuda a entender as coisas ao meu redor	37.4	52.4	8.9	1.3
Avanços na ciência geralmente trazem benefícios sociais	30.5	54.0	13.6	1.9
Quando eu sair da escola, haverá muitas oportunidades para eu usar a ciência	26.4	50.3	19.4	3.9

De maneira geral, percebemos que a avaliação dos alunos brasileiros de 15 anos de idade participantes do PISA 2006 é bastante positiva em relação a Ciência. Mais de 75% dos jovens concorda, ainda que não plenamente, que a Ciência se configura importante em todas as diferentes esferas colocadas pelo programa, tais como economia, sociedade e vida particular. No que diz respeito a termos mais gerais, principalmente relacionado ao bem comum, social, como por exemplo o valor da Ciência para a sociedade, a melhoria que a ciência pode trazer para a vida das pessoas e, a capacidade da ciência em permitir um maior entendimento do mundo natural, o percentual de alunos concordantes é bastante expressivo, mais de 90% concorda de alguma forma. Em contra-partida, principalmente nas afirmativas onde se busca aproximar a ciência do indivíduo em si, como é o caso das afirmativas 3, 5, 7 e 10 que trazem o pronome "eu" em sua composição, os índices de discordância ultrapassam os 20%. Apesar do relativo interesse manifestado e da concordância manifestada aos diferentes temas propostos na área de ciência e também tecnologia, os avanços científicos e tecnológicos parecem estar distantes do dia-a-dia de uma parcela significativa dos jovens considerados aqui. Aparentemente, a ciência tem relação com as coisas que estão muito além da compreensão e configura-se em algo abstrato que não está diretamente ligado as pessoas enquanto indivíduos. Muito provavelmente isso pode estar relacionado a forma como a ciência, e também a tecnologia é difundida para a população.

Já em finais da década de 1980, os brasileiros sentiam falta de mais notícias sobre o desenvolvimento científico e tecnológico e consideravam o Brasil atrasado neste terreno. Importante fator de desenvolvimento, a C&T ainda sofre com a falta de visibilidade e a presença no cotidiano nacional. Dados de 2007 e também de 2010 (BRASIL, 2010) – a terceira e mais recente pesquisa nesse âmbito de que temos notícia intitulada "O que o brasileiro pensa da Ciência e Tecnologia" – também apontaram tais resultados.

Em 1987, segundo a opinião da maioria dos brasileiros (66%) os órgãos de comunicação deveriam dar mais notícia sobre as novas descobertas científicas e tecnológicas. Em 2007, a parcela da população que se mostrava insatisfeita com a forma de divulgação pelos meios de informação, principalmente TV e jornal, era de 32% e, em 2010, a proporção de insatisfeitos era de cerca de 20%.

Esses números revelam a existência de uma grande demanda potencial pelo jornalismo científico e por revistas de popularização das Ciências em geral, inclusive mostrando a necessidade de ser empreendido um grande trabalho de divulgação científica. Segundo Oliveira (2001), os avanços já conseguidos pela Ciência no Brasil ainda não são suficientemente conhecidos, a não ser em círculos restritos. Apesar de grande interesse manifestado por Ciência e Tecnologia os dados referentes à percepção da influência da Ciência nas condições de existência indicam que os resultados do avanço científico e tecnológico estão distantes da vida diária das pessoas.

Este fato é tão amplamente reconhecido, que o Relatório Mundial de Ciências da Unesco (1996), apresenta um ensaio sobre a importância e a necessidade do que em inglês é chamado de *scientific literacy,* como já vimos aqui, o letramento científico da população.

Neste relatório, o pesquisador utilizou uma pirâmide para representar a participação política no processo de tomada de decisão em ciência e tecnologia. No topo da pirâmide estão os líderes políticos dos poderes executivo, legislativo e judiciário, responsáveis pela elaboração e execução das decisões políticas; logo abaixo, estão os conselheiros políticos, especialistas que apresentam análises científicas e tecnológicas dos assuntos em pauta, incluindo suas consequências econômicas, para a saúde e bem-estar públicos. O terceiro nível é representado por cientistas, engenheiros e técnicos, e na base da pirâmide está a força de trabalho e o público em geral, a grande maioria dos envolvidos no setor produtivo da economia. É nesta camada da pirâmide que o autor do relatório enxerga a força motriz para mover uma sociedade *scientifically literate*, ou como preferimos chamar aqui, cientificamente alfabetizada.

O pesquisador defendeu esta proposição argumentando que do ponto de vista da prática política e do exercício dos poderes e liberdades democráticas, está claro que o público em geral deve estar incluído na grande base da pirâmide, porque todos os cidadãos estão (ou pelo menos deveriam estar) envolvidos na eleição dos representantes governamentais, que são selecionados tendo como base a sua atuação ou as promessas de plataformas políticas. C&T tem consequências comerciais, estratégicas, burocráticas, e na saúde pública, não nas margens, mas

no âmago destes componentes essenciais do processo político. Uma democracia participativa requer que o eleitorado tenha uma cultura científica para que seja capaz de apoiar, ou não, as propostas e decisões de seus representantes, e endossar ou não a eleição deles, com base em alguma compreensão sobre as implicações destas propostas ou decisões.

O que temos nesta exposição do autor é uma justificativa clara para defender a premissa que o acesso às informações de ciência e tecnologia é fundamental para o exercício pleno da cidadania e, portanto, para o estabelecimento de uma democracia participativa, onde grande parte da população tenha de fato condições de influir com conhecimento em decisões e ações políticas ligadas à C&T. Segundo Oliveira (2001) a formação de uma cultura científica, principalmente em sociedades emergentes como é o caso do Brasil, não é um processo simples ou que possa ser empreendido em pouco tempo. No entanto, pode e deve começar de alguma forma. O acesso às informações sobre C&T, como um dos mecanismos que pode contribuir de maneira efetiva com a formação de uma cultura científica, deve ser facilitado ao grande público carente destas informações, como bem demonstraram as pesquisas encomendadas pelo MCT.

Sobre o acesso a informação científica, o PISA, ainda no questionário do aluno, coloca uma questão sobre o quão regularmente os alunos recorrem aos diferentes meios de comunicação para se informarem. As opções dadas a cada situação foram muito frequentemente, regularmente, às vezes e nunca ou quase nunca. Na tabela a seguir, mostramos as situações assim como a distribuição percentual dos alunos.

Tabela 3. Distribuição percentual das respostas dos estudantes no PISA 2006 à Questão 19 do questionário do aluno: Com que frequência você faz essas atividades?

Com que frequência você...	**Muito frequentemente**	**Regularmente**	**Ás vezes**	**Nunca ou Quase nunca**
Assiste programas de TV sobre Ciência	10.3	29.8	45.7	14.2
Toma emprestado ou compra LIVROS sobre Ciência	7.2	18.5	33.3	41
Visita sites da INTERNET sobre tópicos Científicos	7.4	14.8	26.3	51.5
Ouve programas de RÁDIO sobre avanços da Ciência	7.2	13.7	28.9	50.2
Lê REVISTAS científicas ou artigos científicos em JORNAIS	17.3	25.8	36.8	20.1
Frequenta um CLUBE de Ciência	5.4	9.7	17	67.9

De acordo com os resultados da tabela acima, é possível constatar que apesar de se mostrarem bastante interessados por Ciência, quando questionados sobre a regularidade com a qual buscam informações científicas, os alunos do PISA, e acreditamos que os alunos brasileiros de forma geral, se mostram um tanto quanto apáticos. Assim como nas pesquisas públicas realizadas pelo MCT, 62% dos brasileiros em 2007 e 71% em 2010, os alunos do PISA se utilizam da TV – 85.8% recorrem a essa mídia ainda que de vez em quando - como principal fonte de informação científica. Não é de se estranhar que o rádio e a frequência e participação em clubes de ciência fossem bem menos utilizados como fonte de acesso a informação científica. Isso não foi diferente na pesquisa de 2007, nem tampouco na de 2010. Sobre a frequência a clubes de Ciência, especialmente, a porcentagem de alunos do PISA que dizem nunca ou quase nunca frequentá-los se aproxima de 70%. Esse número pode estar associado ao discutido anteriormente aqui, e também na literatura, assim como na percepção dos brasileiros de maneira geral – na pesquisa do MCT de 2007 os que nunca conversavam com amigos sobre C&T representavam cerca de 60% da população e aqueles que nunca haviam assinado ou participado de manifestações sobre C&T ultrapassavam os 90%. Em 2010, os índices melhoraram, porém não substancialmente, passando a 54% e 90%, respectivamente – de uma ciência que não é para todos, que é e deve ser discutida por alguns apenas.

Causou-nos certo estranhamento o fato de a Internet não ser um dos maiores meios de acesso à informação científica e tecnológica. Apesar de reconhecidamente ser e se tratar de um assunto propriamente de C&T, mais de 50% dos alunos avaliados pelo PISA disseram nunca ou quase nunca recorrer a essa mídia com tais fins. Por pensar que tal resultado pudesse estar associado a falta de acesso, achamos por bem verificar a porcentagem de alunos que possuíam esse recurso em casa. Mais de 40% dos alunos avaliados já possuíam Internet em casa em 2006. No entanto, ao comparamos com os dados da pesquisa pública de 2006, percebemos de 77% da população brasileira também não recorria a Internet para acessar informações de C&T. O resultado melhorou de 2007 para 2010, diminuindo para 65% a parcela daqueles que nunca utilizam a Internet para acessar sites de Ciência, mas continua muito aquém do desejado. Enfim, isso pode estar associado a uma

questão cultural nossa, onde a busca pelo conhecimento não é muito incentivada e/ou desenvolvida. Devemos estimular a consciência em relação a Ciência e a Tecnologia desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, fazendo com que o tema fique cada vez mais em voga, de forma a mostrar não somente a importância, mas a beleza da Ciência, despertando a curiosidade já que ciência nada mais é do que curiosidade sistematizada, até porque, quando perguntados sobre a principal fonte de aprendizado de determinados tópicos em Ciências, os alunos apontam preponderantemente a escola (Tabela 4).

Tabela 4. Distribuição percentual das respostas dos estudantes brasileiros no PISA 2006 às Questões 20 e 23 do questionário do aluno: Aqui há uma lista de tópicos em Ciências e Meio Ambiente. De que fontes, principalmente, você aprendeu cada um desses tópicos?

De que fontes, principalmente, você aprendeu sobre cada um desses tópicos?	**Nenhuma delas, eu não estou certo do que seja isso**	**Escola**	**TV, Rádio, Jornal ou Revista**	**Amigos**	**Família**	**Internet ou Livros**
Fotossíntese	10.5	80.7	11	5.8	4.3	24.5
Formação dos Continentes	5.6	73.3	21	5.2	3.9	25.4
Genes e Cromossomos	11.6	75.2	14.2	4.9	4.2	23
Isolamento Sonoro	14.2	38.7	34.4	14.8	6.5	21.1
Mudanças Climáticas	4.8	60.1	48.5	7.9	9.7	24
Evolução	5.2	68.5	31.1	9.7	11.1	27.3
Energia Nuclear	6.5	62.5	37.2	4.3	4.4	27.1
Saúde e Nutrição	2.2	60.8	42.4	16.5	39.7	29.8
Poluição do Ar	2	78.4	53.0	11.7	15.1	28.1
Escassez de Energia	15.1	47.6	48.2	4.9	9.6	19.1
Extinção de Plantas e Animais	2.3	68.8	55.3	9.5	10.3	26.5
Desmatamento	4.0	61.0	58.7	8.0	10.9	23.9
Escassez de Água	10.9	59.5	52.4	11.3	17.3	24.0
Lixo Nuclear	14.2	55.5	36.8	3.9	4.0	22.5

Como pode se observar na Tabela acima, a escola, seguem-se os meios de comunicação, os amigos e a família. Por esta, dentre outras razões, é que precisamos aumentar os investimentos na criação de políticas que visem a difusão da educação científica, bem como a criação de espaços públicos de debate e promoção da Ciência e da Tecnologia. Dados das pesquisas públicas do MCT revelaram, tanto em 1987, quanto em 2007 e 2010, que mais de 30% dos brasileiros adultos que se auto consideravam desinteressados pela Ciência atribuíam sua falta de interesse ao não entendimento e/ou não apropriação desta. A falta de

conhecimento de determinados tópicos em Ciência e Tecnologia também apareceu de maneira expressiva no PISA 2006. Para além dos dados disponíveis na Tabela 4 acima, onde mais de 10% dos alunos de 15 anos de idade assumem desconhecer temas recorrentes como, por exemplo, escassez de água e energia, estão os dados apresentados na tabela a seguir sobre temas ainda mais direcionados com relação ao meio ambiente e ecologia. A faixa de alunos familiar a temas de importância global é bastante apertada e na maioria das vezes, menor do que a faixa daqueles que dizem nunca ter ouvido nada a respeito.

Tabela 5. Distribuição percentual das respostas dos estudantes brasileiros no PISA 2006 à Questão 22 do questionário do aluno: Quão informado você está sobre as seguintes questões ambientais?

Quão informado você está sobre as seguintes questões ambientais?	**Nunca ouvi falar**	**Já ouvi falar, mas não consigo explicar do que se trata**	**Sei alguma coisa e poderia explicar em linhas gerais**	**Me é familiar e eu poderia explicar bem**
O aumento de gases estufa na atmosfera	5.7	42.1	36.4	15.8
O uso de organismos geneticamente modificados	18.7	45.8	27.6	7.9
Chuva Ácida	11.9	46.5	31.8	9.8
Lixo Nuclear	14.4	47.7	29.8	8.1
As consequências do desmatamento para outro uso da terra	6.2	25.7	36	32.1

Os temas colocados aqui aparecem veiculados na mídia de forma geral e são também aqueles fortemente abordados em projetos multidisciplinares designados como temas transversais e como conteúdos regulares dos eixos temáticos apontados pelos Parâmetros e Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino das Ciências. Mais do que diagnosticar a sensível falta de conhecimento dos alunos brasileiros a cerca de temas de tamanha importância para a sociedade de forma geral, está o fato de na maior parte das vezes, o aluno conhecer o tema, mas não ser capaz de inferir sobre ele. A situação se repete e se reproduz, assim como em 1987, um entre cada cinco brasileiros ainda desconhecia avanços científicos e tecnológicos importantes, como a chegada do homem a Lua, por exemplo, em 2006, através dos dados do PISA, os maiores percentuais de alunos distribuídos na tabela acima, e que ultrapassam a marca de 40% na maioria das vezes, aparecem

alocados justa e juntamente na coluna onde o aluno ainda que demonstre ter ouvido a respeito de determinados assuntos reconheça sua não capacidade e/ou habilidade de explicar o fenômeno. Tais resultados, a partir da percepção do próprio aluno, nos permite enxergar como a formação científica brasileira vem se dando de forma inadvertida e ineficaz nas esferas formal e informal da educação. No âmbito informal, a resposta ao problema talvez esteja na forma como a mídia explora a descoberta e o inédito na ciência, oferecendo ao leitor/expectador a notícia científica da mesma forma que se oferece um produto pronto para consumo. Parece que a mídia e os meios de comunicação de forma geral, as maiores fontes de informação científica no nosso país, são competentes em atrair o interesse do indivíduo para os assuntos da C&T, mas não permitem ou possibilitam que o processo de engajamento se complete, limitando-se a fase de atenção inicial.

No âmbito formal, e para além do Ensino de Ciências, a educação no Brasil se mostra extremamente repetitiva e conteudista, além de conservadora, que aqui entendemos como Anísio Teixeira (1994), no sentido de não permitir nenhum risco, nenhuma experimentação. Nossa educação parece ainda muito baseada na ideia e concepção de certo e errado, do fazer por fazer, o que nos coloca na contramão do que a educação científica se propõe a ser e fazer. Francisco Nóbrega (2012), num texto chamado “A ameaça do Analfabetismo Científico” considera que para compreender os resultados da ciência e sua maneira de trabalhar a realidade, é necessário um longo período na escola. E o que veremos a seguir, e ao que temos ampla referência na literatura, a escola não está cumprindo seu papel. A ciência faz e não faz parte do contexto do aluno, do cidadão. Aprendemos a remeter importância a Ciência e temos o interesse despertado, no entanto, não a utilizamos ou não sabemos utilizá-la para explicar fenômenos cientificamente. A partir dos resultados dos testes cognitivos e da análise das respostas aos itens de Ciências, nos capítulos que se seguem, fica claro que o interesse por Ciências não tem se desdobrado em letramento científico.

5 ESTUDO EXPLORATÓRIO DOS RESULTADOS DO PISA 2006

5.1 A média em Ciências

Durante a maior parte do século XX o Brasil apresentou indicadores educacionais bastante desfavoráveis, não só em comparação com países europeus, mas também em comparação com a maior parte dos países latino-americanos (FRANCO et al, 2007).

A comparação dos resultados obtidos pelos alunos brasileiros coloca o País em situação de desvantagem em relação a quase todos os países que participam do PISA. Os resultados dos desempenhos no PISA em cada domínio do conhecimento são fornecidos em uma escala na qual a média das médias dos países da OCDE é padronizada em 500, com 100 de desvio padrão. Isso significa que aproximadamente dois terços dos alunos participantes obtiveram uma pontuação entre 400 e 600 pontos. Para calcular essa média, considerou-se como se todos os países tivessem mil alunos participantes, a fim de evitar que a média da OCDE se inclinasse para os países com maior número de estudantes.

A tabela 6 mostra as médias e desvio padrão, por país, em Ciências no PISA 2006.

Tabela 6. Médias e desvio padrão, por país, em Ciências - PISA 2006.

Países	Média	Desvio Padrão	Países	Média	Desvio Padrão
Finlândia	563	85.6	Estados Unidos	489	106
China/Hong Kong*	542	91.7	Eslováquia	488	93.1
Canadá	534	94.2	Espanha	488	90.5
China/Taipei*	532	94.5	Lituânia*	488	90
Estônia*	531	83.6	Noruega	487	96.1
Japão	531	100.1	Luxemburgo	486	96.8
Nova Zelândia	530	107.3	Rússia*	479	89.6
Austrália	527	100.2	Itália	475	95.5
Holanda	525	95.6	Portugal	474	88.6
Liechtenstein*	522	96.7	Grécia	473	92.2

(Continua na próxima página)

(Continuação)

Países	Média	Desvio Padrão	Países	Média	Desvio Padrão
Coréia	522	90.1	Israel*	454	111.5
Eslovênia*	519	98.2	Chile*	438	91.7
Alemanha	516	100	Sérvia*	436	85.1
Reino Unido	515	106.8	Bulgária*	434	106.7
República Tcheca	513	98.4	Uruguai*	428	94.4
Suíça	512	99.3	Turquia	424	83.2
China/Macau*	511	78.2	Jordânia*	422	89.9
Áustria	511	97.9	Tailândia*	421	77.2
Bélgica	510	99.7	Romênia*	418	81.1
Irlanda	508	94.4	Montenegro*	412	79.9
Hungria	504	88.2	México	410	80.7
Suécia	503	94.2	Indonésia*	393	70.1
Polônia	498	89.9	Argentina*	391	101.2
Dinamarca	496	93.1	**Brasil***	**390**	**89.3**
França	495	101.6	Colômbia*	388	84.8
Croácia*	493	85.7	Tunísia*	386	82.4
OCDE*	**491**	**104.1**	Azerbaijão*	382	55.7
Islândia	491	96.9	Catar*	349	83.6
Letônia*	490	84.3	Quirguistão*	322	83.9

Ao compararmos a média obtida pelo Brasil (390) com a dos demais países participantes do PISA 2006 na Tabela 6, vemos que o desempenho geral do País em Ciências não é bom. O Brasil está entre os países com desempenho mais baixo, ocupando o 52º lugar entre os 57 países submetidos ao exame nesta edição, estando à frente apenas da Colômbia (53º colocado) quando contraposto aos nossos vizinhos Sul-Americanos, que apresentam realidades socioeconômicas análogas às nossas. Dentre estes, apenas Chile e Uruguai conseguiram atingir a barreira dos 400 pontos, ocupando as posições de número 40 e 43, respectivamente. Em primeiro lugar aparece a Finlândia com 563 pontos de média na avaliação e, em último, o Quirguistão com 322. Com uma média de 531 pontos, o Japão, país que nos proporcionou rica experiência na área de Ensino de Ciências e nos permitiu estranhar a formação científica brasileira, ocupa a 6ª posição no ranking geral, um resultado bastante expressivo que corrobora o bom aproveitamento dos alunos japoneses visto em praticamente todas as comparações internacionais de desempenho escolar as quais são submetidos (SCHUMER, 1999).

O relatório nacional produzido pelo INEP para tratar os dados do PISA 2006, indica, baseado em índices de indicadores de nível socioeconômico cultural, que não seria razoável esperar que o desempenho dos alunos brasileiros fosse similar à média de todos os alunos da OCDE, mas que em Ciências deveria ser de cerca 30 pontos (30% do desvio padrão) maior para ficar dentro do esperado para seu nível médio. No entanto, para além dos indicadores de nível socioeconômico cultural que impactam substancialmente nossos resultados, por tradição, sabemos que o ensino no Brasil é pouco científico. O Ensino que evidenciamos aqui não é do tipo que permita a experimentação. O Ensino que temos, como evidenciou Anísio Teixeira (1994) em "Educação não é privilégio" é escolástico, conteudista e nada científico, marcado por uma educação conservadora na medida em que não permite nenhum risco, nenhuma experimentação ou teste de hipóteses, muito baseado na noção de certo e errado e arraigado na concepção de conhecimento e uso, a antítese do que deveria ser a educação científica. A ciência no Brasil não é algo que tenha capilaridade, temos núcleos de Ciência avançada, núcleos de produção de pensamento científico, mas esses não alcançam a Escola, que se encontra no âmbito capilar. Os brasileiros têm uma visão muito estereotipada das Ciências, uma visão de que a ciência é pra poucos, que são redutos pequenos que tratam de temas abstratos e pouco atuais que estão na cabeça apenas daqueles que a fazem, os cientistas.

5.2 **As competências em Ciências**

Os estudantes de cada país foram, em alguns casos, mais fortes ou mais fracos em determinadas competências medidas pelo PISA. Como descrito anteriormente, avaliou-se a capacidade dos estudantes em identificar questões científicas; explicar fenômenos cientificamente; e ainda em usar evidência científica.

A Tabela 7 traz as médias do Brasil em cada uma dessas competências.

Tabela 7. Médias dos alunos brasileiros nas diferentes competências em Ciências no PISA 2006.

	Competências		
	Identificar questões científicas	Explicar fenômenos cientificamente	Usar evidência científica
Brasil	**398.18**	**390.21**	**378.13**
Média OCDE	**498.79**	**500.35**	**499.24**

No quesito identificar questões cientificamente, o Brasil atingiu uma média de 398 pontos, sendo esta nossa maior competência. A maior competência dos alunos da OCDE está em explicar fenômenos cientificamente e a recíproca acaba por não ser verdadeira para os alunos brasileiros. É importante que os estudantes compreendam fatos e teorias científicas que lhes permitam explicar fenômenos cientificamente. No entanto, eles precisam também ser capazes de reconhecer quais e como as questões podem ser tratadas de modo científico, de forma a aplicar suas competências e conhecimentos científicos. Sobre o fato de usar evidência científica, nós brasileiros somos particularmente fracos – média 378.13.

5.3 **O conhecimento das diferentes áreas de Ciências**

Atualmente, o conhecimento de Ciências e sobre Ciências é mais importante do que nunca. A relevância de Ciências para a vida de qualquer pessoa é indiscutível e o conhecimento de Ciências é ferramenta essencial para o alcance de objetivos individuais e coletivos. Isso torna especialmente importante a maneira como se ensina e como se aprende Ciências.

As tarefas que os estudantes precisavam cumprir no PISA 2006 requeriam conhecimentos científicos de dois tipos: (a) Conhecimento de Ciências, que pode ser dividido em áreas de conteúdo, tais como: Sistemas físicos, Sistemas vivos, *Terra e* sistemas espaciais; e (b) Conhecimento sobre Ciência.

Alguns países obtiveram desempenho substancialmente mais alto em conhecimento sobre a ciência, ou seja, conhecimento sobre os propósitos e a

natureza da investigação científica e das explicações científicas, do que em conhecimento de Ciências, conhecimento do mundo natural e da forma como este se articula com diferentes disciplinas científicas.

Tabela 8. Médias nos conhecimentos científicos requeridos no Pisa 2006.

	Médias			
	Conhecimento de Ciências			
	Conhecimento sobre Ciências	Sistema Físicos	Sistemas Vivos	Terra e Sistemas Espaciais
Brasil	**393.62**	**384.83**	**402.91**	**374.94**
Média OCDE	**499.85**	**500.02**	**501.81**	**499.53**

Ainda que não tenha conseguido atingir a média dos países da OCDE, o Brasil conseguiu ultrapassar a barreira dos 400 pontos no tocante ao conhecimento de Ciências, mas especificamente dos sistemas vivos. Partindo das médias da OCDE, os resultados tendem, ainda que muito sutilmente, a ser melhores nas questões que demandam conhecimento de Ciência (500.02 para sistemas físicos, 501.81 para sistemas vivos e 499.53 para terra e sistemas espaciais). O relatório do PISA (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2007) reporta que um melhor desempenho em *conhecimento de Ciências* sugere que o currículo tem dado ênfase à transmissão de conhecimento científico específico. No entanto, o que podemos observar a partir da Tabela 3, é que o Brasil obtém um melhor desempenho nas questões ligadas ao conhecimento sobre Ciências. Conhecimento este que abrange questões relacionadas à compreensão da natureza do trabalho científico e da reflexão científica.

Causa certo estranhamento o fato de que em países como o Brasil, principalmente, onde a literatura aponta e critica um currículo que privilegia apenas a transmissão de conhecimento, sem promover situações em que esse conhecimento seja mobilizado, os melhores resultados estejam relacionados ao conhecimento sobre e não da ciência.

5.4 **O tempo dedicado ao ensino de Ciências**

O Ensino de Ciências tem pouca ênfase dentro da educação básica brasileira. Evidência da falta de atenção dispensada à formação na área de Ciências neste país é o enorme déficit de docentes de física, química, matemática e biologia, entre as outras cadeiras do Ensino Médio, calculado em 245 mil segundo relatório divulgado em 2007 pela Câmara de Educação Básica, do Conselho Nacional de Educação (CNE). Os níveis de conhecimento dos estudantes brasileiros no ensino fundamental e médio são extremamente baixos, o que compromete o desenvolvimento do País.

O PISA traz a informação do tempo dedicado as aulas de Ciências pelos países participantes e a Tabela 9 mostra o tempo dedicado ao estudo desta disciplina no nosso país.

Tabela 9. Distribuição percentual dos alunos em relação ao tempo médio de aulas regulares de Ciências na Escola – PISA 2006.

	Aulas Regulares na Escola		
	Menos que duas horas por semana	De duas a quatro horas por semana	Mais que quatro horas por semana
Brasil	***49.88***	***38.78***	***11.34***
Média OCDE	**32.73**	**38.53**	**28.74**

A partir da Tabela acima podemos observar que aproximadamente 50% dos alunos brasileiros têm menos de duas horas de aula de Ciências por semana.

A Associação Brasileira de Ciências afirma que o desenvolvimento social, científico e tecnológico do Brasil requer uma reformulação profunda da estrutura educacional em nosso país. Talvez, o repensar da carga horária dedicada ao Ensino de Ciências na escola possa ser um dos muitos passos em direção ao desenvolvimento científico-tecnológico do país.

5.5 **A distribuição nos níveis de desempenho**

Como descrito anteriormente, no Capítulo 2, a escala de Ciências do PISA consta de seis níveis de proficiência, do Nível 1 ao Nível 6 cujas habilidades foram mostradas no quadro 2. Aqui, por nossa conta, incluímos o Nível 0, que representa o grupo de alunos que não atinge o primeiro nível de proficiência proposto pelo programa.

Tabela 10. Distribuição percentual dos alunos brasileiros por níveis de desempenho de Ciências no PISA 2006.

	Níveis de Proficiência						
	Nível 0 (abaixo de 357.77)	**Nível 1** (de 357.77 a 420.07)	**Nível 2** (de 420.07 a 482.38)	**Nível 3** (de 482.38 a 544.68)	**Nível 4** (de 544.68 a 606.99)	**Nível 5** (de 606.99 a 669.3)	**Nível 6** (acima de 669.3)
Brasil	**27.9**	**33.1**	**23.8**	**11.3**	**3.4**	**0.5**	**0.0**
Média OCDE	**5.2**	**14.1**	**24.0**	**27.4**	**20.3**	**7.7**	**1.3**

Observa-se na tabela acima que os maiores percentuais de alunos brasileiros encontram-se nos níveis mais baixos da escala (27,92% no Nível 0, 33,09% no Nível 1 e 23,78% no Nível 2), o que significa um total de, aproximadamente, 85% de estudantes nestes níveis.

Em avaliações de larga escala, como é o caso do PISA, é previsível que poucos alunos atinjam os níveis mais altos. O esperado é que a maioria dos alunos consiga alcançar os níveis 2 ou 3 da escala de proficiência, o que não acontece com o Brasil em Ciências, como visto na tabela acima, nem tampouco em leitura e matemática, outras áreas também avaliadas pelo programa (Tabela 11).

Tabela 11. Distribuição percentual dos alunos brasileiros nos níveis de desempenho de Leitura e Matemática do PISA 2006.

Área	**País**	**Níveis de Proficiência**						
		Nível 0 (abaixo de 357.77)	**Nível 1** (de 357.77 a 420.07)	**Nível 2** (de 420.07 a 482.38)	**Nível 3** (de 482.38 a 544.68)	**Nível 4** (de 544.68 a 606.99)	**Nível 5** (de 606.99 a 669.3)	**Nível 6** (acima de 669.3)
Leitura	**Brasil**	**27.84**	**27.66**	**25.26**	**13.36**	**4.75**	**1.13**	*****
	Média OCDE	**7.39**	**12.73**	**22.74**	**27.85**	**20.73**	**8.56**	*****
Matemática	**Brasil**	**46.57**	**25.95**	**16.56**	**7.09**	**2.81**	**0.84**	**0.18**
	Média OCDE	**7.73**	**13.55**	**21.93**	**24.33**	**19.08**	**10.04**	**3.34**

*a área de leitura consta de apenas 5 níveis de desempenho.

Considera-se que os estudantes abaixo do nível 1 de proficiência – aproximados 28% em Ciências e Leitura e mais de 46% em Matemática – não são capazes de executar as tarefas mais simples que a avaliação solicita. Isso não significa, obviamente, que eles sejam completamente incapazes de executar qualquer tarefa. Certamente, este resultado deve ser olhado com cautela, principalmente quando e se comparado a média dos países membros da OCDE. Afinal, desde a década de 1960 a literatura educacional tem reportado a forte influência de fatores socioeconômicos e culturais sobre os resultados dos alunos (COLEMAN, 1966).

Ainda assim, apesar de a formação básica do cidadão na escola fundamental exigir o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo, a compreensão do ambiente material e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade, vemos, a partir dos dados do PISA 2006, que uma parcela significativa dos alunos brasileiros de 15 anos de idade não são capazes de responder corretamente as questões consideradas mais fáceis de uma avaliação de larga escala como é o caso do PISA.

Concomitantemente, como visto anteriormente, o Ensino de Ciências tem pouca ênfase dentro da educação básica do Brasil, apesar da forte presença da tecnologia na vida das pessoas e do lugar central que a inovação tecnológica detém enquanto elemento de competitividade entre as empresas e as nações. A formação científica deve ser um componente central da educação desde os anos iniciais, ao lado da formação no uso da linguagem e das disciplinas da área de humanas.

5.6 **O desempenho dos alunos brasileiros no PISA 2006 em relação ao seu perfil socioeconômico e rede de ensino**

De acordo com o Censo Escolar de 2006 (BRASIL, 2006), neste mesmo ano o Brasil contava com 203,9 mil estabelecimentos educacionais que ofereciam as diferentes etapas e modalidades da educação básica — infantil (creche e pré-escola), fundamental, média, especial, de jovens e adultos e profissional. As matrículas já eram oferecidas, principalmente, pelas instituições municipais (44,8%)

e estaduais de ensino (41,7%). Dos alunos participantes no PISA 2006, 84% eram alunos de escola pública. A distribuição percentual destes por entre os níveis de desempenho decresce à medida que os níveis aumentam. Tal informação pode ser constatada a partir dos dados da tabela 12.

Tabela 12. Distribuição percentual dos alunos das redes pública e particular de ensino por entre os níveis de desempenho do PISA 2006.

Níveis de Proficiência	**Rede**	
	Pública	Privada
0	35.1	4.0
1	36.1	16.3
2	21.5	35.2
3	6.0	26.9
4	1.2	15.0
5	0.1	2.5
6	0.0	0.1
Total	100	100

Como podemos observar, a distribuição dos alunos de escola particular obedece ao esperado nas avaliações de larga escala, a maioria dos alunos consegue alcançar os níveis 2 ou 3 da escala de proficiência – 62.1% nos níveis 2 e 3 –, o que não acontece com os alunos de escola pública que aparecem concentrados nos níveis mais baixos da escala – 71.2% nos níveis 0 e 1.

O Brasil avançou muito nas últimas décadas em relação à garantia dos direitos educacionais, no entanto, a universalização do acesso à escola precisa dar lugar ao efetivo direito a uma educação de qualidade, com escolas que ensinam e alunos que aprendem, sejam eles alunos da rede pública ou particular.

Já em meados dos anos 70, Cunha (1975) em sua obra “Educação e Desenvolvimento social no Brasil” mostrara, a partir da investigação sobre a escolarização das crianças das classes trabalhadoras, o impacto dos mecanismos escolares no acesso e no desempenho escolar diferenciado desse segmento social. A partir dessa constatação e também da de inúmeros outros autores (Mello, 1981; Saviani ; Cury, 1983; Cunha, 1999; Franco, 2001; entre outros) optamos por analisar, também, a distribuição dos alunos de diferentes níveis socioeconômicos por entre os níveis de desempenho do PISA 2006. Os resultados são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Distribuição percentual dos alunos por nível socioeconômico entre os níveis de desempenho do PISA 2006.

Nível de Proficiência	Nível Socioeconômico			
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto
0	38.3	26.5	20.9	7.0
1	36.8	35.1	29.7	15.2
2	20.0	25.5	28.6	32.2
3	4.3	10.9	14.5	24.3
4	0.6	1.9	5.7	17.7
5	0.0	0.1	0.6	3.4
6	0.0	0.0	0.0	0.2
Total	100	100	100	100

Bem como a rede de ensino, também o nível sócio econômico dos alunos participantes do PISA 2006 é fator substancialmente determinante na distribuição por entre os níveis de proficiência. A maioria dos alunos de nível sócio econômico muito baixo – 38.3% – encontram-se no nível 0 do PISA e a presença desses alunos nos níveis mais altos da escala é praticamente nulo, apenas 0,6% conseguem atingir o nível 4. Apenas alunos de nível sócio econômico alto atingem o nível mais alto da escala e a maior parte dos alunos – 32.2% – alocam-se no nível 2 da escala, o esperado pela coordenação do programa, como dito anteriormente.

Movidos pelo interesse na intensidade ou impacto da associação entre a variável dependente "*Proficiência" em Ciências* e a variável explicativa "*Rede"*, iniciamos a abordagem explicativa e testamos o primeiro modelo de regressão linear citado anteriormente na abordagem metodológica. Os resultados são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Coeficientes de regressão e R^2 referente ao modelo ProfiCiências = $\beta_0 + \beta_1$(escola pública) + e para os alunos brasileiros participantes do PISA 2006.

Modelo	Coeficiente de Regressão	Erro padrão	R^2
(Constante)	479.613	2.102	**0.204696**
Aluno de Escola Pública	-111.739	2.292	

A média de um aluno brasileiro oriundo de Escola Particular no PISA 2006 é de 479,6 (constante), o que os aloca no nível 2 do programa. O fato de ser aluno de

Escola Pública pode diminuir a média em Ciências de um aluno brasileiro avaliado pelo PISA 2006 em até 111,739 pontos, levando-os a uma média aproximada de 367,9 e queda de um nível de desempenho. Por fim, o fato de ser aluno de Escola Pública explica em até 20% a variância da proficiência em Ciências dos alunos brasileiros (R^2=0.204696).

A preocupação com o por vezes chamado na literatura de "fracasso escolar", principalmente daqueles menos favorecidos, deu origem a diversas pesquisas. Patto (1996), com base em ampla revisão da literatura, mostra, de maneira crítica, que as explicações dadas para esse "fracasso" ao longo da história apresentam diferentes ênfases, destacando-se as deficiências do aluno (de origem médica ou psicológica), os fatores intra-escolares e a carência cultural do ambiente em que vive, sendo que esta última prevalece, ainda que sob diferentes aspectos, até os dias de hoje.

A OCDE (2004) indica que o Brasil é um dos países nos quais a correlação entre o nível socioeconômico e cultural dos alunos e as condições escolares associadas à eficácia escolar possui maior magnitude.

Testamos também a correlação entre a proficiência, a rede de ensino do aluno simultaneamente a seu nível socioeconômico (Modelo 2). Os resultados são apresentados na Tabela 15 e a magnitude desta relação é aparentemente maior ao incluirmos variáveis do nível sócio econômico, onde a variância da proficiência é explicada em aproximadamente 25% (R^2=.245) ao considerarmos alunos de escola pública de nível socioeconômico muito baixo, baixo e médio comparados a constante de alunos da rede particular e de nível socioeconômico alto. Alunos da rede particular e de nível sócio econômico alto têm uma média de desempenho de aproximadamente 506,4 pontos e, são justamente aqueles que atingem os níveis mais altos de desempenho do PISA, alcançando com essa média os países membros da OCDE e, portanto, o nível 3 de desempenho no programa.

Tabela 15. Coeficientes de regressão e R^2 referente ao modelo ProfiCiências = $\beta_0 + \beta_1$(escola pública) + β_2(NSE Muito baixo) + β_3(NSE Baixo) + β_4(NSE Médio) + e para os alunos brasileiros participantes do PISA 2006.

Modelos		Coeficiente de Regressão	Erro padrão	R^2
Modelo 1	(Constante)	480.166	2.107	.206
	Aluno de Escola Pública	-111.934	2.298	

(Continua na próxima página)

(Continuação)

Modelos		Coeficiente de Regressão	Erro padrão	R2
Modelo 2	(Constante)	482.711	2.082	.229
	Aluno de Escola Pública	-95.531	2.469	
	Nível Sócio Econômico Muito Baixo	-30.148	1.813	
Modelo 3	(Constante)	486.739	2.138	.234
	Aluno de Escola Pública	-89.490	2.580	
	Nível Sócio Econômico Muito Baixo	-40.067	2.208	
	Nível Sócio Econômico Baixo	-20.388	2.609	
Modelo 4	(Constante)	506.445	2.730	.245
	Aluno de Escola Pública	-81.045	2.665	
	Nível Sócio Econômico Muito Baixo	-68.009	3.276	
	Nível Sócio Econômico Baixo	-47.390	3.499	
	Nível Sócio Econômico Médio	-38.700	3.370	

5.7 **A defasagem escolar**

Para o PISA 2006, em especial, foram considerados elegíveis os estudantes nascidos entre 1º de maio de 1990 e 30 de abril de 1991. No entanto, ao observarmos a distribuição desses jovens estudantes por entre os anos de escolaridade avaliados pelo programa, podemos perceber a diferente trajetória e história de vida por eles vivenciada. Levando-se em consideração que os jovens de 15 anos deveriam, supostamente e de acordo com o Ministério de Educação Brasileiro e o INEP, estar matriculados no 1º ano do Ensino Médio, consideramos

aqueles de mesma idade matriculados em séries anteriores a esta como estando defasados.

Nos questionários aplicados aos alunos avaliados no PISA não há uma questão específica quanto à experiência da reprovação na trajetória do aluno. Sendo assim, aqui tomamos como defasados aqueles alunos que aos 15 anos de idade indicaram estar cursando o 7º ou 8º ano de escolarização. Tal entendimento deve-se ao fato de no Brasil, em 2006 ainda persistir o ensino fundamental de oito anos. É importante ressaltar que, frente ao recorte feito pelo próprio PISA, não foram considerados, no Brasil, os alunos defasados em mais de dois anos. A Tabela 16 mostra a distribuição percentual da população jovem de 15 anos de idade entre defasados e não defasados no PISA 2006.

Tabela 16. Distribuição percentual da população brasileira de jovens de 15 anos de idade entre defasados e não defasados no PISA 2006.

	Situação dos Alunos	
	Defasados	Não defasados
Brasil	35.9	64.1

De maneira geral, os países que apresentaram menor média na avaliação são justamente aqueles que apresentam o maior índice de defasagem escolar, caso, principalmente, do Brasil que apresenta mais de 35% da sua população jovem de 15 anos de idade defasada. O retrato do Brasil é ainda mais catastrófico uma vez que diferentemente dos demais países avaliados, a população estudada foi somente àquela compreendida entre a sétima série/oitavo ano do ensino fundamental e o terceiro ano do ensino médio. Isso porque a defasagem escolar estimada para a grande maioria dos demais países avaliados seria composta da soma de pelo menos três anos escolares enquanto que somente dois no Brasil. O Brasil soma 35.9% de alunos defasados levando-se em consideração apenas dois anos de escolaridade que antecedem o 10º ano escolar. Ficam de fora dessa análise, portanto, os alunos defasados em mais de dois anos, que com base nos dados do senso, representam uma parcela significativa dos jovens brasileiros – 29% dos jovens brasileiros de 15 anos estão fora da escola e cerca de 50% estão defasados (BRASIL, 2006). Os alunos com dois anos de defasagem representam a população

almejada do ensino regular, os mais defasados, se na escola, estão alocados no Ensino de Jovens e Adultos (EJA).

Ao relacionarmos a proficiência dos jovens-alunos defasados a daqueles que não passaram pelo processo da reprovação podemos observar que a grande maioria se concentra nos níveis mais baixos de proficiência. A tabela 17 sintetiza bem a relação entre proficiência e situação do aluno.

Tabela 17. Distribuição percentual dos estudantes brasileiros em cada nível de proficiência em Ciências – PISA 2006.

Situação do aluno brasileiro	Níveis de Proficiência em Ciências						
	N0	N1	N2	N3	N4	N5	N6
Defasado	**90.4**	**74.4**	**57.6**	**42**	**38**	**22.2**	**20**
Não Defasado	**9.6**	**25.6**	**42.4**	**58**	**62**	**77.8**	**80**

Ao analisarmos os dados da tabela acima, verificamos que ao avançarmos nos níveis de proficiência em Ciências, a tendência de encontramos alunos defasados é infinitamente menor do que a de encontrarmos aqueles que não viveram a experiência da reprovação: dos jovens alocados no nível mais baixo considerado aqui – Nível 0 – mais de 90% é representada por alunos que já experimentaram a reprovação pelo menos uma vez.

Movidos pelo interesse na intensidade ou impacto da associação entre as variáveis dependente "*Proficiência" em Ciências* e das variáveis explicativas "*Situação do aluno"* e *"Nível Sócio Econômico"*, testamos o Modelo 3, supracitado na abordagem metodológica. A tabela 18 mostra em até quantos pontos a média de um aluno brasileiro avaliado no PISA pode ser reduzida levando-se em consideração que este esteja defasado.

Tabela 18. Coeficientes de regressão e R^2 referente ao modelo ProfiCiências = $\beta_0 + \beta_1$(defasado) + e para o Brasil no PISA 2006.

Modelo	Coeficiente de Regressão	Erro padrão	R^2
(Constante)	**447.614**	**1.451**	**.147**
Defasado	**-76.280**	**1.750**	

O fato de ser defasado pode diminuir a média de proficiência em Ciências de um aluno latino brasileiro avaliado pelo PISA 2006 em até 76,28 pontos. Além disso,

a experiência da reprovação explica em aproximados 15% a variância da proficiência em Ciências dos nossos alunos (R^2=.147).

A literatura chama atenção para o fato de, no Brasil, os índices de defasagem escolar serem considerados alarmantes e uma das principais fontes que alimentam o problema da educação no país (FREITAS, 1947; BRANDÃO; BAETA; ROCHA, 1983; COSTA-RIBEIRO, 1991; ALVES; ORTIGÃO; FRANCO, 2007). A repetência escolar é um fenômeno muito complexo em cuja produção interagem características da escola, do aluno, da família, da condição socioeconômica. A preocupação com o por vezes chamado na literatura de "fracasso escolar", principalmente daqueles menos favorecidos, deu origem a diversas pesquisas. Patto (1996), com base em ampla revisão da literatura, mostra, criticamente, que as explicações dadas para esse "fracasso" ao longo da história apresentam diferentes ênfases, destacando-se as deficiências do aluno (de origem médica ou psicológica), os fatores intra-escolares e a carência cultural do ambiente em que vive, sendo que esta última prevalece, ainda que sob diferentes aspectos, até os dias de hoje. A tabela a seguir mostra a relação entre o nível socioeconômico dos alunos e a situação destes enquanto defasados e não defasados no PISA 2006.

Tabela 19. Distribuição percentual dos alunos defasados e não defasados por entre os níveis socioeconômicos descritos pelo PISA 2006.

Situação do Aluno brasileiro	**Nível Socioeconômico**			
	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto
Defasado	**76.5**	**67.0**	**61.0**	**48.0**
Não Defasado	**23.5**	**33.0**	**39.0**	**52.0**

À medida que o nível socioeconômico aumenta, o índice de defasagem escolar diminui. O maior capital econômico é, normalmente, fator de proteção para reprovação. Porém, o Brasil, por tradição, apresenta índices de defasagem substancialmente mais altos do que muitos países, inclusive aquele da América do Sul, como a Colômbia, por exemplo, que possui um histórico socioeconômico cultural análogo ao nosso. Mesmo levando-se em consideração a faixa que compreende os alunos de nível socioeconômico alto, podemos perceber que quase 50% dos alunos encontram-se defasados. Em seu estudo sobre origem social e risco de repetência, Alves, Ortigão e Franco (2007) mostram que o capital

econômico não protege a todos igualmente. No Brasil, aprovação e reprovação são, tipicamente, políticas de unidades escolares, decididas de modo relativamente autônomo pelas escolas. Já a alocação dos alunos em escolas é fortemente influenciada pela situação econômica dos alunos, especialmente pela via da relação entre situação econômica das famílias e o local onde residem. A OCDE (2004) indica que o Brasil é um dos países nos quais a correlação entre o nível socioeconômico e cultural dos alunos e as condições escolares associadas à eficácia escolar possui maior magnitude.

Aqui testamos, também, a correlação entre a proficiência, a situação do aluno, bem como seu nível socioeconômico (Modelo 4). Os dados resultantes desta análise estão dispostos na tabela 20 a seguir.

Tabela 20. Coeficientes de regressão e R^2 referente ao modelo ProfiCiências = $\beta_0 + \beta_1$(defasado) + β_2(NSE Muito baixo) + β_3(NSE Baixo) + β_4(NSE Médio) + e para o Brasil no PISA 2006.

Modelos		Coeficiente de Regressão	Erro Padrão	R2
Modelo 1	(Constante)	**447,8**	**1,456**	**,146**
	Defasado	**-76,03**	**1,757**	
Modelo 2	(Constante)	**467,8**	**1,519**	**,222**
	Nível Sócio Econômico Muito Baixo	**-51,51**	**1,582**	
	Defasado	**-66,30**	**1,704**	
Modelo 3	(Constante)	**482,0**	**1,694**	**,244**
	Nível Sócio Econômico Muito Baixo	**-67,60**	**1,799**	
	Nível Sócio Econômico Baixo	**-40,86**	**2,279**	
	Defasado	**-63,85**	**1,685**	
Modelo 4	(Constante)	**515,3**	**2,360**	**,271**
	Nível Sócio Econômico Muito Baixo	**-102,8**	**2,502**	
	Nível Sócio Econômico Baixo	**-75,82**	**2,847**	
	Nível sócio Econômico Médio	**-56,57**	**2,846**	
	Defasado	**-61,33**	**1,661**	

A magnitude da relação entre a proficiência, a situação do aluno, bem como seu nível socioeconômico no Brasil é significativa. A variância da proficiência é explicada em aproximadamente 27% (R^2=.271) ao considerarmos alunos defasados de nível socioeconômico muito baixo, baixo e médio comparados a constante de alunos não defasados e de nível socioeconômico alto. O fato de ser oriundo de nível socioeconômico muito baixo e defasado em nosso país já garante uma média de proficiência no PISA pelo menos 108,2 pontos menor do que a média de uma aluno de nível socioeconômico alto e não defasado.

Altas taxas de repetência saem caro para o Brasil, não apenas por implicar em custos, incluindo a despesa de um ano escolar adicional para o estudante, mas também para sociedade, como reforça a OCDE (2011) em atrasar esse cidadão em pelo menos um ano no tocante à finalização da escolaridade básica e o acesso ao mundo do trabalho.

Peregrino e Carrano (2003) afirmam que, no Brasil, a escola contribuirá para o processo de produção desigual de Juventudes, enquanto excluir seus jovens-alunos da possibilidade de participar da construção de territórios escolares significativos. A repetência afeta o processo de escolarização e o aprendizado dos alunos, sendo responsável direta pela defasagem idade-série, pela evasão escolar e pelo afastamento do aluno de seus colegas de referência e de seu grupo etário (LEON ; MENEZES-FILHO, 2002).

Para Corti e Freitas (2003), a distância entre o “mundo escolar” e o “mundo juvenil” tem ocasionado uma perda progressiva da capacidade de a escola gerar referências significativas para a vida dos jovens que a freqüentam. De acordo com as autoras, um caminho possível para superar este abismo entre os jovens e a escola consiste na aproximação e na compreensão do sujeito jovem e de seus interesses por parte da escola. Também depende de uma articulação entre a educação escolar e o conjunto das experiências, interesses e demandas juvenis, sem esquecer uma reflexão dos educadores sobre a Juventude e sobre a relação que mantém com os jovens, isto é, uma aproximação de saberes.

Franco et al (2007) defende que além de problema com a qualidade da educação, a sociedade brasileira precisa enfrentar questões relativas à eqüidade. Não podemos considerar, no entanto, o fenômeno da reprovação como tradução de um sistema educacional de má qualidade. Bem mais do que isso, a defasagem escolar parece ser resultado de uma cultura escolar própria, que faz com que nossos resultados sejam sempre piores do que o esperado. Isso reforça o interesse de avaliar como essas reprovações acontecem nas escolas, e principalmente, como elas interferem na vida dos jovens-alunos.

A literatura aponta que o percentual de repetência entre os estudantes cujas famílias possuem recursos educacionais acima da média é de certa forma menor do que daqueles estudantes cujas famílias possuem baixos níveis de recursos

educacionais. Na Tabela 21 trazemos a relação entre o nível de escolaridade dos pais e a situação do aluno com base nos dados do PISA 2006.

Tabela 21. Distribuição percentual dos estudantes brasileiros em relação ao nível de escolaridade de seus pais – PISA 2006.

Situação do Aluno brasileiro	**Nível de Escolaridade dos Pais**				
	Nunca Estudou	Atingiu o Segmento 1 do EF	Atingiu o Segmento 2 do EF	Atingiu o EM	Atingiu o ES
Defasado	86.6	78.7	72.8	60.4	63.2
Não-defasado	13.4	21.3	27.2	39.6	36.8

Conforme nos reporta a literatura e, através dos dados da tabela acima, também podemos observar que há, via de regra, uma menor concentração de alunos defasados onde há pais com maior nível de escolaridade. No Brasil, onde os níveis de defasagem escolar são relativamente mais altos do que nos demais países considerados no PISA, entre os filhos de pais que nunca foram à escola, aproximados 87% já experienciaram a reprovação pelo menos uma vez. O nível de escolaridade dos pais é, aparentemente, um fator de proteção contra a defasagem escolar. Sendo assim, achamos por bem, mostrar como se dá a distribuição percentual dos nossos alunos por entre os níveis de escolaridade elencados no PISA. Esses dados aparecem disponibilizados na Tabela 22.

Tabela 22. Distribuição percentual dos alunos brasileiros avaliados no PISA 2006 de acordo com o Nível de escolaridade de seus pais.

Nível de Escolaridade dos Pais				
Nunca Estudou	Atingiu o Segmento 1 do EF	Atingiu o Segmento 2 do EF	Atingiu o EM	Atingiu o ES
7.1	14.8	20.1	17.1	40.9

Mesmo apesar de a maior parte dos pais terem atingido o Ensino Superior – mais de 40% – há ainda um grande contingente de pais que nunca estudaram antes: mais de 7% dos pais dos alunos brasileiros participantes do PISA 2006 nunca freqüentaram a escola. Alves, Ortigão e Franco (2007) com base nos micro dados do SAEB 2001 apontam que no que diz respeito aos inúmeros estudos quantitativos que têm investigado aspectos dos diferentes tipos de capital, a instrução familiar é um dos mais recorrentes e como vimos aqui, é também um dos fatores que parece

influenciar significativamente a situação do aluno e seu consequente desempenho escolar. Por si só, o fato de ser filho de pais que nunca frequentaram a escola diminui a média de proficiência em Ciências de um aluno brasileiro do PISA 2006 em até 59,240 pontos. O R^2 do modelo 5 é de 0.27, o que quer dizer que o fato do aluno ser filho de pais não escolarizados explica 27% da variância da média de desempenho.

6 OS ITENS LIBERADOS DO PISA

No Brasil, o PISA 2006 foi aplicado pelo INEP em convênio com a Fundação Universidade de Brasília (FUB), por meio do seu Centro de Seleção e de Promoção de Eventos (CESPE). A aplicação ocorreu, na grande maioria das escolas selecionadas de todo o Brasil, entre os dias 07 e 11 de agosto de 2006.

O PISA mede o letramento científico ao longo de um continuum que parte de competências básicas do letramento científico e vai até níveis mais altos de conhecimento de conceitos científicos e até a capacidade dos estudantes de utilizarem sua compreensão de conceitos para refletir de modo científico sobre problemas da vida real.

São colocadas para os estudantes diversas questões baseadas em uma série de problemas científicos que eles podem vir a encontrar na vida. A avaliação incluiu, em 2006, 108 questões diferentes com níveis variados de dificuldade.

No PISA 2006, a avaliação foi composta por 13 Cadernos de Teste distintos, organizados a partir de sete blocos de unidades de itens de Ciências, quatro blocos de Matemática e dois blocos de Leitura. Cada Caderno de Teste, formado por unidades temáticas, ou seja, um conjunto articulado de itens a partir de um estímulo, previsto para ser respondido em duas horas, apresentou quatro blocos de unidades, com pelo menos um de Ciências, totalizando em média 65 (sessenta e cinco) questões, que podiam ser compostos de um texto escrito e/ou de um quadro, uma tabela, um gráfico, uma figura; e ser de múltipla escolha ou de resposta construída pelo aluno.

O estímulo representa uma situação do mundo real, que envolve ciência e tecnologia (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2007). Essa situação ou contexto pode referir-se a "saúde", "meio ambiente", "acidentes ou problemas", "fronteiras da ciência e tecnologia"; pode ser aplicável ao âmbito pessoal (ou familiar e grupal), social (da comunidade) ou global (da vida no mundo).

As competências avaliadas foram selecionadas por sua importância na prática científica e por sua conexão com habilidades cognitivas fundamentais, como

pensamento indutivo/dedutivo; pensamento crítico, capacidade de ler ou de traduzir informação em diferentes linguagens, tomada de decisões (ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, 2007). As competências sinalizam para os modos de pensar que guardam a perspectiva científica de ver os problemas correntes. Os códigos de correção distinguem essas formas de pensar e os conteúdos específicos que o participante precisa acionar para responder a questão correspondente.

Em alguns itens, além do acerto integral que representa o código total, admitem-se também códigos parciais de acerto, quando o participante não alcança a totalidade da competência requerida. Esses resultados são básicos para a determinação do nível de dificuldade do item, quantificados em conjunto aos demais critérios estatísticos da resposta. Segundo o INEP (2008) uma característica fundamental do entendimento de letramento científico do Pisa é não enfatizar o conhecimento de conceitos isolados. Considera-se que, para analisar situações reais, são requeridos conhecimentos combinados das disciplinas tradicionais, de Biologia, Química, Física ou Ciências da Terra. Assim, os conhecimentos de Ciências são organizados em grupos que têm como exemplos fenômenos e processos naturais e tecnológicos, não as Ciências particulares.

Apresentaremos a seguir algumas unidades de itens de Ciências liberados e aplicados no PISA 2006. Traremos os itens de cada unidade com suas respectivas chaves de correção, além dos resultados do Brasil e médio da OCDE e alguns comentários pedagógicos e análise da percepção dos alunos a cerca de alguns temas, sempre que este estiver disponível no questionário do aluno.

CHUVA ÁCIDA

Abaixo, temos uma foto das estátuas chamadas cariátides que foram construídas na Acrópole, em Atenas, há mais de 2 500 anos. As estátuas são feitas de mármore, um tipo de rocha composta de carbonato de cálcio.

Em 1980, as estátuas originais foram transferidas para dentro do museu da Acrópole e substituídas por réplicas. As estátuas originais estavam sendo corroídas pela chuva ácida.

QUESTÃO 2: CHUVA ÁCIDA *S485Q02 – 0 1 2 9*

A chuva normal é ligeiramente ácida, porque contém dissolvido um pouco de dióxido de carbono do ar. A chuva ácida é muito mais ácida do que a chuva normal, porque absorve gases como óxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio.

De onde provêm esses óxidos de enxofre e de nitrogênio encontrados no ar?

_____

_____

Figura 2. Unidade Chuva Ácida, Questão 2. Fonte: (BRASIL, 2008).

A Unidade Chuva Ácida contém em seu estímulo uma notícia sobre as milenares estátuas do museu da Acrópole, que estavam sendo destruídas por chuva ácida. Logo se apresenta a questão, que pede uma explicação sobre as causas da chuva ácida. É uma questão que exige o entendimento dos processos que originam a presença de gases de enxofre e nitrogênio como agentes de contaminação

atmosférica, resultantes tanto da oxidação da maior parte dos combustíveis fósseis quanto da atividade vulcânica. Os temas da poluição e da chuva ácida já estão em livros e currículos há algum tempo, no Brasil. Esse conteúdo está enquadrado na unidade temática Problemas ambientais brasileiros e o desenvolvimento sustentável proposta no tema estruturador interação entre os seres vivos, do PCN+(BRASIL, 2002b).

Como vimos na Tabela 5, no Capítulo 5 desta dissertação, aproximadamente 60% dos alunos brasileiros avaliados pelo PISA disseram ou nunca ter ouvido falar deste tema ou quando disseram ter ouvido sobre o assunto, admitiram não serem capazes de explicar exatamente sobre o que se tratava o fenômeno. Em contrapartida, no mesmo questionário do aluno (st17q08) quando perguntados sobre o quão facilmente achavam que poderiam identificar, sozinhos, qual seria a melhor de duas explicações sobre a formação da Chuva Ácida, apenas 18.3% dos alunos disseram que não poderiam fazê-lo. A maioria dos alunos, 34.1% deles, disseram que poderiam fazê-lo com um pouco de esforço. 31.4% disseram que teriam muita dificuldade, enquanto que 16.2% disseram que o fariam facilmente.

Para obter o crédito completo do item acima, o aluno deveria mencionar qualquer uma das seguintes fontes de óxido de enxofre e nitrogênio: gases de escapamento de carros, as emissões de gás das fábricas, a queima de combustíveis fósseis, tais como petróleo e carvão, os gases provenientes de vulcões ou outras fontes semelhantes. Os técnicos do PISA consideraram que atribuir tais gases a uma contaminação não específica (crédito parcial), como poluição, por exemplo, também é uma resposta aceitável, dado que as análises realizadas evidenciaram pouca diferença de proficiência entre ambos os grupos.

Este é um item de resposta aberta, construída e para convertê-lo o aluno precisa demonstrar competência em Explicar fenômenos cientificamente. A categoria de conhecimento envolvida é Conhecimentos de Ciência - Sistemas Físicos – e o Nível ao qual este item está alocado é o 3.

Na tabela abaixo, as porcentagens de alunos aos quais foram atribuídos créditos parcial ou total estão ao lado daqueles que não responderam a questão e dos que responderam, mas não obtiveram crédito (crédito nulo).

Tabela 23. Percentual de acerto do item Chuva ácida 02 (s485q02) dos alunos brasileiros no PISA 2006.

	Item - Chuva Ácida Q02			
	Crédito Parcial	Crédito Total	Não Respondeu	Crédito Nulo
Brasil	18.7	9.0	69.7	2.7
Média OCDE	16.3	37	17.2	29.5

A partir da Tabela acima, podemos perceber que a grande maioria dos alunos brasileiros não respondeu a questão, cerca de 70% comparados a apenas 17% da OCDE. Ainda que dos aproximados 30% dos brasileiros que resolveram enfrentar esta questão, 27.7% tenham obtido algum crédito e que se leve em consideração a dificuldade deste item e sua alocação no nível 3 do PISA não podemos considerar a atuação do Brasil satisfatória. A alta taxa de não resposta aqui pode estar refletindo os resultados encontrados anteriormente no Capítulo 4 e, descritos na Tabela 5 desta dissertação, que mostram uma parcela significativa de alunos – aproximadamente 60% – que senão desconhecem totalmente o assunto Chuva Ácida, admitem que já ouviram falar, mas não são capazes de explicar do que se trata.

QUESTÃO 2 (Q03): CHUVA ÁCIDA **S485Q03**

É possível simular o efeito da chuva ácida no mármore colocando-se lascas de mármore no vinagre durante uma noite. O vinagre e a chuva ácida têm quase o mesmo nível de acidez. Quando uma lasca de mármore é colocada no vinagre, formam-se bolhas de gás. Pode-se determinar a massa da lasca de mármore seca, antes e depois da experiência.

Uma lasca de mármore tem uma massa de 2 gramas antes de ficar imersa no vinagre durante uma noite. No dia seguinte, a lasca é retirada e seca. Qual seria a massa da lasca de mármore, após a secagem?

A. Menos de 2 gramas
B. Exatamente 2 gramas
C. Entre 2 e 2,4 gramas
D. Mais de 2,4 gramas

Figura 3. Unidade Chuva Ácida, Questão 3. (BRASIL, 2008).

A questão três da Unidade Chuva Ácida é de múltipla escolha e a está relacionada à competência de identificar questões científicas, elencada pelo PISA 2006 na categoria de conhecimento sobre Ciências – investigação científica – e no nível 2. Esta questão aborda um experimento simples que simula a interação entre o material das estátuas, o mármore, com substâncias ácidas, aqui representadas pelo vinagre. Espera-se que o aluno seja capaz de inferir que o que ocorre com as estátuas é um fenômeno análogo ao que ele observa na simulação, ou seja, quando a lasca de mármore é submetida à ação de um ácido, ela experimenta uma transformação cujo resultado se traduz em perda de massa. Ao fazer essa associação, o aluno reconhece que estátuas de mármore podem ser atacadas por chuvas ácidas, e o resultado desse ataque é a perda de massa, descrita no estímulo como corrosão. Sendo assim, para obter crédito total neste item o aluno precisar assumir como correta a primeira alternativa (A). Na tabela 24 trazemos o percentual válido das respostas assumidas por sul americanos e japoneses na edição de 2006 do PISA.

Tabela 24. Percentual de acerto do item Chuva ácida 03 (s485q03) dos brasileiros no PISA 2006.

País	Item Chuva Ácida Q03
Brasil	43.5
Média OCDE	**75.1**

Este é um item considerado fácil para os especialistas da OCDE. De fato, ainda que aproximados 20 pontos percentuais distante da média de acerto da OCDE, mais de 43% dos alunos brasileiros converteram este item. Talvez a presença dos números possa ter causado algum estranhamento e consequente confusão.

QUESTÃO 3 (Q05): CHUVA ÁCIDA S485Q05 2 1 0 9

Os alunos que fizeram essa experiência também colocaram lascas de mármore na água pura destilada, durante uma noite. Nenhuma alteração foi observada.

Explique por que os alunos incluíram essa etapa na experiência.

.....

.....

Figura 4. Unidade Chuva Ácida, Questão 5. (BRASIL, 2008).

A questão solicita conhecimentos sobre Ciências, e requer que os alunos conheçam a estrutura de um experimento e, portanto, situa-se na categoria da investigação científica, onde a experimentação, para ser válida, deve ser comparável com outras realizadas sob condições de controle. Para obter crédito completo na resposta o aluno necessitaria reconhecer o caráter neutro da água destilada no experimento proposto no item, quando comparada ao vinagre que é ácido e reage com o mármore. Para crédito parcial bastaria afirmar que os dois experimentos são realizados para possibilitar comparação.

Esta é uma questão aberta cuja resposta completa se encontra no nível máximo de dificuldade do Pisa, o 6. Assim como a questão anterior, trabalha a competência de identificar questões científicas categorizadas no conhecimento sobre Ciências.

A tabela 25 mostra como nossos alunos se comportam diante da questão acima.

Tabela 25. Percentual de acerto obtido na questão 05 (s485q05) da Unidade Chuva Ácida por alunos brasileiros participantes do PISA 2006.

País	Item Chuva Ácida Q05
Brasil	17
Média OCDE	**36**

A partir da tabela acima, podemos observar que apenas 17% dos alunos acertaram este item e, isto nos coloca 19 pontos distante da média dos países da OCDE. No entanto, dada a dificuldade deste item e a nossa distribuição nos níveis de desempenho do Pisa, trata-se de um desempenho significativo. Mesmo não

tendo alocado alunos no nível 6 de desempenho, é muito considerável que 17% dos avaliados sejam capazes de elucidar um item que requer a capacidade de relacionar diferentes fontes de informação e de usar evidência retirada de tais fontes para justificar decisões.

EXERCÍCIO FÍSICO

Praticar exercícios físicos regularmente, porém com moderação, é bom para a saúde.

QUESTÃO 1: EXERCÍCIO FÍSICO *S493Q01*

Quais as vantagens do exercício físico regular? Faça um círculo em "Sim" ou "Não" em cada uma das afirmações.

Esta é uma vantagem do exercício físico regular?	**Sim ou Não?**
O exercício físico ajuda a evitar doenças cardíacas e circulatórias.	Sim / Não
O exercício físico impede que os vírus entrem no corpo.	Sim / Não
O exercício físico leva a uma dieta saudável.	Sim / Não
O exercício físico ajuda a evitar o excesso de peso.	Sim / Não

Figura 5. Unidade Exercício Físico, Questão 1. (BRASIL, 2008).

A Unidade Exercício Físico contém em seu estímulo vantagens da prática de atividade física regular. Logo se apresenta a questão, que pede que o aluno circule "sim" ou "não" para cada uma das afirmativas colocadas. É uma questão que exige o conhecimento dos benefícios advindos da prática regular de exercício físico. Temas como este, relacionado à saúde humana, não apenas aparecem como conteúdo em livros didáticos, como também aparecem como temas estruturadores do ensino

fundamental (Ser Humano e Saúde) e médio (Qualidade de Vida das populações humanas). Esse assunto é também bastante abordado em projetos e igualmente sugerido como tema transversal.

Este é um item de múltipla escolha complexo e para convertê-lo o aluno precisa demonstrar competência em Explicar fenômenos cientificamente. A categoria de conhecimento envolvida é Conhecimentos de Ciência - Sistemas Vivos – e o Nível ao qual este item está alocado é o 3. Para obter o crédito completo deste item, o aluno deveria circular as quatro respostas corretamente, na seguinte ordem: Sim, Não, Não e Sim.

Entre os países da OCDE, aproximadamente 57% dos alunos responderam esta questão corretamente. Em contrapartida, apenas 28% dos alunos brasileiros conseguiram converter este item. Esse resultado corrobora a dificuldade dos alunos brasileiros de selecionar informação relevante a partir de dados variados e de tirar conclusões ou de fazer a sua própria avaliação de uma determinada situação. Apesar de este também não ser considerado um item fácil para a OCDE, nosso resultado nesse item se torna ainda mais complicado pelo fato de o conteúdo estar tratando de saúde e do desenvolvimento de uma das capacidades a serem desenvolvidas no Ensino de Ciências ao final do ensino fundamental que é a compreensão da saúde pessoal.

QUESTÃO 2: EXERCÍCIO FÍSICO S493Q03

O que acontece quando os músculos são exercitados? Faça um círculo em "Sim" ou "Não" em cada uma das afirmações.

Isto acontece quando os músculos são exercitados?	Sim ou Não?
Os músculos recebem um suprimento maior de sangue.	Sim/Não
Formam-se gorduras nos músculos.	Sim/Não

Figura 6. Unidade Exercício Físico, Questão 2. (BRASIL, 2008).

Assim como o item anterior, este também é de múltipla escolha complexo. Complexo não apenas por conter três afirmativas a serem analisadas, bem como

pela necessidade de se acertar as duas respostas para se conseguir o crédito total. As duas respostas estão corretas, na seguinte ordem: Sim, Não.

Segundo a OCDE este é um item fácil (82% de acerto), pelo que se localiza no nível mais baixo da escala de proficiência do PISA – nível 1 – para explicar os fenômenos de forma científica. Para responder à pergunta, o aluno deve ter um mínimo de conhecimento do funcionamento da musculação no corpo humano. Também para os alunos brasileiros o item se mostrou razoavelmente fácil de ser respondido, não evidenciando, neste campo, grande distância da média da OCDE, atingindo cerca de 71% de acerto.

QUESTÃO 5: EXERCÍCIO FÍSICO *S493Q05 – 01 11 12 21 99*

Por que respiramos mais forte ao fazermos exercícios físicos, do que quando o nosso corpo está descansando?

Figura 7. Unidade Exercício Físico, Questão 5. (BRASIL, 2008).

Este item é de resposta aberta, construída. Assim como os demais desta unidade, está alocado na competência de explicar fenômenos cientificamente, sob a categoria de Sistemas Vivos (Conhecimento de Ciências) cuja área de aplicação é Saúde e uma situação pessoal. O nível de dificuldade registrado aqui é o mais alto encontrado para os itens liberados desta unidade, Nível 4 da escala do PISA. Menos da metade dos alunos da OCDE converteram-no, apenas 45%. No caso do Brasil, somente 14% dos alunos avaliados conquistaram o crédito total referente a esta questão, que se relaciona a fisiologia do corpo humano e as trocas gasosas – oxigênio e gás carbônico – realizadas pelo corpo, e neste caso, principalmente quando da prática de exercício físico. A dificuldade em responder este item pode estar relacionada a então necessidade de relacionar várias áreas de conhecimento, bem como com a abordagem utilizada. Temas como fisiologia do corpo humano e trocas gasosas chegam a ser introduzidos no oitavo ano do Ensino Fundamental, mas são mais propriamente discutidos e aprofundados no Ensino Médio (Identidade dos Seres Vivos) e como vimos anteriormente, mais de 40% dos alunos brasileiros

avaliados pelo PISA 2006 estavam ainda cursando o Ensino Fundamental. Um dos requisitos para converter este item era usar termos como oxigênio e dióxido de carbono para respondê-lo. A chave de respostas disponibilizada pelo PISA advertia sobre a não aceitação de termos mais gerais como “ar” ao invés desses termos.

Para ter o crédito total deste item, o aluno deveria, portanto, indicar razões como: a) para reduzir os elevados níveis de dióxido de carbono e fornecer mais oxigênio para o corpo; b) quando praticamos exercícios, nosso corpo precisa de mais oxigênio e produz mais dióxido de carbono. A respiração faz isto; c) respirar mais rápido oxigena mais o sangue e faz com que o dióxido de carbono seja expelido.

O crédito parcial foi concedido para respostas do tipo: a) para reduzir os níveis elevados de dióxido de carbono do corpo, ou para fornecer mais oxigênio ao corpo; b) porque precisamos nos livrar do dióxido de carbono que se forma; c) porque os músculos precisam de oxigênio; d) porque o exercício físico consome oxigênio; e) a pessoa respira mais forte porque há mais oxigênio entrando nos pulmões; f) uma vez que a pessoa está utilizando muita energia, o corpo precisa do dobro ou do triplo de ingestão de ar. Também precisa que o dióxido de carbono seja reduzido do corpo.

MARY MONTAGU

Leia o artigo de jornal abaixo e responda às questões a seguir.

A HISTÓRIA DA VACINA

Mary Montagu foi uma linda mulher. Ela sobreviveu a um ataque de varíola em 1715, mas as cicatrizes a deixaram desfigurada. Em 1717, enquanto passava uma temporada na Turquia, ela observou um método chamado inoculação que era muito usado no país. Por este método um tipo fraco de varíola era colocado na pele raspada de um jovem saudável que ficava doente por um curto período de tempo. Ao contrário do que acontecia com a varíola normal, essa doença passageira não deixava cicatrizes e não matava ninguém.

Mary ficou tão convencida da segurança dessas inoculações (muitas vezes chamadas vacinas) que permitiu que o seu filho e a sua filha fossem inoculados.

Em 1796, Edward Jenner usou inoculações de uma doença associada, a vacínia (varíola bovina), para provocar a fabricação de anticorpos contra a varíola. Jenner foi chamado de “o pai da vacina”. E, sem dúvida, Mary Montagu deveria ser chamada de “a mãe da vacina”.

Figura 8. Unidade Mary Montagu. (BRASIL, 2008).

QUESTÃO 2: MARY MONTAGU S477Q02

Contra que tipos de doenças as pessoas podem ser vacinadas?

A Doenças hereditárias como a hemofilia.
B Doenças que são causadas por vírus, como a poliomielite.
C Doenças decorrentes de disfunção do corpo, como a diabetes.
D Qualquer tipo de doença para a qual não existe tratamento.

Figura 9. Unidade Mary Montagu, Questão 2. (BRASIL, 2008).

A Unidade Mary Montagu trata, em termos gerais, de aspectos relacionados a saúde. A questão acima é de múltipla escolha simples que põe a prova competências de explicar fenômenos cientificamente. Aplica-se a área de saúde e a uma situação social. A resposta correta – letra B – implica que ao aluno saiba que o corpo humano produz anticorpos para se defender de corpos estranhos, como vírus e bactérias, que podem caracterizar ameaças ao seu perfeito funcionamento. É preciso ainda, estar ciente de que a ação desses anticorpos perdura no tempo para defender o corpo de futuros ataques de mesmos agentes. Apesar da gama de informações envolvidas, este item é considerado simples, principalmente por se tratar de um assunto de saúde pública e, portanto, de alguma divulgação na sociedade. 75% dos alunos da OCDE responderam-no corretamente e o Brasil não ficou muito atrás, com um índice de 63% de acerto. Este item está alocado no nível 2 da escala de proficiência em Ciências e foi um dos mais altos índices de acerto atingidos pelos alunos brasileiros e corrobora a percepção destes. No questionário do aluno, quando perguntados sobre com que facilidade, sem a intervenção de nada e ninguém, eles seriam capazes de reconhecer uma questão científica por trás de uma reportagem de jornal sobre saúde (st17q01), 26.7% dos alunos disseram que poderiam fazê-lo facilmente. Aqueles que disseram também poder fazê-lo, mas com algum esforço são aproximados 50%.

QUESTÃO 2: MARY MONTAGU S477Q03

Se um animal ou uma pessoa ficar doente por causa de uma infecção bacteriana e, em seguida, se recuperar, em geral, não ficará doente novamente por causa do mesmo tipo de bactéria.

Qual é a razão para isso?

A. O corpo matou todas as bactérias que podem causar o mesmo tipo de doença.
B. O corpo produziu anticorpos que matam esse tipo de bactéria antes que elas se multipliquem.
C. Os glóbulos vermelhos matam todas as bactérias que podem causar o mesmo tipo de doença.
D. Os glóbulos vermelhos capturam esse tipo de bactéria e a expulsam do corpo.

Figura 10. Unidade Mary Montagu, Questão 3 (BRASIL, 2008).

Esta questão é construída exatamente nas mesmas condições da anterior. Inclusive o nível na escala de proficiência em Ciências e, portanto, o nível de dificuldade é o mesmo – Nível 2. Aqui, a média do países da OCDE permanece em 75% e a média do Brasil cai dois pontos percentuais, figurando 61% de acerto.

Os créditos totais nesse item foram conferidos aos alunos que marcaram a opção B, onde fica claro que a razão de uma pessoa não ficar doente novamente por conta de uma mesma espécie de bactéria é o fato de o corpo produzir anticorpos que matam tais bactérias reincidentes antes que elas se multipliquem.

QUESTÃO 4: MARY MONTAGU S477Q04 – 0 1 9

Dê uma razão pela qual se recomenda que as crianças e os idosos, principalmente, sejam vacinados contra a gripe.

Figura 11. Unidade Mary Montagu, Questão 4. (BRASIL, 2008).

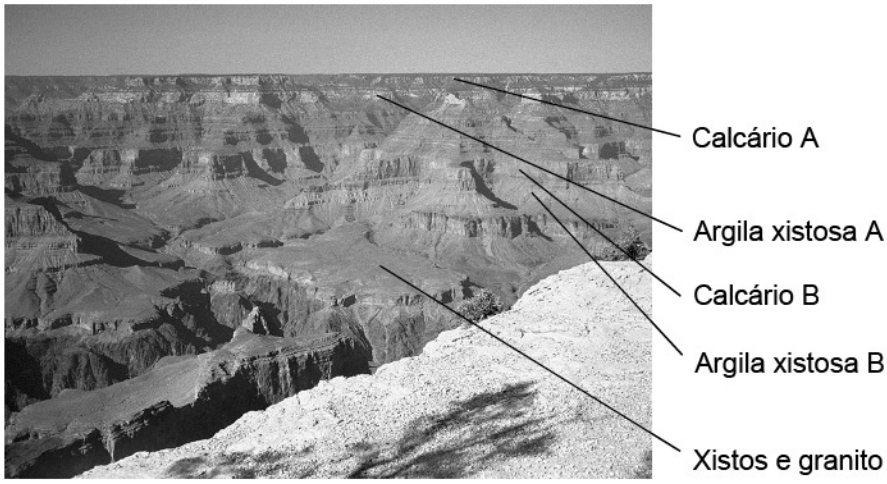
Esta questão é aberta e o nível de dificuldade é um pouco maior do que as demais liberadas nesta unidade, está alocada no nível 3 do programa. A resposta correta implica a noção da necessidade que crianças e idosos tem, por inúmeras razões um sistema imunológico mais vulnerável e, portanto, são mais suscetíveis ao ataque de vírus, como o causador da gripe, por exemplo.

Aqui, apesar de tratarmos de um também tema de saúde pública, cujas campanhas de vacinação são altamente veiculadas na mídia, o índice de acerto é consideravelmente menor – 62% para a OCDE e 37% para o Brasil.

O GRAND CANYON

O Grand Canyon está localizado em um deserto nos Estados Unidos. Ele é um cânion grande e profundo formado por muitas camadas de rochas. No passado, os movimentos na crosta terrestre ergueram estas camadas. Atualmente, o Grand Canyon apresenta 1,6 km de profundidade em determinadas partes. O Rio Colorado percorre todo o fundo do cânion.

Veja a foto abaixo do Grand Canyon tirada da margem sul. Várias camadas diferentes de rochas podem ser vistas nas paredes do cânion.



QUESTÃO 3: O GRAND CANYON *S426Q03*

A temperatura no Grand Canyon varia de menos de 0 °C a mais de 40 °C. Embora ele esteja localizado em uma área desértica, as fendas das rochas, algumas vezes, contêm água. De que maneira essas mudanças de temperatura e a água contida nas fendas das rochas ajudam a acelerar a decomposição das rochas?

A A água congelada dissolve as rochas quentes.
B A água consolida as rochas entre si.
C O gelo torna lisa a superfície das rochas.
D A água congelada se expande nas fendas das rochas.

Figura 12. Unidade Grand Canyon, Questão 3. (BRASIL, 2008).

De maneira ampla, a Unidade Grand Canyon está relacionada ao estudo do solo e das rochas. No entanto, a resposta correta dessa questão – letra D – requer que o aluno saiba que a água congela quando a temperatura está abaixo de zero grau, assim como conheça a propriedade da água de se expandir ao congelar,

relacionando um fenômeno físico com um efeito geológico visível. Houve um nítido contraste entre a porcentagem de acerto do Brasil em comparação com a OCDE – 30% para o Brasil e 66% para a OCDE. Os técnicos no Relatório Nacional do INEP apontam como fator favorável aos estudantes da OCDE, a maior convivência deles com as características do fenômeno de congelamento da água, devido ao clima frio. O Brasil exibiu uma distribuição de respostas mais homogênea que a OCDE, indício de escolha aleatória de resposta pelos estudantes brasileiros, o que pode denotar uma má compreensão do conteúdo da pergunta (Tabela 26).

Tabela 26. Proporção de respostas no item S426Q03.

País	A	B	C	D
Brasil	23,13	23,27	13,06	30,38
Média OCDE	12,22	8,97	9,06	65,57

Ainda no Relatório Nacional realizado pelo INEP, a comparação de respostas por alternativa mostra que este item apresenta um comportamento diferente para os alunos brasileiros e os da OCDE, no sentido de que os percentuais de acertos por níveis da escala são muito diferentes. Enquanto o percentual de acertos na OCDE no Nível 2 da escala – nível onde se aloca este item – é de 60%, no Brasil esse percentual é atingido somente no nível 5. Para a então melhor e mais eficaz comprovação de que este item e, muito provavelmente outros também, se comportam de maneira diferente para os alunos brasileiros e de outros países, sejam eles membros da OCDE ou não, seria interessante a realização da análise do Funcionamento Diferencial do Item (DIF) para identificar as diferenças curriculares, como também de abordagens pedagógicas e socioculturais. Um item apresenta funcionamento diferencial quando alunos de diferentes países que possuem a mesma habilidade cognitiva não têm a mesma probabilidade de acertarem o item.

QUESTÃO 5: O GRAND CANYON S426Q05

Existem muitos fósseis de animais marinhos, como mexilhões, peixes e corais na camada de calcário A do Grand Canyon. O que aconteceu há milhões de anos para que esses fósseis se encontrassem nessa camada?

A Povos antigos transportavam frutos do mar do oceano para essa área.
B Antigamente, os oceanos eram muito mais agitados e ondas gigantes levavam os animais marinhos para a terra.
C Naquela época, um oceano cobriu essa área e, mais tarde, retrocedeu.
D Alguns animais marinhos viviam na terra antes de migrarem para o oceano.

Figura 13. Unidade Grand Canyon, Questão 5. (BRASIL, 2008).

Esta questão, assim como a anterior, é de múltipla escolha e a competência nela envolvida é a de identificar questões científicas. Ela resultou fácil para os alunos da OCDE: 76% deles a responderam corretamente. A questão obteve um percentual de acertos entre os alunos brasileiros de 49% e segundo o INEP, o item foi relativamente fácil, pois o percentual de acertos supera os 60% ainda no Nível 2.

Aqui os alunos deveriam atentar para os fósseis marinhos, que se formaram nas águas, e estas ao retrocederem revelaram sua existência – alternativa D.

QUESTÃO 7: O GRAND CANYON S426Q07

Anualmente, cerca de cinco milhões de pessoas visitam o parque nacional do Grand Canyon. Existe uma preocupação em relação aos danos que estão sendo causados ao parque devido ao grande número de visitantes.

As questões a seguir podem ser respondidas por meio de pesquisas científicas?
Faça um círculo em "Sim" ou "Não" para cada questão.

Estas questões podem ser respondidas por meio de pesquisas científicas?	**Sim ou Não?**
Qual é a extensão da erosão causada pelo uso de trilhas para caminhadas?	Sim / Não
Quais os impactos dos acampamentos de visitantes ao longo do rio no nível de poluição do rio?	Sim / Não

Figura 14. Unidade Grand Canyon, Questão 7. (BRASIL, 2008).

Essa questão não é de múltipla escolha simples como as demais liberadas desta Unidade. Aqui, para obter o crédito completo o aluno deve responder as duas questões de seleção binária que se colocam corretamente, na seguinte ordem: Sim e Não. O aluno deve reconhecer a erosão na imagem e acionar os conhecimentos que adquiriu sobre os impactos da erosão para responder uma sequencia de

perguntas sobre as possibilidades de pesquisa em áreas afetadas por esse fenômeno. Temas como a erosão são exaustivamente tratados no sexto ano do Ensino Fundamental e aparece alocado no Eixo Temático “Terra e Universo” proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental.

O item pode ser considerado de dificuldade intermediária. Assim como os demais itens desta Unidade, este também está alocado no nível 2 da escala de proficiência em Ciências. O percentual de acerto dos alunos da OCDE foi de 61% enquanto que o dos alunos brasileiros de aproximadamente 50%.

EFEITO ESTUFA

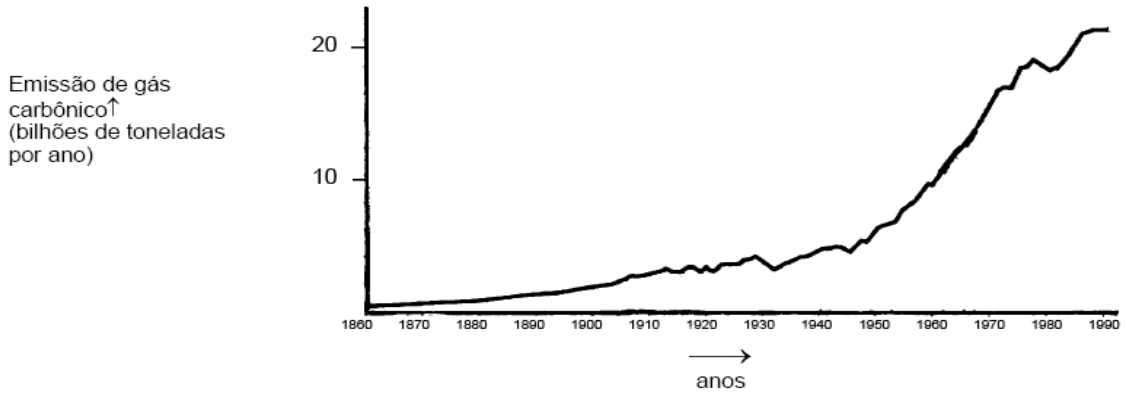
Leia os textos e responda às questões que seguem.

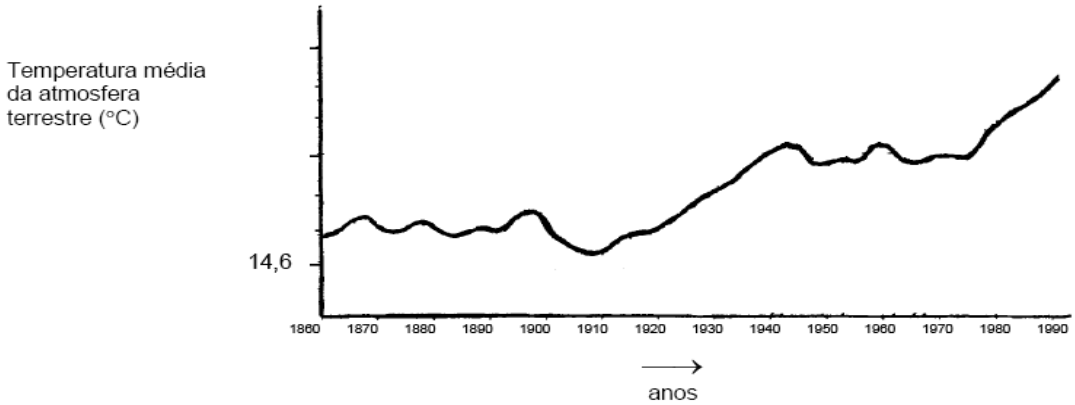
O EFEITO ESTUFA: FATO OU FICÇÃO?

Os seres vivos necessitam de energia para sobreviver. A energia que mantém a vida sobre a Terra vem do Sol, que irradia energia para o espaço, por ser muito quente. Uma proporção minúscula dessa energia alcança a Terra.
A atmosfera terrestre funciona como uma camada protetora sobre a superfície de nosso planeta, impedindo as variações de temperatura que existiriam em um mundo sem ar.
A maior parte da energia irradiada pelo Sol passa pela atmosfera terrestre. A Terra absorve parte dessa energia e a outra parte é refletida pela superfície terrestre. Parte dessa energia refletida é absorvida pela atmosfera.
Como resultado disso, a temperatura média acima da superfície da Terra é mais alta do que seria se não existisse atmosfera. A atmosfera terrestre funciona como uma estufa, daí o termo *efeito estufa*.
O efeito estufa teria ficado mais evidente durante o Século XX.
É um fato que a temperatura média da atmosfera terrestre tem aumentado. Em jornais e revistas, o aumento da emissão do gás carbônico é freqüentemente apontado como o principal responsável pela elevação de temperatura no Século XX.

Figura 15. Unidade Efeito Estufa, Questão 3 parte 1. (BRASIL, 2008).

Um estudante, chamado André, interessou-se pela possível relação entre a temperatura média da atmosfera terrestre e a emissão de gás carbônico na Terra. Em uma biblioteca ele encontrou os dois gráficos abaixo:





André conclui, a partir desses dois gráficos, que é evidente que o aumento da temperatura média da atmosfera terrestre é devido ao aumento da emissão do gás carbônico.

QUESTÃO 3 : EFEITO ESTUFA *S114Q03- 01 02 11 12 99*

O que há nos gráficos que justifica a conclusão de André?

_____

.....

Figura 16. Unidade Efeito Estufa, Questão 3 parte 2. (BRASIL, 2008).

No Pisa 2006 a Unidade Efeito Estufa trouxe três itens que têm como texto-base uma descrição do efeito estufa terrestre, uma advertência sobre sua intensificação no século XX e um par de gráficos: um da temperatura atmosférica, outro da quantidade de dióxido de carbono da atmosfera terrestre, ao longo do tempo. Afirma-se que há possíveis correlações entre as duas curvas, ou seja, não se

fecham relações causais entre a variação de temperatura e o aumento de emissões de dióxido de carbono.

Na questão número três afirma-se que André, um personagem fictício, teria concluído que o aumento da temperatura atmosférica seria devido ao aumento do CO2 na atmosfera. Cabia ao aluno participante justificar essa conclusão. Para responder a questão o aluno deveria correlacionar informações, o que dependia da capacidade de ler e interpretar e comparar dois gráficos, relacionando as tendências de aumento/elevação em ambos.

A questão acima é de resposta construída que exige a competência de utilizar evidência científica. Ela está inserida no contexto global de meio ambiente. Para conseguir os códigos completos (11 ou 12) o aluno deveria perceber a relação entre as duas curvas do gráfico. Recebeu código 11 ao considerar os dois conjuntos de dados e referir-se ao aumento (geral) e simultâneo da temperatura e da emissão de gás; recebeu código 12 ao afirmar, de alguma maneira, que havia uma relação positiva entre as duas variáveis. Nenhum crédito foi conferido (01 ou 02) àqueles que fizeram referência apenas a um ou a outro aumento sem exibir claramente a leitura de gráfico ou a relação entre estes.

Entre os alunos da OCDE mais de 52% acertou a questão, não importando se com código 11 ou 12. Considerando-se que na OCDE aproximadamente 52% do alunos alcançam o Nível 3 de letramento, a questão é de média dificuldade. Já no Brasil, onde o nível 3 é alcançado por apenas 15,2% dos estudantes, a questão certamente foi muito difícil. Os resultados do Brasil são mostrados na Tabela abaixo.

Tabela 27. Proporção de respostas ao item s114q03.

	Crédito Completo		**Nenhum Crédito**		**Não Respondeu**
	Cód. 11	Cód. 12	Cód. 01	Cód. 02	Cód. 99
Brasil	23.24	8.88	15.44	24.66	27.79
Média OCDE	47.71	4.46	10.67	24.31	12.86

Nas provas brasileiras, 32% das respostas alcançaram o código completo, com melhor ou pior aproveitamento. Isso quer dizer que 32% dos alunos brasileiros participantes da avaliação mostraram capacidade de averiguar a tendência comum dos dois gráficos, interpretando corretamente o que pede a pergunta sobre a

conclusão tirada por André. Para receber código 11 ou 12, o estudante mobilizou habilidades como: trabalhar com os vários tipos de linguagens que a unidade utiliza, estabelecer relações entre dados confiáveis (do gráfico) e um fato carente de explicação (aumento do efeito estufa). Desse modo, demonstrou competência de buscar evidências que dão suporte a conclusões.

Questão 4 : EFEITO ESTUFA *S114Q04- 01 02 03 11 12 13 14 15 21 99*

Uma outra aluna, Jane, discorda da conclusão de André. Ela compara os dois gráficos e diz que algumas partes dos gráficos não justificam sua conclusão.

Dê um exemplo de uma parte do gráfico que não justifica a conclusão de André. Explique a sua resposta.

Figura 17. Unidade Efeito Estufa, Questão 4. Fonte: BRASIL, 2008.

A questão 4 (s114q04) da Unidade Efeito Estufa pedia para o participante voltar aos dados e buscar evidências que fundamentassem uma opinião contrária à de André. Aqui é requerido do estudante flexibilidade para a observação de dados e informações sob diferentes pontos de vista, um traço importante da postura científica. Segundo o INEP (2008), para muitos estudantes, inexperientes no conhecimento sobre a ciência, esse aspecto da questão pode ter sido um desafio.

Para responder a questão, os estudantes deveriam ler adequadamente cada um dos gráficos e saber localizar semelhanças e diferenças; deveriam saber comparar mais minuciosamente os gráficos, coletando informações específicas sobre períodos de tempo e a maior ou menor emissão de gás e variação de temperatura.

Para receber o crédito 21 (resposta completa) o aluno deveria referir-se a uma parte do gráfico onde a relação entre o aumento da temperatura e da emissão de gás não ocorreu e justificar o porquê. O crédito parcial (11-15) foi dado ao aluno que apontou apenas um período ou um ano, ou ainda aquele aluno que indicou irregularidade ou divergência com uma explicação cientificamente fraca. Nenhum crédito foi dado a respostas que faziam referência a uma ou outra irregularidade ou divergência, sem apontar no gráfico o período em que ela ocorreu.

Apenas cerca de 25% dos alunos brasileiros obtiveram créditos completo e parcial. Entre os alunos de países membros da OCDE, esse percentual foi de 46%. Os resultados são apresentados na íntegra na Tabela a seguir.

Tabela 28. Proporção de respostas ao item s114q04

	Crédito Completo	**Crédito Parcial**	**Nenhum Crédito**	**Não Respondeu**
	Cód. 21	Cód. 11, 12, 13, 14, 15	Cód. 01, 02,03	99
Brasil	9.27	15.41	30.83	44.49
OCDE	20.77	24.75	30.28	24.19

A quantificação dos resultados dos alunos brasileiros também mostrou que aproximadamente 44% não responderam contra apenas 24% dos alunos da OCDE. Além desses, cerca de 30% dos alunos tanto brasileiros como da OCDE responderam a questão sem ganhar créditos, sugerindo que este foi um item difícil para as duas populações.

QUESTÃO 5 : EFEITO ESTUFA *S114Q05- 01 02 03 11 12 99*

André mantém sua conclusão, segundo a qual o aumento na média da temperatura da atmosfera terrestre é causado pelo aumento da emissão de gás carbônico. Mas Jane acha que sua conclusão é prematura. Ela diz: “Antes de aceitar essa conclusão você deve estar certo de que outros fatores que poderiam influenciar o efeito estufa estão constantes”.

Cite um dos fatores a que Jane se refere.

Figura 18. Unidade Efeito Estufa, Questão 5. (BRASIL, 2008).

Nos dois primeiros itens, o participante deveria mostrar que a leitura dos gráficos pode fundamentar opiniões divergentes sobre a intensificação do efeito estufa ao longo do tempo. Agora, neste terceiro item, o foco mais direto é o conhecimento científico em domínio específico que é o campo da Terra e sistemas espaciais, pois o estudante deve explicar cientificamente o efeito estufa terrestre, levando em conta fatores constantes ou variáveis e observando um, entre vários, fatores que deveriam ser aferidos para que o efeito estufa possa ser mais bem

conhecido, para resolver a discordância de opiniões relacionadas às primeiras questões. Se ao explicar o efeito estufa o estudante menciona o calor do Sol e os fenômenos da Terra como planeta, ele recebe código total 12. Quando a resposta menciona os componentes naturais ou um poluente potencial como os gases e os carros, recebe código 11. Houve uma alta porcentagem de respostas em branco tanto dos alunos brasileiros, cerca de 47%, quanto dos alunos da OCDE, 32%, como mostra a tabela abaixo.

Tabela 29. Proporção de respostas ao item st114q05.

	Crédito Completo		**Nenhum Crédito**			**Não Respondeu**
	Cód. 11	Cód. 12	Cód. 01	Cód. 02	Cód. 03	Cód. 99
Brasil	11.76	3.61	9.77	3.37	24.64	46.85
OCDE	8.75	9.21	6.34	8.55	34.88	32.27

O baixo percentual de respostas corretas (soma dos percentuais dos códigos corretos 11 e 12), 18% dos alunos da OCDE e 15% dos alunos brasileiros, pode ser justificado pela complexidade do item.

A quantificação dos resultados dos alunos brasileiros mostrou que, além dos alunos que deixaram a questão em branco, mais 38% responderam de modo inapropriado ou errado. Ressaltamos que o código 03 foi muito alto em ambos os grupos, tanto no Brasil quanto na OCDE. Este código, assinalando as respostas que fazem referência a fatores que em nada podem influenciar a emissão de gás carbônico (por exemplo, nitrogênio ou oxigênio) indica novamente que os alunos carecem de conhecimento científico sobre esse fenômeno. Outra prova disso, são as respostas dadas pelos alunos brasileiros a questão 22 (st22q01) do questionário do aluno que buscava perceber o quão informados estes estavam sobre o aumento dos gases de efeito-estufa na atmosfera. A maioria dos nossos alunos disse ter ouvido sobre o assunto mas assumiram não serem capazes de explicar sobre o que realmente se trata. Passou de 5% o conjunto daqueles que nunca haviam ouvido falar do assunto. Os que sabiam alguma coisa e poderiam explicar em linhas gerais somavam 36% e aqueles ditos familiarizados com o assunto eram pouco mais de 15%.

7 CONCLUSÃO

Esse estudo teve por finalidade fazer um panorama da formação científica brasileira a partir dos dados do PISA 2006. No fundamental, os resultados reproduzem os achados usuais da literatura que afirma que o desenvolvimento social, científico e tecnológico do Brasil requer uma reformulação profunda da estrutura educacional em nosso país. A necessidade de melhorar o ensino básico no Brasil e, em particular, o Ensino de Ciências, deve ser encarada com mais veemência, afinal o ensino adequado de Ciências estimula o raciocínio lógico e a curiosidade, ajuda a formar cidadãos mais aptos a enfrentar os desafios da sociedade contemporânea e fortalece a democracia, dando à população, em geral, melhores condições para participar dos debates cada vez mais comuns sobre temas científicos que afetam nosso cotidiano.

Atualmente, precisamos de mudança cultural na forma de aprender e ensinar Ciências. Muitas propostas têm apresentado renovação de conteúdos e metas, buscando implementar, na prática, teorias que as sustentam. Entretanto, acreditamos que há dificuldade em entender a base teórica proposta por elas, comprometendo, assim, a prática do professor. Os parâmetros curriculares fartamente distribuídos, na tentativa de produzir mudanças, usam muito pouco o considerável montante de informações existentes sobre mudanças do Ensino de Ciências. Diante disso, poucas mudanças podem ser observadas na sala de aula, onde, na realidade, persistem velhas práticas que revelam resultados alarmantes.

A partir dos resultados do PISA 2006, vimos que os alunos brasileiros de 15 anos de idade se mostram bastante interessados pela Ciência. No entanto, os avanços científicos e tecnológicos parecem estar distantes do dia-a-dia de uma parcela significativa dos jovens brasileiros. Assim como para a população brasileira de forma geral, como mostram as pesquisas públicas realizadas pelo MCT, aparentemente, a ciência tem relação com as coisas que estão muito além da compreensão e configura-se em algo abstrato que não está diretamente ligado as pessoas enquanto indivíduos. Acreditamos que isso esteja relacionado a forma como a ciência, e também a tecnologia é difundida para a população e também para

os jovens avaliados pelo PISA, que fazem uso da televisão como principal meio de comunicação utilizado na obtenção de informação científica.

Os alunos brasileiros avaliados pelo PISA apontam a escola como fonte prioritária de aprendizagem de tópicos relacionados a Ciências. No entanto, a escola parece não mobilizar o interesse do aluno por Ciência em letramento científico. Achamos que o estímulo à consciência em relação à Ciência e a Tecnologia deve ser desenvolvido já desde os anos iniciais do Ensino Fundamental, fazendo com que o tema fique cada vez mais em voga, de forma a mostrar não somente a importância, mas a beleza da Ciência, despertando a curiosidade já que ciência nada mais é do que curiosidade sistematizada, até porque, quando perguntados sobre a principal fonte de aprendizado de determinados tópicos em Ciências, os alunos brasileiros apontam preponderantemente a escola, essa mesma que precisa adquirir propostas curriculares atualizadas, relevantes e realistas, não só indicando as impropriedades, omissões e propostas discutíveis, mas também propostas de linhas de trabalho, sugestões para reformulação, mudanças e substituição.

Assim o dizemos por que, também em aspectos cognitivos, os resultados do Brasil em Ciências não são nada bons. A comparação dos resultados obtidos pelos alunos brasileiros coloca o País em situação de desvantagem em relação a quase todos os países que participam do PISA. Fomos o 52º país em competência científica dentre os 57 participantes do PISA em 2006. Em termos gerais, estamos alocados no Nível 1 de desempenho do PISA, porém há ainda uma margem relativa dos nossos estudantes que não consegue alcançar sequer este, que é o Nível mais baixo considerado pelo Programa. Não foi nosso objetivo, no entanto, nem tampouco faz parte do escopo desta pesquisa desenvolver um estudo comparativo entre o Brasil e os demais países participantes deste Programa. Reconhecemos e consideramos as diferenças socioeconômicas e culturais entre os inúmeros países e o que fizemos foi buscar entender que características dos estudantes estariam associadas aos seus resultados no teste de Ciências aplicado pelo PISA 2006.

Embora de forma rudimentar, este estudo permite inferir sobre as condições de igualdade/desigualdade em relação à origem social dos alunos que estudam nas escolas brasileiras, sejam elas públicas ou particulares. Os dados do PISA 2006

evidenciam que os alunos não defasados, de escola particular e que são oriundos de nível sócio econômico alto possuem as maiores médias de desempenho em Ciências. Evidenciam também que a rede sozinha explica substancialmente a variância das médias de desempenho dos alunos brasileiros e corrobora o também encontrado por inúmeros outros autores da área.

Fator que também inviabiliza melhores resultados em Ciências dos alunos brasileiros é a alta taxa de repetência, segunda pior entre todos os países avaliados pelo PISA 2006. Esses altos índices de atraso saem caro para países como o Brasil, não apenas por implicar em custos, incluindo a despesa de um ano escolar adicional para o estudante, mas também para sociedade, como reforça a OCDE (2011) em atrasar esse cidadão em pelo menos um ano no tocante à finalização da escolaridade básica e o acesso ao mundo do trabalho.

Desde os originais resultados trazidos pelo Relatório Coleman (1966) entre outros trabalhos semelhantes feitos há mais de trinta anos, o fator econômico é o que vinha determinando mais fortemente o desempenho escolar dos estudantes. Entretanto, diferentemente da ideia defendida na época de que a variável importante é a origem socioeconômica do indivíduo, acredita-se hoje que a escola, como visto aqui através dos dados do PISA 2006, e as estratégias familiares também tem um papel fundamental no desempenho dos alunos. Ainda assim, levando-se em consideração que a escola pública é a que atende os alunos das classes menos abastadas e defasados, esses fatores estão intimamente relacionados.

O objetivo principal do PISA de produzir indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação ministrada nos países participantes, de modo a subsidiar políticas de melhoria da educação parece ter se cumprido aqui. Resta-nos agora direcionar nosso olhar e prática a políticas que visem essa então melhoria. A avaliação procura verificar até que ponto as escolas de cada país participante estão preparando seus jovens para exercerem o papel de cidadãos na sociedade contemporânea e a partir dos resultados alcançados aqui concluímos e corroboramos o já anteriormente discutido na literatura de que a escola pública não prepara seus jovens da mesma maneira que a rede privada o faz.

Num momento em que a cidadania enfrenta novos desafios, busca novos espaços de atuação e abre novas áreas por meio das grandes transformações pelas

quais passa o mundo contemporâneo, é importante ter o conhecimento de realidades que, no passado, significaram e, no presente, ainda significam passos relevantes no sentido da garantia de um futuro melhor para todos (CURY, 2002). O direito à educação escolar e, uma educação de qualidade, é um desses espaços que não perderam e nem perderão sua atualidade.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS**. O ensino de ciências e a educação básica**: propostas para superar a crise. Rio de Janeiro, 2007.

AGUIAR, Glauco da Silva ; ORTIGÃO, Maria Isabel Ramalho. Há vantagem acadêmica entre Brasil e Portugal? Um estudo a partir dos dados o PISA2003: debater o currículo e seus campos. In: COLÓQUIO SOBRE QUESTÕES CURRÍCULARES LUSO BRASILEIRO, 9. , 2010, Porto. **Atas**... Porto: Universidade do porto, 2010.

AGUIAR, Glauco da Silva. **Estudo comparativo entre Brasil e Portugal sobre diferenças nas ênfases curriculares de matemática a partir da análise do Funcionamento Diferencial do Item (DIF) do PISA-2003.** 2008. 246 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2008.

ALVES, Fátima ; ORTIGÃO, Maria Isabel Ramalho; FRANCO, Creso. Origem social e risco de repetência: interação entre raça-capital econômico. **Cadernos de Pesquisa.** São Paulo, v.37, n.130, p. 161-180, jan./abr. 2007.

BABBIE, Earl. **Métodos de Pesquisas de Survey**. Belo Horizonte: UFMG, 1999.

BRANDAO, Zaia ; BAETA, Ana Maria Bianchini ; Rocha, Any Dutra. **Evasão e repetência no Brasil:** a escola em questão. Rio de Janeiro: Achiamé, 1983.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasi**l. Brasília, DF: Senado, 1988. Disponível em: < http:www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituição/constitui%c3%a7ao.htm>. Acesso em: 01 Jun. 2011a.

_____. **Constituição Política do Império do Brazil de Março de 1824**. Disponível em: < http:www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituição/constitui%c3%a7ao24.htm>. Acesso em: 01 Jun. 2011b.

_____. Instituto Nacional de Estatísticas Educacionais. **EDUDATABRASIL - Sistema de Estatísticas Educacionais**. 2006. Disponível em: < http://www.edudatabrasil.inep.gov.br>. Acesso em: 23 Fev. 2012.

_____. Instituto Nacional de Estatísticas Educacionais. **Resultados nacionais – Pisa 2006**: Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa). 2008. Disponível em: < http://www.inep.gov.br/download/internacional/pisa /PISA2006.pdf >. Acesso em: 12 Abr. 2010.

BRASIL. Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961. Fixa Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1961.

_____. Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o Ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. . **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 12 ago. 1971.

_____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Ministério da Ciência e da Tecnologia. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Museu de Astronomia e Ciências afins. **O que o brasileiro pensa da Ciência e Tecnologia?** Rio de Janeiro: MASP, 1987.

BRASIL. Ministério da Ciência e da Tecnologia. Departamento de Popularização e Difusão da C&T. Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão social. **Percepção Pública da Ciência e da Tecnologia.** Brasília, DF, 2007.

_____. **O que o brasileiro pensa da Ciência e Tecnologia?** Brasília, DF, 2010.
BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ciências: 5ª a 8ª séries. Brasília, 1998.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio: parte III : ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2000.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ensino Médio. Brasília, 2002a.

_____. **PCN+ ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002b.

COLLEMAN, James Samuel. **Report on equality of education opportunity.** Washington, DC: US Government Printing Office for Department of Health, Education and Welfare, 1966.

CORTI, Ana Paula ; Freitas, Maria Virgínia. “Culturas Juvenis, educadores e escola: avanços e impasses na construção do diálogo.” In: OBSERVATÓRIO DA

EDUCAÇÃO E DA JUVENTUDE. **A escola e o mundo Juvenil:** experiências e reflexões. São Paulo: Ação Educativa, 2003. p 39-53.

COSTA-RIBEIRO, Sérgio. A Pedagogia da repetência. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.5, n.12, p. 7-21, maio/ago.1991.

CUNHA, Luiz Antônio. **Educação e desenvolvimento Social no Brasil**. 12. ed. Rio de Janeiro: F. Alves, 1975.

_____. **Educação, Estado e democracia no Brasil.** 3. ed. Niterói, RJ: Cortez, 1999.

CURY, Carlos Roberto Jamil. **Educação e contradição.** São Paulo: Cortez, 1983.

_____. Direito à educação: direito à igualdade, direito à diferença. São Paulo: **Cadernos de Pesquisa**, n. 116, p. 245-262, Jul. 2002.

FORQUIN, Jean Claude. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. **Teoria & Educação.** Porto Alegre, n. 5, p. 28-49, 1992.

_____. As abordagens sociológicas do currículo: orientações teóricas e perspectivas de pesquisa. **Educação e Realidade**. Porto Alegre, v.21, n.1, p. 187-198, 1995.

FRANCO, Creso (Org.). **Avaliação, ciclos e promoção na educação.** Porto Alegre: Artmed, 2001.

FRANCO, Creso et al. Eficácia escolar em Brasil: investigando prácticas y políticas escolares moderadoras de desigualdades educacionales. In: CUETO, S. **Educación y brechas de equidad em América Latina**, Santiago: Fondo de Investigaciones Educativas / PREAL, 2007. Tomo I, p. 223-249.

FRANCO, Creso ; SZTAJN, Paola; ORTIGÃO, Maria Isabel Ramalho. Mathematics teachers, reform and equity: results from the Brazilian national assessment. **Journal for Research in Mathematics Education,** Reston, v. 38, n. 4, p. 393-419, 2007.

FREITAS, Mário Augusto T. A Escolaridade média no ensino primário brasileiro. **Revista Brasileira de Estatística**, Rio de Janeiro, v.8, n.30-31, p. 295-474, 1947.

KLEIMAN, Angela (Org.). **Os significados do letramento.** Campinas, SP: Mercados de Letras, 1995.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências.** São Paulo: Pedagógica e Universitária /EDUSP, 1987.

_____. Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva,** São Paulo**,** v.14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LEON, F. L. L.; MENEZES-FILHO, N. Reprovação, avanço e evasão escolar no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico,** Rio de Janeiro, v.32, n.3, p. 417-451, 2002.

MELLO, Guiomar Namo de. **Magistério de 1º grau:** da competência técnica ao compromisso político. São Paulo: Cortez, 1981.

NÓBREGA, Francisco. A ameaça do analfabetismo científico. **Revista Galileu**. Disponível em: < http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT480247-1726-1,00.html >. Acesso em: 21 Mar. 2012.

OLIVEIRA, Fabíola de. Comunicação pública e cultura científica. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 13, p. 201-208, dez. 2001.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT OCDE. **Literacy skills for the world of tomorrow:** further results from PISA 2000. Paris: Organization for Economic Co-Operation and Development, 2004.

_____. **PISA 2006 Technical Report**. Paris: Organization for Economic Co-Operation and Development, 2007.

_____. **When students repeat grades or are transferred out of school:** What does it mean for education systems? Paris: Pisa in Focus, 2011.

ORTIGÃO, Isabel; AGUIAR, Glauco da Silva. Letramento e competências matemáticas: um enfoque sob a perspectiva dos resultados educacionais no PISA 2003. In: Bernardini, C. H. (Org.). **Educação por competências, teoria e prática para professores e gestores.** São Paulo: Iglu Editora, 2010. p. 87-107.

PATTO, Maria Helena. **A produção do fracasso escolar:** histórias de submissão e rebeldia. 2.ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1996.

PEREGRINO, Mônica; CARRANO, Paulo. “Jovens e a escolas: compartilhando territórios e sentidos de presença.” In: OBSERVATÓRIO DA EDUCAÇÃO E DA JUVENTUDE. **A escola e o mundo juvenil:** experiências e reflexões. São Paulo: Ação Educativa. 2003. p. 13-21.

PORTO, Amélia; RAMOS, Lízia; GOULART, Sheila. **Um olhar comprometido com o ensino de ciências.** Belo Horizonte: FAPI, 2009.

SAVIANI, Demerval. **Escola e democracia**. São Paulo: Autores Associados, 1983.

SCHUMER, Gundel. Mathematics education in Japan. **Journal of Curriculum Studies**. London, v. 31, n. 4, p. 399 – 427, 1999.

SOARES, José Francisco. Qualidade e equidade na educação básica brasileira: fatos e possibilidades. In: BROCK, C.; SCHWARTZMAN, S. **Os desafios da educação no Brasil**, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005. p. 91-118.

SOARES, Magda Becker. **Letramento, um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

_____. Novas práticas de leitura e escrita: letramento na cibercultura. **Educação & Sociedade**, Campinas, SP, v. 23, n. 81, p. 143-160, 2002.

_____. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 25, p. 5-17, jan. /abr. 2004.

STREET, Brian. **Literacy in theory and practice.** Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

TEIXEIRA, Anísio. **Educação não é privilégio.** Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1994.

UBRIACO, Fabiana Esmeria de Castro Alves. **Interpretação de escalas de medida da competência matemática**. 2009. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2009.

UNESCO. **World Science Report**. Paris,1996.

VALLE, Raquel da Cunha. A construção e a interpretação das escalas de conhecimento: considerações gerais e uma visão do que vem sendo feito no SARESP: **Estudos em avaliação educacional**, São Paulo, n. 23, p. 71-92, jan./jun. 2001.