

Eixo-temático: Avaliação em Educação (E1)

**UMA ANÁLISE DAS QUESTÕES QUE ABORDAM CONCEITOS QUÍMICOS
DO CADERNO DE CIÊNCIAS DO PISA**

Fabiele Cristiane Dias BROIETTI – UEL (fabieledias@uel.br)

Jeferson Ferreti RIBAS – UEL (jferretiribas@gmail.com)

Carlos Alberto Rossi SALAMANCA NETO – UEL (carlos.arsn@gmail.com)

Enio de Lorena STANZANI – UNESP (enio.stanzani@gmail.com)

Resumo:

Este trabalho analisa as questões de Ciências do PISA, liberadas pelo INEP, que abordam conceitos químicos, buscando identificar as competências científicas e os conhecimentos *de* e *sobre* Ciências exigidos nas questões, bem como correlacionar os conteúdos específicos de Química e as situações e contextos no qual o tema está inserido. Foram analisadas 41 questões e estas foram classificadas em categorias, com base nos referenciais do PISA 2012. Como resultados, evidenciamos um predomínio de questões que exigem a competência 2 – Explicar fenômenos cientificamente. Quanto aos conhecimentos científicos, 16 questões (39%) referem-se a conhecimentos *de* Ciências e encontram-se distribuídas em três áreas – *Sistemas Vivos; da Terra e Espaciais; e Físicos* –, com predomínio de questões que contemplam os sistemas físicos. O restante, 25 questões (61%), foram acomodadas na categoria conhecimentos *sobre* ciências. Destas, 10 questões estão relacionadas à investigação científica e 15 questões estão relacionadas à explicação científica. Com relação às situações e contextos, evidencia-se uma distribuição coerente dos temas dentro dos contextos propostos para as questões. A área relacionada ao meio ambiente foi a mais explorada.

Os contextos globais apresentam maior incidência dentro dos demais contextos analisados. Quanto aos conteúdos específicos de química, há um predomínio de questões que: articulam os conceitos químicos ao ambiente; requerem conhecimentos acerca de reações químicas; e exigem um raciocínio baseado nas etapas do método científico. Por meio da pesquisa realizada foi possível evidenciar algumas tendências e aspectos gerais das questões de ciências, em especial àquelas que apresentam conceitos químicos, presentes nesta avaliação, os quais nortearão as próximas etapas desta investigação.

Palavras-chave: Avaliação em larga escala, Ciências, Química, PISA.

Financiamento: CAPES.

Introdução:

O PISA (*Programme for International Student Assessment*), Programa Internacional de Avaliação de Estudantes, é um programa desenvolvido e coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Trata-se de uma avaliação internacional de habilidades e conhecimentos proposta a estudantes na

faixa etária dos 15 anos e 3 meses à 16 anos e 2 meses, idade esta, relacionada com o término da educação básica obrigatória na maioria dos países participantes.

Essa avaliação visa aferir até que ponto os estudantes adquiriram conhecimentos e habilidades essenciais para a participação efetiva na sociedade (BRASIL, 2001).

Em cada país participante há uma coordenação nacional, sendo no Brasil coordenada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP (BRASIL, 2011).

Participam da realização desta prova 34 países filiados a OCDE, além de outros 30 países convidados, entre os quais o Brasil e mais quatro países da América do Sul (Argentina, Colômbia, Peru e Uruguai). O Brasil é o único país sul americano que participa do PISA desde sua primeira aplicação (BRASIL, 2012).

A prova do PISA é realizada desde o ano 2000. Deste então, este tipo de avaliação acontece trienalmente e abrange três áreas do conhecimento — Leitura, Matemática e Ciências — sendo que, a cada edição do programa, há maior ênfase em uma dessas áreas, em que dois terços do teste estão relacionados com a avaliação do domínio principal (BRASIL, 2001).

Na primeira edição, no ano 2000, o foco foi em Leitura, em 2003, em Matemática e em 2006, em Ciências. Em 2009 iniciou-se um novo ciclo do programa com ênfase em Leitura (2009), Matemática (2012) e em 2015 volta-se para ênfase em Ciências (BRASIL, 2011).

A prova do PISA tem como objetivo produzir indicadores que contribuam para a discussão da qualidade da educação nos países participantes, de modo a subsidiar políticas de melhoria do ensino básico. Para isso, investiga-se o grau de formação de jovens cidadãos nas escolas dos países participantes. Além disso, por meio de questionários específicos para os estudantes e as instituições participantes, o programa coleta informações contextuais, as quais possibilitam relacionar o desempenho dos estudantes a variáveis demográficas, socioeconômicas e educacionais (BRASIL, 2011).

O PISA é uma avaliação externa em larga escala. Para Blasis (2013), esse tipo de avaliação é organizada e conduzida por quem não se encontra no interior das escolas, não sendo, portanto, uma avaliação rotineira de sala de aula. É uma avaliação que envolve diferentes instâncias do governo e se caracterizam por serem planejadas,

implementadas e terem seus dados interpretados e divulgados por agências externas (WERLE, 2010).

As avaliações em larga escala buscam informar o que alunos, em diferentes séries, sabem e são capazes de fazer em um determinado momento e acompanhar sua evolução ao longo dos anos. Em consonância, não é seu objetivo fornecer informações individuais e personalizadas sobre alunos ou escolas. Normalmente, as avaliações são organizadas a partir de uma matriz de referência e são aplicadas de forma padronizada para um grande número de pessoas (KLEIN e FONTANIVE, 1995).

O Relatório Nacional PISA 2012 constatou que, no PISA 2006 o desempenho em Ciências dos estudantes brasileiros foi intermediário em relação aos resultados de Leitura e Matemática, ficando atrás de países como Argentina e Uruguai (BRASIL, 2012).

Contudo, segundo Waiselfisz (2009) estamos vivenciando um período histórico que exige habilidades específicas, relacionadas à educação em Ciências.

Afinal, dela depende a compreensão e o enfrentamento de questões sumamente relevantes da atualidade, entre elas novas doenças (Gripe A, aids), desafios (mudanças climáticas) e até ameaças (sofisticadas armas de destruição em massa). Mesmo a comunicação interpessoal e o lazer dependem do domínio científico relativo às novas tecnologias: computadores, aparelhos, *softwares*, aplicativos, redes, comunidades virtuais etc. Portanto, seja para manusear um *gadget*, seja para acompanhar o noticiário na TV, é preciso ter ao menos noções de ciências (WAISELFISZ, 2009, p. 7).

Nesse sentido o autor ressalta a necessidade da inserção dessa área de conhecimento em avaliações desse tipo, bem como estudos que analisem tanto o desempenho dos estudantes nesta área quanto tragam informações a respeito da situação e evolução do ensino de ciências no país.

As questões de Ciências desse exame buscam relações com o contexto real de vida dos estudantes, referindo-se a importância do letramento científico. Ou seja, espera-se que o estudante tenha a habilidade de utilizar seu conhecimento de ciências, bem como compreender a ciência como um caminho para adquirir conhecimentos (BRASIL, 2012).

Neste contexto, esse trabalho tem como objetivo analisar as questões de Ciências do PISA, que abordam conceitos químicos, a fim de investigar as competências científicas e os conhecimentos de e sobre Ciências exigidas nestas questões, bem como

correlacionar os conteúdos específicos de Química abordados e as situações e contextos na qual o tema está inserido.

Metodologia:

Este é um trabalho prévio de investigação das questões de Ciências do PISA, que abordam conceitos químicos, que apresenta um objetivo maior, o qual consiste em analisar a produção escrita dos estudantes de escolas públicas de Londrina – PR, em questões de Ciências do PISA, em especial aquelas que abordam conceitos químicos.

Com base na interpretação da produção dos estudantes, pretendemos: conhecer como os estudantes lidam com as informações de um problema não rotineiro; quais conhecimentos científicos são mobilizados para a resolução da questão; como constroem uma solução no contexto ou na situação na qual esse problema foi apresentado; evidenciar a relevância da avaliação da aprendizagem escolar como prática de investigação de modo a subsidiar tanto a prática do professor em sala de aula como a aprendizagem dos estudantes.

Entretanto, iniciamos nossa investigação analisando todas as questões de Ciências do PISA, presentes no caderno de itens liberados pela OCDE, quanto às competências e os conhecimentos de e sobre ciências exigidas nas questões, bem como a componente curricular predominante (SALAMANCA NETO *et al.*, 2014).

Após esta etapa, e ao nos deparamos com questões das distintas componentes curriculares: Química, Física e Biologia, surge a proposta deste trabalho, que apresenta como foco central analisar as questões de Ciências do PISA, que abordam conceitos específicos de Química. Nos propusemos a identificar as competências científicas e os conhecimentos exigidos nestas questões, as situações e contextos na qual o tema da questão está inserido, além dos conteúdos específicos de Química abordados. Das 122 questões de Ciências liberadas, foram identificadas 41 questões que abordam conceitos químicos.

As questões foram classificadas com base nos referenciais do PISA 2012 – Matriz de Avaliação de Ciências (BRASIL, 2012), de acordo com:

I - as competências exigidas;

II - conhecimento de e sobre ciências e;

III – situações e contextos para avaliação de ciências.

Agregamos ainda um quarto critério, relacionado ao(s) conteúdo(s) específico(s) de Química exigido(s) nas questões. Segundo Lopes (2003) conteúdos específicos, correspondem a conceitos, leis, teorias, axiomas, procedimentos, métodos e técnicas específicas de uma área do conhecimento.

A seguir detalharemos cada um dos critérios mencionados utilizados para investigar as questões que abordam conceitos químicos da prova de Ciências do PISA.

O Quadro 1 apresenta as competências exigidas nas questões de Ciências do PISA.

Entendemos por competência a faculdade de mobilizar e associar um conjunto de recursos ou esquemas mentais de caráter cognitivo, sócio-afetivo e psicomotor para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações novas (PERRENOUD, 1999; PERRENOUD *et al.*, 2002).

Inserir Quadro 1

No que diz respeito ao conhecimento científico, os documentos da Matriz de Avaliação de Ciências do PISA os categorizam em duas formas distintas: o Conhecimento *de* Ciências que se refere ao conhecimento do mundo natural através dos campos da física, química e ciências e; o Conhecimento *sobre* Ciências que se refere ao conhecimento da investigação em ciências e metas das ciências (explicações científicas).

O Conhecimento de Ciências está dividido em quatro áreas, apresentadas no Quadro 2.

Inserir Quadro 2

Com relação aos Conhecimentos sobre Ciências, eles estão divididos em duas áreas, apresentadas no Quadro 3.

Inserir Quadro 3

As questões foram classificadas ainda de acordo com as situações e contextos na qual os temas das questões estão inseridos.

Os contextos referem-se às situações da vida real que demandam do aluno posicionamento ou conhecimentos e podem corresponder a três âmbitos ou círculos concêntricos de abrangência da questão: **Pessoal**: problemas que afetam o aluno, sua família, seu círculo imediato; **Social**: questões que incidem sobre grupos mais amplos,

sobre a comunidade e **Global:** que afetam a vida do mundo todo. As situações referem-se a *áreas* de problemas relevantes para a vida real tanto dos alunos quanto da população como **Saúde; Recursos naturais; Riscos e Fronteiras da ciência e da tecnologia.**

Segundo o documento da Matriz de Avaliação de Ciências do PISA, o programa avalia competências, conhecimentos e atitudes que são apresentadas ou relacionadas a determinados contextos. A variedade de contextos auxilia na definição de diferentes métodos científicos a serem utilizados. A situação é parte do cotidiano dos estudantes, e os itens apresentados são em contextos presentes na vida, e não apenas no ambiente escolar dos estudantes (BRASIL, 2012).

As situações e contextos para as questões de Ciências são apresentadas no Quadro 4.

Inserir Quadro 4

Por fim, as questões foram analisadas e classificadas também segundo o conteúdo específico correspondente a componente curricular de Química.

Resultados e discussão:

A Tabela 1 apresenta a classificação das 41 questões que contemplam conteúdos específicos da componente curricular Química, disponibilizadas no caderno de Ciências do PISA, de acordo com os critérios estabelecidos.

Na primeira coluna é mostrado o tema de cada conjunto de questões analisadas. Na segunda coluna observa-se a quantidade de questões de Química, referentes a cada temática, nas colunas seguintes, apresentamos a análise das questões referentes às competências, área de conteúdo *de* ciências e conhecimento *sobre* ciências. Por fim, apresentamos as situações e contextos na qual o tema se enquadra e na última coluna os conteúdos específicos de química abordados nas questões de cada tema.

Por exemplo, há cinco questões que abordam o tema *Milho*. Dessas cinco questões, três se enquadram na competência **C1 – Identificar questões científicas** –, uma na competência **C2 – Explicar fenômenos cientificamente** – e uma na competência **C3 – Usar evidência científica**.

No que diz respeito ao conhecimento científico, uma questão se enquadra na área de conteúdo de ciências **SV– Sistemas vivos** –, e quatro questões se enquadram nas categorias de conhecimento sobre ciências, sendo três questões na categoria **IC – Investigação científica** – e uma questão na categoria **EC – Explicação científica**. Com relação ao contexto e situação, classificamos o tema *Milho*, como **RNG – Recursos Naturais ao nível Global**. Os conteúdos específicos de Química abordados neste bloco de questões são Método Científico, Reações Químicas e Relações da Química com o Ambiente.

Para as demais questões, segue detalhamentos na tabela.

Inserir Tabela 1

A título de exemplo, vejamos a análise de algumas questões com base nos critérios elencados e descritos anteriormente. Todas as questões apresentam o texto referente à temática e a alternativa correta assinalada.

Segue a questão de número 2 que aborda o tema *Massa de Pão* (Figura 1).

Inserir Figura 1

Esta questão foi classificada como exigindo a competência **C1– Identificar questões científicas**– pois demanda o reconhecimento de características chave de uma investigação científica, nesse caso, quais frascos devem ser comparados, tomando como base, a lei da conservação das massas de Lavoisier, em um sistema fechado.

Quanto ao conhecimento científico, esta questão foi classificada na categoria **IC–Investigação científica**– do conhecimento sobre ciências, por se tratar de uma investigação científica utilizando um experimento, com dados quantitativos com medidas de massa.

O Tema Massa de Pão está enquadrado na situação e contexto **FP–Fronteiras da Ciência e da Tecnologia ao nível pessoal**– por se tratar de uma situação na qual há interesse em dar explicações da ciência para fenômenos naturais.

No que diz respeito aos conteúdos específicos de Química contemplados temos o Método Científico e as Leis Ponderais.

Na sequência, apresentamos a questão de número 2 que aborda o tema *Conversor Catalítico* (Figura 2).

Inserir Figura 2

Esta questão foi classificada como pertencente a competência **C2-Explicar fenômenos cientificamente**, pois ela exige uma descrição das reações químicas que ocorrem no interior de um conversor catalítico.

Quanto ao conhecimento científico, esta questão foi classificada na categoria **SF-Sistemas físicos**, do conhecimento de ciências, por se tratar de uma explicação de mudanças químicas nas ligações entre os átomos e, portanto, tratar da estrutura da matéria.

Conversor Catalítico é um tema que se enquadra na situação e o contexto **MG-Meio Ambiente ao nível Global** – por fazer uso de situações de controle de poluição.

Os conteúdos específicos de química abordados foram Óxidos, Reações Químicas e Representações Químicas.

Apresentamos a seguir a questão de número 3 que aborda o tema *O Grand Canyon*(Figura 3).

Inserir Figura 3

Esta questão foi classificada como pertencente à competência **C2 –Explicar fenômenos cientificamente**. Para resolvê-la o estudante deve conhecer o comportamento anômalo da água com base na diferença de densidade da água sólida e líquida, mobilizando os conceitos científicos.

Quanto ao conhecimento científico, essa questão foi classificada como **SF – Sistemas Físicos** – pois envolve conhecimentos das propriedades específicas da matéria, tal como a variação de volume quando há solidificação da água.

O tema *O Grand Canyon* é pertencente a situação e contexto **RS –Risco ao nível Social**–pois se enquadra à situação de mudanças lentas e progressivas.

O conteúdo específico de Química abordado é Propriedades específicas da matéria.

Na sequência, apresentamos a questão de número 1, que aborda o tema *Ozônio* (Figura 4).

Inserir Figura 4

Esta questão foi classificada como pertencente à competência **C2 – Explicar fenômenos cientificamente**. Para resolvê-la o estudante deve aplicar o conhecimento

científico, neste caso combinações entre átomos para a formação de moléculas, em situações específicas, como identificar quais moléculas são quebradas para a formação de outras.

Quanto ao conhecimento científico, essa questão foi classificada como **SF – Sistemas físicos** – pois envolve conhecimentos de estrutura da matéria.

O tema Ozônio foi enquadrado a situação e contexto **MS – Meio ambiente ao nível Social** –, pois contempla uma situação de condições atmosféricas locais.

Os conteúdos específicos de Química abordados foram Representações Químicas e Relações da Química com o ambiente.

A seguir apresentamos a questão de número 4 pertencente à temática *Milho* (Figura 5).

Inserir Figura 5

Esta questão foi classificada como exigindo a competência **C1 – Identificar questões científicas** –, pois demanda o reconhecimento de características chave de uma investigação científica, nesse caso, quais são as questões que podem ser respondidas mediante uma pesquisa científica.

Quanto ao conhecimento científico, esta questão foi classificada na categoria **IC – Investigação científica** – do conhecimento sobre ciências, por se tratar da identificação de quais questões resultariam em informações relevantes para contribuir para futuras decisões quanto à problemática inicial.

O tema Milho é pertencente a situação e contexto **RNG – Recursos Naturais ao nível Global** –, pois se relaciona à situação de fontes de energia renováveis e não renováveis.

Os conteúdos específicos de Química são Reações químicas e Relações da Química com o ambiente.

Das 41 questões identificadas que contemplam conteúdos específicos da componente curricular Química, 10 questões exigem a competência **C1 - Identificar questões científicas**, 16 questões exigem a competência **C2 - Explicar fenômenos cientificamente** e 15 questões exigem a competência **C3 - Usar evidência científica**. O gráfico (figura 6) a seguir mostra a distribuição das competências nas questões de Ciências do PISA, que abordam conceitos químicos.

Inserir Figura 6

No que diz respeito ao conhecimento científico, as questões foram distribuídas conforme os gráficos a seguir. As 16 questões (39,0 %) referentes à competência **C2**, estão divididas nas áreas de conhecimento, sendo 6,3% **SV – Sistemas vivos**, 6,3% **ST - Sistemas da Terra e espaciais** e 81,4% **SF – Sistemas Físicos**.

Inserir Figura 7

Já em relação aos conhecimentos *sobre* ciências, as 25 questões (61,0 % do total) foram classificadas segundo as competências relacionadas. Segundo SALAMANCA NETO *et al.* (2014), todas as questões que exigem a competência **C1- Identificar questões científicas** enquadram-se também na categoria **IC - Investigação científica**, e todas as questões que exigem a competência **C3 - Usar evidência científica**, enquadram-se na categoria **EC - Explicação científica**, portanto, a análise das questões de Química evidencia um predomínio dos conhecimentos sobre ciências que exigem o uso de evidências, muitas vezes explicitadas no texto da questão (BRASIL, 2012), para gerar explicações científicas.

O gráfico a seguir exhibe o predomínio da competência **C3** sobre a **C1** quanto às questões que exigem o conhecimento sobre ciências.

Inserir Figura 8

No que diz respeito às situações e contextos propostos pela Matriz de avaliação do PISA, nos 14 temas em que encontramos questões que contemplam conteúdos específicos da componente curricular Química, evidenciamos o predomínio de contextos globais (7 temas), seguido de pessoais (4 temas) e, por último, sociais (3 temas). Já para as situações propriamente ditas, há um predomínio de áreas de problemas relevantes relacionados ao Meio Ambiente, seguido de Riscos, Recursos Naturais e Fronteiras da Ciência e Tecnologia, e por fim relacionados à Saúde.

Inserir Figura 9

No que diz respeito aos conteúdos específicos, relacionados à componente curricular Química, foram classificados 12 conteúdos diferentes de acordo com as temáticas. Dos 14 temas, 50% (07) apresentam questões que relacionam os conteúdos

químicos ao ambiente, 35,7% (05) trazem questões que requerem conhecimentos acerca do conteúdo de reações químicas, 28,6% (04) englobam questionamentos que exigem um raciocínio baseado nas etapas do método científico. Outros conteúdos químicos presentes nas questões, porém com menor ênfase, foram: representações químicas, óxidos, concentração, solubilidade, densidade, polaridade, gases, conservação de massa e propriedades específicas da matéria.

O gráfico a seguir (figura 10), traz a relação quantitativa entre os conteúdos químicos abordados nas questões e as temáticas sugeridas.

Inserir Figura 10

Considerações Finais:

Após a análise das questões de Ciências do PISA, que abordam conteúdos específicos de Química, podemos concluir que há um predomínio de questões que exigem competências relacionadas as explicações científicas de fenômenos. Quanto ao conhecimento científico, em relação à área de conteúdo de ciências predominam questões que se enquadram na categoria sistemas físicos, envolvendo conceitos sobre estrutura e propriedades da matéria e reações químicas. No que diz respeito aos conhecimentos sobre ciências, mesmo havendo um predomínio de questões que exigem explicação científica dos conceitos, o número de questões em que os estudantes necessitam mobilizar os conhecimentos científicos de maneira investigativa também é relevante.

Quanto as situações e contextos nos deparamos com 14 temas distintos, dos quais 07 se enquadram em contextos globais, como por exemplo *Mudança climática* e *Efeito estufa*, 04 temas referem-se a contextos pessoais, como *Método científico* e *Massa de pão*, e 03 temas de caráter social, como *Ozônio* e *Grand Canyon*. Há um predomínio de situações relacionadas ao Meio Ambiente, seguido de Riscos, Recursos Naturais e Fronteiras da Ciência e Tecnologia e Saúde.

Quanto aos conteúdos específicos de Química abordados nas questões é possível estabelecer uma relação entre contexto e conteúdo, uma vez que conceitos químicos relacionados ao ambiente são os mais exigidos nas questões, bem como o *Meio Ambiente* é a situação predominante.

Temos ciência dos limites da pesquisa, considerando que a análise aqui apresentada refere-se apenas aos itens liberados pelo INEP, podendo estes representar ou não a avaliação de Ciências do PISA. Contudo, por meio da investigação realizada foi possível evidenciar algumas tendências e aspectos gerais das questões presentes nesta avaliação e acreditamos que esse movimento nos ajudará nos próximos passos da pesquisa, quando investigaremos a produção escrita dos estudantes em questões de Ciências do PISA, que abordam conteúdos de Química.

Referências Bibliográficas

BLASIS, E. Avaliações em larga escala: contribuições para a melhoria da qualidade na educação. **Cadernos Cenpec**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 251-268, jun. 2013.

BRASIL. **PISA 2000**: Relatório Nacional. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/PISA2000.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2014.

BRASIL. **INEP: PISA**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/pisa-programa-internacional-de-avaliacao-de-alunos>>. Acesso em: 15 mai. 2014.

BRASIL. **Relatório Nacional PISA 2012**: Resultados brasileiros. 2012. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2014/relatorio_nacional_PISA_2012_resultados_brasileiros.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2014.

BRASIL. **Matriz de Avaliação de Ciências 2012**. 2012. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/marcos_referenciais/2013/matriz_avaliacao_ciencias.pdf. Acesso em: 17 mai. 2014.

KLEIN, R.; FONTANIVE, N. S. Avaliação em larga escala: uma proposta inovadora. *Em Aberto*, Brasília, ano 15, n.66, abr./jun. 1995.

LOPES, M. I. Critérios para seleção de conteúdos. In: I Encontro Estadual de Didática e Práticas de Ensino, Goiania. **Anais...** 2003.

SALAMANCA NETO, C. A. R.; RIBAS, J. F.; BROIETTI, F. C. D.; STANZANI, E. L. Uma análise das questões de Ciências do PISA. In: XVII Encontro Nacional de Ensino de Química, Ouro Preto. **Anais...** 2014.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola**. Editora Artmed: Porto Alegre, p.89, 1999.

PERRENOUD, P; THURLER, M. G; MACEDO, L; MACHADO, N. J; ALLESSANDRINI, C. D. **As competências para ensinar no século XXI: a formação dos professores e o desafio da avaliação.** Editora Artmed: Porto Alegre, p.176, 2002.

WASELFISZ, J. J. **O Ensino das Ciências no Brasil e o PISA.** Sangari do Brasil, 2009.

WERLE, F. O. C. (Org.). **Avaliação em larga escala: foco na escola.** 1. ed. São Leopoldo, Brasília: Oikos, Liberlivro, 2010. p. 21-36.

ANEXOS

Quadro 1: Competências exigidas nas questões de Ciências do PISA.

Identificar questões científicas (C1)
Inclui reconhecer questões que são possíveis de serem investigadas cientificamente em uma dada situação, bem como reconhecer características chave de uma investigação científica, tais como: quais elementos devem ser comparados, quais variáveis devem ser alteradas ou controladas, quais informações adicionais são necessárias ou quais ações devem ser realizadas para coletar informações relevantes.
Explicar fenômenos cientificamente (C2)
Esta competência envolve aplicar o conhecimento de Ciência em situações específicas, descrever ou interpretar fenômenos cientificamente e prever mudanças, e identificar descrições apropriadas, explicações e previsões.
Usar evidência científica (C3)
Acessar informações e produzir argumentos e conclusões baseadas em evidências científicas. A competência também envolve selecionar conclusões a partir de evidências; procurar argumentos contrários e favoráveis para conclusões retiradas de informações disponíveis; identificar os pressupostos, as evidências e a lógica que embasam as conclusões; e refletir sobre as implicações sociais da ciência e do desenvolvimento tecnológico.

Quadro 2: As quatro áreas de conteúdo do Conhecimento de Ciências.

Sistemas Físicos (SF)
▪ Estrutura da matéria (por ex., modelo de partículas, ligações)
▪ Propriedades da matéria (por ex., mudança de estado, condutividade térmica e elétrica)
▪ Mudanças químicas da matéria (por ex., reações, transferência de energia, ácidos/bases)
▪ Movimento e forças (por ex., velocidade, fricção)
▪ Energia e suas transformações (por ex., conservação, dissipação, reações químicas)
▪ Interação de energia e matéria (por ex., ondas de luz e rádio, ondas sonoras e sísmicas)

Sistemas Vivos (SV)
▪ Células (por ex., estruturas e função, DNA, vegetal e animal)
▪ Ser humano (por ex., saúde, nutrição, doenças, reprodução, subsistemas - tais como digestão, respiração, circulação, excreção e a relação entre eles)
▪ Populações (por ex., espécies, evolução, biodiversidade, variação genética)
▪ Ecossistemas (por ex., cadeias alimentares, matéria e fluxo de energia)
▪ Biosfera (por ex., serviços de ecossistemas, sustentabilidade)
Sistemas da Terra e espaciais (ST)
▪ Estruturas dos sistemas da Terra (por ex., litosfera, atmosfera, hidrosfera)
▪ Energia nos sistemas da Terra (por ex., fontes, clima global)
▪ Mudanças nos sistemas da Terra (por ex., placas tectônicas, ciclos geoquímicos, forças construtivas e destrutivas)
▪ História da Terra (por ex., fósseis, origem e evolução)
▪ A Terra no espaço (por ex., gravidade, sistemas solares)
Sistemas de Tecnologia (STec)
▪ Papel da tecnologia baseada na ciência (por ex., solucionar problemas, ajudar no atendimento de necessidades e desejos humanos, planejar e conduzir investigações)
▪ Relações entre ciência e tecnologia (por ex., as tecnologias contribuem para o avanço científico)
▪ Conceitos (por ex., otimização, negociações, custo, riscos, benefícios)
▪ Princípios importantes (por ex., critérios, restrições, custos, inovações, invenções, resolução de problemas)

Quadro 3: Áreas de conhecimento sobre ciências.

Investigação científica (IC)
Origem (por ex., curiosidade, questões científicas)
Objetivo (por ex., produzir evidências que ajudem a responder questões científicas, tais como ideias atuais, modelos e teorias para orientar investigações)
Experimentos (por ex., questões distintas sugerem investigações científicas e métodos distintos)
Tipos de Dados (por ex., quantitativos, por medições; qualitativos, por observações)
Medições (por ex., indeterminação inerente, replicabilidade, variação, precisão/exatidão em equipamento e procedimentos)
Características de resultados (por ex., empíricos, por tentativa, comprováveis, falsificáveis, autocorretivos)
Explicação científica (EC)
Tipos (por ex., hipótese, teoria, modelo, lei científica)
Formação (por ex., conhecimento existente e novas evidências, criatividade e imaginação, lógica)
Regras (por ex., logicamente consistente, baseado em evidências, baseado em conhecimento histórico e atual)
Resultados (por ex., novos conhecimentos, novos métodos, novas tecnologias, novas investigações)

Quadro 4: Contextos e situações para as questões de Ciências.

Contextos/Situações	Pessoal (indivíduo, família e grupos de colegas)	Social (a comunidade)	Global (a vida através do mundo)
Saúde	Manutenção da saúde, acidentes, nutrição	Controle de doenças, transmissão social, opções alimentares, saúde comunitária	Epidemias, disseminação de doenças infecciosas
Recursos Naturais	Consumo pessoal de materiais e energia	Manutenção de população humanas, qualidade de vida, segurança, produção e distribuição de alimentos, fornecimento de energia	Fontes de energia renováveis e não-renováveis, sistemas naturais, crescimento populacional, uso sustentável de espécies
Meio Ambiente	Comportamento ambientalmente amigável, uso e descarte de materiais	Distribuição populacional, descarte de lixo, impacto ambiental, condições atmosféricas locais	Biodiversidade, sustentabilidade ecológica, controle de poluição, produção e perda de solo
Risco	Natural ou induzido pelo homem, decisões sobre moradia	Mudanças repentinas (terremotos, condições atmosféricas violentas), mudanças lentas e progressivas (erosão costeira, sedimentação), avaliação de risco	Mudança climática, impacto de guerras modernas
Fronteiras da Ciência e da tecnologia	Interesse em explicações da ciência para fenômenos naturais, passatempos de caráter científico, esporte e lazer, música e tecnologia pessoal	Novos materiais, aparelhos e processos, modificação genética, transporte	Extinção de espécies, exploração do espaço, origem e estrutura do universo

Fonte: BRASIL, 2012.

Tabela 1: Classificação das questões de Química do caderno de Ciências do PISA de acordo com os critérios estabelecidos.

Tema	Qtd. de questões	Compe-Tências	Conhecimento Científico		Situações e Contextos	Conteúdo de Química
			Área do conteúdo de ciências	Conhecimento sobre ciências		

		C1	C2	C3	SF	SV	ST	Stec	IC	EC		
<u>Mudança Climática</u>	2	--	--	2	--	--	--	--	--	2	RG	Relações da Química com o ambiente
<u>Ozônio</u>	4	--	1	3	1	--	--	--	--	3	MS	Representações Químicas, Relações da Química com o ambiente
<u>Milho</u>	5	3	1	1	--	1	--	--	3	1	RNG	Método científico, Reações químicas, Relações da Química com o ambiente
<u>Água Potável</u>	4	--	4	--	--	3	1	--	--	--	RNG	Relações da Química com o ambiente
<u>Cáries Dentárias</u>	1	--	--	1	--	--	--	--	--	1	SP	Reações Químicas
<u>Brilho Labial</u>	3	--	2	1	--	2	--	--	--	1	FP	Concentração, Solubilidade e Densidade, Polaridade
<u>Massa de Pão</u>	4	1	3	--	--	3	--	--	1	--	FP	Reações Químicas, Lei da conservação das massas, Gases
<u>Um Risco para a Saúde?</u>	2	1	--	1	--	--	--	--	1	1	MS	Relações da Química com o ambiente , Método Científico
<u>Conversor Catalítico</u>	3	--	1	2	--	1	--	--	--	2	MG	Óxidos, Reações Químicas, Representações Químicas
<u>Energia Eólica</u>	1	--	--	1	--	--	--	--	--	1	RNG	Relações da Química com o ambiente
<u>Efeito Estufa</u>	2	--	--	2	--	--	--	--	--	2	RG	Relações da Química com o ambiente
<u>O Grand Canyon</u>	1	--	1	--	--	1	--	--	--	--	RS	Propriedades específicas da matéria
<u>Protetor Solar</u>	4	3	--	1	--	--	--	--	3	1	FP	Método Científico
<u>Chuva Ácida</u>	5	2	3	--	--	3	--	--	2	--	MG	Óxidos, Reações Químicas, Método Científico

MASSA DE PÃO



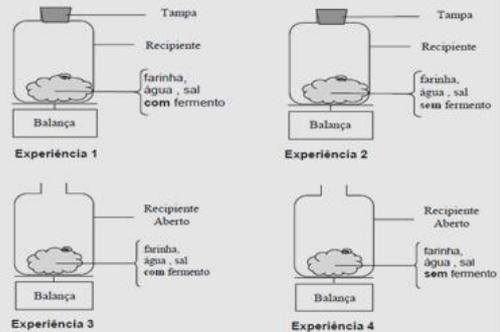
Para fazer massa de pão, um cozinheiro mistura farinha, água, sal e fermento biológico. Após misturar a massa, ela é colocada em um recipiente por várias horas, a fim de permitir que o processo de fermentação ocorra. A fermentação é uma reação química na mistura: o fermento (um fungo unicelular) transforma o amido e os açúcares da farinha em dióxido de carbono e álcool.

QUESTÃO 2: MASSA DE PÃO

SS05009

Algumas horas depois de misturar os ingredientes, o cozinheiro pesa a mistura e observa que a mistura está pesando menos.

A massa (medida física) da mistura para se fazer o pão é a mesma no início de cada uma das quatro experiências mostradas abaixo. Quais são as **duas** experiências que o cozinheiro deveria comparar para averiguar se é o **fermento** que causa a



perda de massa na mistura?

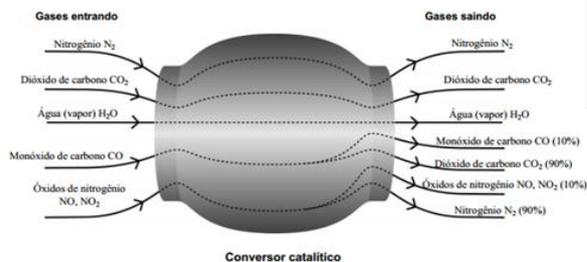
- A. O cozinheiro deveria comparar as experiências 1 e 2.
- B. O cozinheiro deveria comparar as experiências 1 e 3.
- C. O cozinheiro deveria comparar as experiências 2 e 4.
- D. O cozinheiro deveria comparar as experiências 3 e 4.**

Figura 1. Questão de número 2, cujo tema é *Massa de Pão*.

CONVERSOR CATALÍTICO

A maioria dos veículos modernos vem equipada com um conversor catalítico que torna os gases emitidos pelo escapamento menos prejudiciais às pessoas e ao meio ambiente.

Cerca de 90% dos gases prejudiciais são convertidos em gases menos nocivos. Abaixo, apresentamos alguns dos gases que entram no conversor e a maneira como eles saem.



QUESTÃO 2: CONVERSOR CATALÍTICO

SS16002 - 0 1 2 9

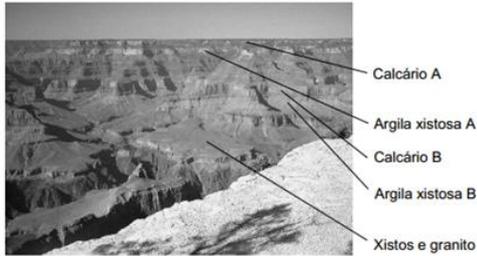
Dentro do conversor catalítico, ocorrem mudanças com os gases. Explique o que acontece em termos de **átomos** e **moléculas**.

Figura 2. Questão de número 2, cujo tema é *Conversor Catalítico*.

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

S426/003

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 3. Questão de número 3, cujo tema é *O Grand Canyon*.

OZÔNIO - TEXTO

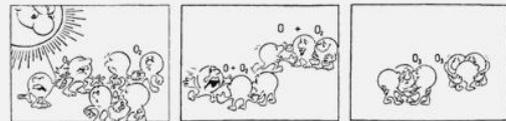
Leia a seguinte seção de um artigo a respeito da camada de ozônio.

- A atmosfera é um imenso reservatório de ar e um recurso natural precioso para a manutenção da vida na Terra. Infelizmente, as atividades humanas baseadas nos interesses nacionais / pessoais estão danificando esse recurso comum, principalmente destruindo a frágil camada de ozônio que funciona como um escudo protetor para a vida na Terra.
- 05 Uma molécula de ozônio é composta por 3 átomos de oxigênio, em contraposição às moléculas de oxigênio, que são compostas por dois átomos de oxigênio. As moléculas de ozônio são raríssimas: menos que 10 em cada um milhão de moléculas de ar. Entretanto, já há quase um bilhão de anos, sua
- 10 presença na atmosfera desempenha um papel vital na proteção de vida na Terra. Dependendo de onde está localizado, o ozônio pode proteger ou prejudicar a vida na Terra. O ozônio que se encontra na troposfera (até 10 km acima da superfície da Terra) é ozônio "ruim" que pode danificar plantas e tecidos pulmonares. Mas cerca de 90 por cento do ozônio que se encontra na
- 15 estratosfera (entre 10 e 40 km acima da superfície da Terra) é ozônio "bom" que desempenha um papel benéfico, absorvendo a perigosa radiação ultravioleta emitido pelo Sol.
- 20 Sem essa camada de ozônio benéfica, os humanos seriam mais suscetíveis a certas doenças devido à incidência de raios ultravioleta vindos do Sol. A destruição da camada de ozônio poderia também quebrar a cadeia alimentar marinha devido ao efeito nocivo dos raios ultravioleta-B sobre o plâncton.

Fonte: Connect, UNESCO International Science, Technology & Environmental Education Newsletter, Seção de um artigo intitulado 'The Chemistry of Atmospheric Policy' (A Química da Política Atmosférica), Vol. XXII, No. 2, 1997 (ortografia adaptada)

OZÔNIO - QUESTÃO 1

No texto acima nada é mencionado com relação ao modo como o ozônio é formado na atmosfera. Na verdade, todos os dias certa quantidade de ozônio é formada e certa quantidade de ozônio desaparece. O modo como o ozônio é formado está ilustrado nos quadrinhos abaixo:



Suponha que você tenha um tio que tente entender o significado desta tira. Ele, entretanto, nunca estudou ciências na escola e não entende o que o autor do desenho está explicando. Ele sabe que não há companheiros pequeninos na atmosfera, mas pergunta o que esses companheirinhos do desenho representam, o que essas estranhas notações O_1 , O_2 e O_3 representam e quais processos o desenho representa. Seu tio pede para que você lhe explique os quadrinhos.

Escreva uma explicação dos quadrinhos para seu tio.

Figura 4. Questão de número 1, cujo tema é *Ozônio*.

MILHO

Analise a seguinte reportagem extraída de um jornal.

HOLANDÊS UTILIZA MILHO COMO COMBUSTÍVEL

Um pouco de lenha queima lentamente no fogão de Auke Ferwerda. De uma sacola de papel próxima ao fogão, ele retira um punhado de milho e o joga sobre as chamas. Imediatamente, labaredas de fogo se levantam brilhantes. "Observe.", diz Ferwerda, "O visor do fogão fica limpo e transparente. A combustão é completa." Ferwerda fala sobre o fato de que o milho poder ser utilizado como combustível, assim como alimento para gado. Segundo ele, este é o futuro.

Ferwerda explica que o milho na forma de alimento para gado também é, na verdade, um tipo de combustível. As vacas comem milho para obter energia. Mas, Ferwerda explica que a venda do milho como combustível, em vez de alimento para o gado, poderia ser muito mais lucrativa para os fazendeiros.

Ferwerda está convencido de que, a longo prazo, o milho será amplamente utilizado como combustível. Ele imagina como será a colheita, a armazenagem, a secagem e o acondicionamento dos grãos em sacos para a venda.

Atualmente, Ferwerda está pesquisando a possibilidade de utilização de toda a planta do milho como combustível, mas esta pesquisa ainda não está concluída.

O que Ferwerda também precisa levar em consideração é a atenção que está sendo dispensada ao gás carbônico. O gás carbônico é considerado a causa principal do aumento do efeito estufa. Afirma-se que o aumento do

efeito estufa é a causa do aumento da temperatura média da atmosfera da terra.

Segundo Ferwerda, entretanto, não há nada errado com o gás carbônico, pelo contrário. Ele argumenta que as plantas o absorvem e o convertem em oxigênio para os seres humanos.

Entretanto, os planos de Ferwerda podem entrar em conflito com os do governo que atualmente está tentando reduzir a emissão de gás carbônico. Ferwerda diz: "Há muitos cientistas que dizem que o gás carbônico não é a causa principal do efeito estufa."

QUESTÃO 4: MILHO

S307Q04

A reportagem afirma: "Atualmente, Ferwerda está pesquisando a possibilidade de utilização de toda a planta do milho como combustível, mas esta pesquisa ainda não está concluída".

Qual das questões a seguir pode ser respondida por meio de uma pesquisa científica?

Faça um círculo em "Sim" ou "Não" para cada uma das opções a seguir.

Questão	Pode ser respondida por meio de uma pesquisa científica?
Que substâncias são formadas quando se queima toda a planta do milho?	<input checked="" type="radio"/> Sim / Não
Qual a quantidade de calor liberada pela queima de toda a planta do milho seca no fogão de Ferwerda?	<input checked="" type="radio"/> Sim / Não

Figura 5. Questão de número 4, cujo tema é *Milho*.

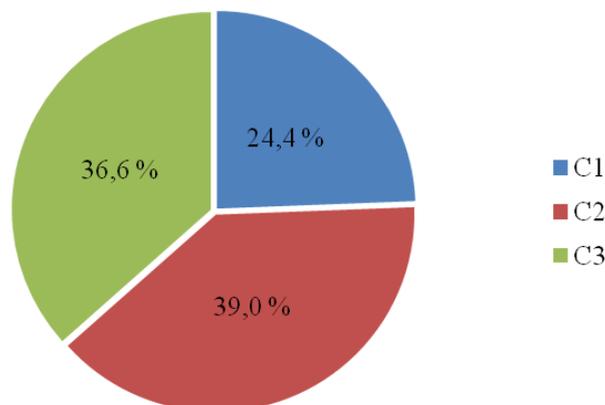


Figura 6. Distribuição percentual das questões nas três competências.

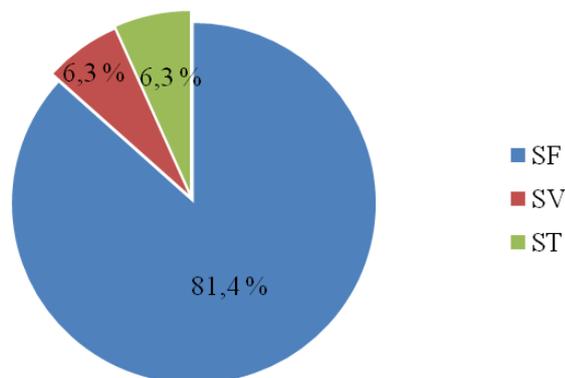


Figura 7. Distribuição percentual das questões quanto à área de conteúdo do conhecimento de ciências.

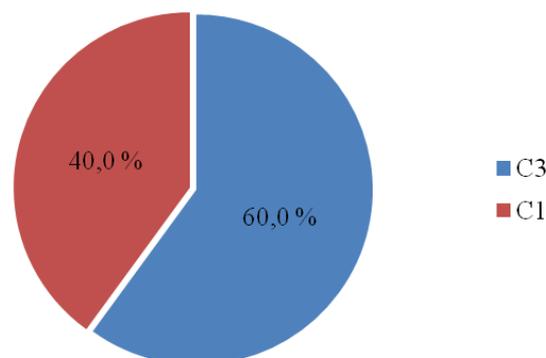


Figura 8. Distribuição percentual das questões nos conhecimentos sobre ciências.

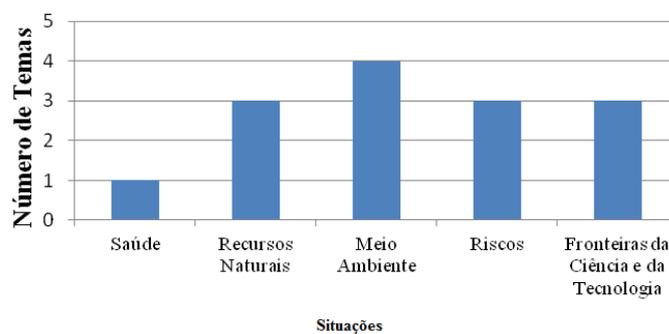


Figura 9. Número de temas enquadrados em cada situação.

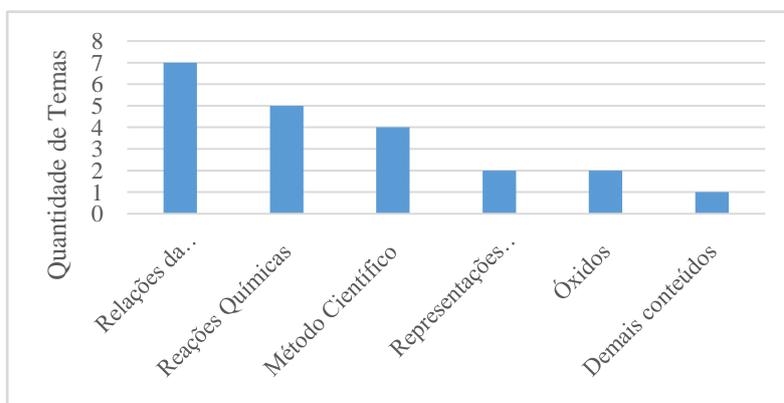


Figura 10. Relação dos conteúdos químicos com os temas.