

**AMANDA FOGANHOLI DOTTI**

***O USO DE ANALOGIAS NO PROCESSO DIDÁTICO: UM  
ESTUDO SOBRE LIVROS DE CIÊNCIAS PARA A ÚLTIMA  
SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL.***



**AMANDA FOGANHOLI DOTTI**

***O USO DE ANALOGIAS NO PROCESSO DIDÁTICO: UM ESTUDO  
SOBRE LIVROS DE CIÊNCIAS PARA A ÚLTIMA SÉRIE DO ENSINO  
FUNDAMENTAL.***

Dissertação para obtenção do título de Mestre em Educação Escolar. Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar. Orientadora: Profa. Dra. Vera Teresa Valdemarin.

ARARAQUARA – SÃO PAULO.  
2007

AMANDA FOGANHOLI DOTTI

***O USO DE ANALOGIAS NO PROCESSO DIDÁTICO: UM ESTUDO  
SOBRE LIVROS DE CIÊNCIAS PARA A ÚLTIMA SÉRIE DO ENSINO  
FUNDAMENTAL.***

Dissertação para obtenção do título de Mestre em Educação Escolar. Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Programa de Pós-Graduação em Educação Escolar. Orientadora: Profa. Dra. Vera Teresa Valdemarin.

**MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:**

Profa. Dra. Vera Teresa Valdemarin (orientadora – UNESP/FCLAR)

---

Profa. Dra. Maria Cristina Senzi Zancul (UNESP/FCLAR)

---

Prof. Dr. Kazumi Munakata (PUC-SP)

---

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me amparar em todos os momentos.

A meus pais, Luis e Nelcir, pelo apoio, carinho e investimento dedicados a mim em toda a minha vida.

A João Carlos que me apoiou na reta final da pós-graduação e mostrou ser não apenas meu namorado mas também meu amigo.

A professora Dra. Vera Teresa Valdemarin por acreditar em meu potencial.

As Professoras Dras. Marilda e Maria Cristina pelas valiosas observações na qualificação que muito contribuíram na reflexão do trabalho.

A todos os meus professores do mestrado.

Aos Professores da UNESP de São José do Rio Preto: Maria Eliza Brefere Arnoni, que fez despertar em mim o interesse pela área da educação e me orientou, com muito carinho, em toda a graduação; Edílson Moreira que apesar de não ter sido meu orientador sempre me orientou e sugeriu bibliografias e é considerado por mim também um orientador; José Luis de Almeida que me orientou quando fui monitora de Didática e muito me incentivou para a continuação dos estudos após a graduação, inclusive na reflexão para a escolha do objeto de pesquisa.

Aos colegas de turma do mestrado e do grupo de estudos em cultura escolar que conviveram comigo durante a pós-graduação compartilhando problemas e soluções, fornecendo apoio e amizade para todas as horas. Em especial Carina, Kênia, Isabel, Elisângela, Narciso e Licínea, que tornaram a caminhada mais alegre e humana.

## RESUMO

Uma das possíveis finalidades da escola é a de tornar a cultura acessível aos alunos por meio da transposição didática, produzindo o saber escolar. Dentre os agentes que realizam a transposição didática estão o professor e o livro didático e, frequentemente o recurso didático selecionado para realizar a transposição é a analogia, que permite associar o conteúdo a ser ensinado a um conhecimento prévio que se pressupõe que o aluno detenha e tem sido empregada como alternativa para explicar a realidade. Esta leitura sugere seu entendimento como representação, já que ambas tem a mesma finalidade. Ao compreender a analogia como representação, segundo a teoria das representações de Lefebvre, a partir daquelas presentes em livros didáticos de Ciências, indicados pelos Guias do Livro Didático de ambos os anos, 2002 e 2005, referentes ao último ano do ensino fundamental, foi possível refletir por que as analogias podem gerar equívocos conceituais e por que os livros didáticos utilizam-na na transposição didática que trazem. A conclusão, tomando por base leituras sobre cultura escolar, livro didático, analogia e representação e a análise dos livros didáticos é a de que vistas como representação, as analogias possuem o efeito de equivaler objetos diferentes ao dissimular contradições e podem levar a interpretações errôneas dos conceitos alvo; não são acompanhadas, nos livros didáticos, de recomendações aos professores e aos alunos sobre estes riscos e sobre seus limites; diferentes leitores podem realizar diferentes interpretações; os alunos podem não ter o conhecimento necessário para entender a analogia; as analogias possuem certa pré-disposição a gerar conflitos por sua natureza e; deveriam ser tomadas como uma etapa do conhecimento e serem superadas. Assim, os livros didáticos com o uso inadequado de analogias, podem deixar de desenvolver o espírito crítico do aluno, e gerar confusões conceituais, problema que deve ser remediado e orientado pelo professor pela superação das representações por meio da mediação com o conceito, ou seja, o levantamento de contradições. Com este trabalho, buscou-se contribuir para a compreensão do recurso didático analogia no sentido de atentar para sua utilização como meio de realizar a transposição didática contida nos livros didáticos, constituintes da cultura escolar e, desta forma, colaborar inclusive, para o entendimento da cultura escolar como um todo.

**Palavras-chave:** Analogia. Transposição didática. Livro didático. Cultura escolar. Representação.

## ABSTRACT

One of the possible aims of school is to make culture accessible to students using didactic transposition, achieving school knowledge. Among the agents which make didactic transposition possible are teachers and textbooks and analogy is often chosen as a didactic resource to make this transposition happen. This analogy allows to associate context to be taught and previous knowledge (supposing the students have already achieved it) and it has also been used like an alternative to explain the reality. This reading suggests its understanding as representation, since both have the same aim. If we understand analogy as representation, according to theory of representation by Lefebvre, from those found in Science textbooks, indicated by Didactic Book Guides 2002 and 2005, concerning the last year of primary school, it is possible to understand why analogies can produce conceptual mistakes and why didactic books use them in didactic transposition. The conclusion, based on readings about school culture, textbook, analogy and representation and analysis of textbooks, is that, seen as representation, analogies have the effect of making different objects equivalent, when disguising contradictions and may lead to wrong interpretations of target concepts; they are not followed, in textbooks, by advice to teachers and students about these risks and their limits; different readers may have different interpretations; students may not have the necessary knowledge to understand the analogy; analogies, by nature have some pre-disposition to produce conflicts and ought to be taken as a step on knowledge and to be overcome. Thus, textbooks, with the inadequate use of analogies, may prevent the student's critical spirit from developing and may cause conceptual confusion, a problem which must be solved and guided by the teacher, using representation overcome through concept mediation, that is, contradiction survey. With this work, we have tried to contribute to the understanding of the didactic resource, analogy, looking forward to increasing its use as a mean of carrying out the didactic transposition which we can find in textbooks, being part of school culture and, as a result, contribute to school culture understanding as a whole.

**Key-words:** Analogy. Didactic transposition. Textbooks. School Culture. Representation.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 ESCOLA E CONHECIMENTO.....</b>	<b>9</b>
2.1 A CULTURA ESCOLAR.....	12
<b>3 OS LIVROS DIDÁTICOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 LIVROS DIDÁTICOS E SUA INSERÇÃO NA CULTURA ESCOLAR.....	20
3.2 AS ANALOGIAS.....	27
3.3 REPRESENTAÇÕES.....	36
3.4 REPRESENTAÇÕES E ANALOGIAS.....	41
<b>4 SELEÇÃO, DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS.....</b>	<b>46</b>
4.1 LIVRO CIÊNCIAS & EDUCAÇÃO AMBIENTAL - QUÍMICA E FÍSICA.....	50
4.2 LIVRO CIÊNCIAS - FÍSICA E QUÍMICA.....	61
4.3 LIVRO CIÊNCIAS NATURAIS NO DIA-A-DIA.....	69
4.4 LIVRO VIVENDO CIÊNCIAS.....	79
4.5 UMA VISÃO GERAL.....	87
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>103</b>
ANEXO A – LIVRO CIÊNCIAS & EDUCAÇÃO AMBIENTAL – QUÍMICA E FÍSICA.....	104
ANEXO B – LIVRO CIÊNCIAS: FÍSICA E QUÍMICA.....	148
ANEXO C – LIVRO CIÊNCIAS NATURAIS NO DIA-A-DIA.....	174
ANEXO D – LIVRO VIVENDO CIÊNCIAS.....	202

## 1 INTRODUÇÃO

O estímulo que me levou, após a graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas, a desenvolver esta pesquisa relacionada à analogia como recurso didático foi o surgimento de uma inquietação teórica remanescente de um estudo realizado no nível de Iniciação Científica. O projeto de Iniciação Científica, concluído em 2002, durante a graduação, tinha por objetivo verificar a relação entre a frequência do uso de analogias nos livros didáticos e as séries escolares para as quais eles se destinavam, analisando livros indicados para a primeira e para a última série do segundo ciclo do ensino fundamental (antigas 5<sup>as</sup> e 8<sup>as</sup> séries). No desenvolvimento do projeto, notou-se que as analogias eram utilizadas com maior assiduidade para explicar conteúdos “abstratos”, não visíveis macro ou microscopicamente a olho nu, conteúdos estes bem frequentes em livros destinados à última série do ensino fundamental, como, por exemplo, aqueles referentes ao átomo. Para realizar a passagem do domínio alvo – o conteúdo a ser explicado – ao domínio análogo – que se pressupõe que os alunos detenham – os livros utilizavam enfoques baseados nas relações de semelhança, função, figuras, modelos experimentais e proporção, todos compreendidos na analogia.

Muitas questões surgidas durante esse estudo ficaram sem respostas. Considerando-se que muitos pesquisadores alertam para o risco das analogias não serem compreensíveis, confundirem os alunos ou até gerarem equívocos conceituais pode-se questionar: Por que as analogias podem gerar equívocos conceituais na aprendizagem do aluno? Por que, apesar dos riscos de sua utilização, elas estão presentes nos livros didáticos como um recurso válido para promover a aprendizagem?

Algumas elucidações sobre esses questionamentos já foram desenvolvidas por outros pesquisadores, conforme poderá ser percebido no levantamento teórico sobre analogias. Porém, o diferencial das reflexões presentes nesta dissertação é a perspectiva da analogia contextualizada na cultura escolar e relacionada a ela e entendida como uma forma de representação.

As questões de pesquisa inicialmente propostas foram se configurando de modo mais abrangente no desenvolvimento do estudo para considerar não apenas a analogia como recurso didático, mas compreendê-la no contexto da cultura escolar, dos materiais didáticos, em especial, do livro didático e da concepção de representação. Como fontes principais para análise foram utilizados quatro livros didáticos de Ciências, indicados pelo MEC nos Guias



do Livro Didático em 2002 e que permaneceram indicados no guia de 2005 para última série do ensino fundamental (antiga 8ª série).

Após selecionar os livros, foi realizada análise de cada um deles, iniciando-se pelo manual ou livro do professor para identificar as orientações e concepções de ensino presentes em cada um deles e, depois, foram analisados os livros do aluno para cotejar as informações e os objetivos presentes em ambos e, desta forma, observar nos livros elementos da cultura escolar, como a transposição didática realizada, e identificar a presença do recurso didático analogia para refletir sobre seu uso no ensino.

A apreciação dos aspectos dos livros didáticos levantados anteriormente ocorreu pela descrição e análise de um capítulo de cada um dos livros didáticos (ainda que os livros tenham sido lidos por inteiro para a identificação das analogias presentes), que tratam de uma mesma lição, para possibilitar a comparação entre os processos de transposição didática realizados por cada um dos livros e para possibilitar a compreensão de que maneira cada um busca tornar tal conteúdo inteligível aos alunos. Os capítulos selecionados para a análise foram os que continham mais analogias e estes, tratavam do conteúdo de ensino átomo.

Assim, nessa dissertação está presente um protocolo de leituras sobre cultura escolar, livros didáticos, analogias e representação. A reflexão inicia-se no capítulo 2 sobre a relação entre escola e os diferentes tipos de conhecimentos que ela lida e sobre os diversos aspectos referentes à cultura escolar. No capítulo 3, são discutidas várias facetas inerentes ao livro didático e também são apresentados e discutidos referenciais sobre analogias e representação. Esses capítulos têm por objetivo basear teoricamente o olhar para os livros didáticos e para o processo de transposição didática que eles realizam e contextualizar este objeto de análise no universo escolar. O levantamento sobre os estudos a respeito das analogias buscam a obtenção de conhecimentos sobre este recurso e sobre as possíveis conseqüências de seu uso e sobre as representações que fornecem informações fundamentais para o entendimento das analogias como recurso didático e seus efeitos. No capítulo 4, estão presentes os critérios de análise de cada livro e a análise propriamente dita do conteúdo sobre o átomo, acompanhados de comentários e análise das analogias encontradas, o que possibilitam demonstrar como elas podem gerar conflitos e a transposição didática realizada por cada livro, além de uma visão sobre eles. No capítulo 5, estão presentes as conclusões a respeito das questões de pesquisa e indicações sobre as possibilidades de uso das analogias. Em anexo, podem ser encontradas a listagem e classificação das analogias encontradas em cada livro e as páginas dos capítulos analisados, o que contribui para evidenciar como elas aparecem e são aproveitadas pelos livros didáticos.

## 2 ESCOLA E CONHECIMENTO

Na escola, mais precisamente na sala de aula, os alunos ou a nova geração têm a possibilidade de entrar em contato com um conhecimento sistematizado a respeito do mundo que lhes antecede e do mundo em que vivem, que as gerações anteriores consideraram relevante a ser transmitido. Há de se destacar, neste processo, que os alunos não são desprovidos de conhecimentos e trazem de sua vida conhecimentos, adquiridos no cotidiano, anteriores ou externos à escola. Além desses conhecimentos, os alunos também possuem conhecimentos que adquiriram na escola em anos anteriores e que foram incorporados a seus saberes. Esse conjunto de conhecimentos prévios foram assim tematizados por Alice Casemiro Lopes:

O conhecimento cotidiano, como todos os demais saberes sociais, faz parte da cultura e é construído pelos homens das gerações adultas, que o transmitem às gerações sucessivas, sendo a escola um dos canais institucionais dessa transmissão. O papel da escola é preponderante na constituição desse conhecimento, pois, por interações contínuas, elabora um *habitus* comum a todos os indivíduos. O conhecimento escolar ao mesmo tempo nega e afirma o conhecimento cotidiano, trabalha contra ele e é sua própria constituição. (LOPES, 1999, p. 137, grifo da autora).

Assim, ao serem assimilados, os saberes escolares passam a constituir parte do conhecimento do aluno que reestrutura seu conhecimento prévio e o incorpora à vida cotidiana, tornando-o conhecimento cotidiano, comum. O fato de o conhecimento escolar negar e afirmar o conhecimento cotidiano dos alunos ocorre devido à ruptura existente entre o conhecimento científico, base para a constituição do saber escolar e do senso comum pois,

o processo de constituição do conhecimento escolar ocorre no embate com os demais saberes sociais, ora afirmando um dado saber, ora negando-o; ora contribuindo para sua construção, ora se configurando como obstáculo a sua elaboração por parte dos alunos. Dentre os diferentes saberes sociais, o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano se mostram como dois campos que diretamente se inter-relacionam com conhecimento escolar nas ciências físicas, mas não sem contradições. Primeiro, porque o conhecimento escolar, por princípio, se propõe a construir/transmitir aos alunos o conhecimento científico e, ao mesmo tempo, é base da transmissão/construção do conhecimento cotidiano de uma sociedade. Segundo, diretamente associado à questão anterior, porque o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico têm entre si uma nítida ruptura que, frequentemente, é mascarada pelo conhecimento escolar. (LOPES, 1999, p. 104).

Então, na tentativa de tornar o conteúdo científico assimilável ao aluno, a escola estabelece relações, faz aproximações entre os dois conhecimentos, científico e cotidiano, e pode acabar simplificando, vulgarizando o conhecimento científico, no processo de elaboração do conhecimento escolar. Desta forma, as diferenças entre os dois conhecimentos são mascaradas e podem resultar em uma aprendizagem confusa e errônea por parte dos alunos. E, nesse processo, o uso de analogias como recurso didático desempenha um importante papel, que se pretende discutir nessa dissertação.

A ruptura entre saber cotidiano (comum) e o científico se dá devido ao fato de estes dois saberes serem produzidos em condições diferentes, por meio diferentes.

Na medida em que o real científico se diferencia do real dado, o conhecimento comum, fundamentado no real dado, no empirismo das primeiras impressões, é contraditório com o conhecimento científico. O conhecimento comum lida com um mundo dado, constituído por fenômenos; o conhecimento científico trabalha em um mundo recomeçado, estruturado em uma fenomenotécnica. (LOPES, 1999, p. 123).

E mais,

A base do saber cotidiano, o que sustenta seu pragmatismo e funcionalidade, é o realismo e o empirismo, filosofias incapazes de compreender a realidade em seu caráter complexo e múltiplo, justamente porque se detêm no aparente, no evidente e no imediato ou, como afirma Kosik, na *pseudoconcreticidade*. Na medida em que na sociedade capitalista a realidade objetiva é fetichizada, encobrendo relações fundamentais, quanto mais nos detivermos nas aparências, mais teremos um conhecimento invertido da realidade. (LOPES, 1999, p. 144, grifo da autora).

Assim, faz-se necessário que o saber escolar não se atenha a trabalhar os conhecimentos cotidianos, estabelecendo uma divulgação do senso comum, como também não desconsidere estes conhecimentos no processo de ensino. O conhecimento científico não deve ser trabalhado de maneira que os alunos não o compreendam, nem deve ser exaltado como verdade imutável e absoluta, pois

[...] um dos mecanismos de se manter a ciência como um conhecimento obscuro e inacessível é, justamente, transmiti-la como um refinamento do senso comum. Dessa forma, ao fazermos com que nossos alunos tentem compreendê-la fazendo uso de sua razão cotidiana, impedimos que a compreensão ocorra. Quando muito, alcançamos um arremedo de aprendizagem, a mera capacidade de instrumentalizar-se, mas não de (re)construir criticamente o conhecimento. Átomos são vistos como sistemas solares em miniatura, moléculas como bolas de bilhar, substâncias como caixas de surpresas, prontas a liberarem a energia que têm guardada. Ao

tentarem fazer do conhecimento científico uma extensão do conhecimento elementar, aparentemente os continuístas da cultura valorizam o senso comum e, na maior parte das vezes, é isso que objetivam. Mas, em verdade, apenas evitam constrangê-lo, questioná-lo e acabam por dificultar a aprendizagem da racionalidade científica, o que só favorece o poder da ciência. (LOPES, 1999, p. 120).

Então, para que o saber escolar contribua na formação das novas gerações, deve-se evitar os continuísmos entre conhecimento comum e científico, pois um não é extensão do outro: o primeiro se atém ao aparente, se sustenta no empirismo e no realismo, enquanto que o segundo é produzido por um conjunto de métodos, práticas e processos aplicados a um fato, a uma realidade, é resultado de estudos e reflexões e fornece explicações sobre a realidade, a natureza e o cotidiano. Tal concepção deve ser de conhecimento dos alunos para que possam entender as diferenças e reelaborar seus conhecimentos, conforme afirma Lopes (1999, p. 128), “a aprendizagem de um novo conhecimento é um processo de questionamento de nossas concepções prévias, a partir da superação dos obstáculos epistemológicos<sup>1</sup> existentes nesses conhecimentos”.

Na tentativa de produção de um saber escolar que relacione o senso comum ao conhecimento científico, tornando-o inteligível aos alunos, professores e livros didáticos, alguns dos agentes envolvidos no processo de ensino, utilizam recursos didáticos como as analogias, conforme citação anterior de Lopes (1999, p. 120), e correm o risco de vulgarizar o conhecimento científico. A crítica à simplificação do conhecimento transmitido pela escola não incide apenas sobre sua relação com o conhecimento científico, mas sobre a própria pedagogia, que pode ser tida como facilitadora de aprendizagens, conforme se pode acompanhar na citação de Chervel:

É a essa concepção dos ensinamentos escolares que está diretamente ligada a imagem que geralmente se faz da “pedagogia”. Se se ligam diretamente as disciplinas escolares às ciências, aos saberes, aos *savoir-faire* correntes na sociedade global, todos os desvios entre umas e outros são então atribuídos à necessidade de simplificar, na verdade vulgarizar, para um público jovem, os conhecimentos que não se lhe podem apresentar na sua pureza e integridade. A tarefa dos pedagogos, supõe-se, consiste em arranjar os métodos de modo que eles permitam que os alunos assimilem o mais rápido e o melhor possível a maior porção possível da ciência de referência. (CHERVEL, 1990, p. 180, grifo do autor).

---

<sup>1</sup> Este termo foi criado por Bachelard (1996, p. 17), para designar lentidões e conflitos no ato de conhecer.

Assim, a relação existente entre o conhecimento científico e os conhecimentos cotidianos (senso comum) e prévios, na produção e constituição do saber escolar, deve ser refletida e discutida para que o conhecimento científico não seja igualado ao conhecimento cotidiano e/ou prévio dos alunos, transmitindo a impressão de continuidade e equivalência entre eles, ocultando rupturas, como também não seja desvinculado deles, transmitindo a idéia de que apenas o conhecimento científico é válido, verdadeiro e imutável e que ele não tem relação alguma com o cotidiano, levando a uma mitificação da Ciência. Desta forma, o saber escolar deve possibilitar que os alunos questionem e reelaborem seus conhecimentos prévios após o contato com o conhecimento científico, que constitui um dos componentes do saber escolar, de tal modo que eles sejam capazes de explicar e entender fenômenos cotidianos com base nos conhecimentos científicos trabalhados na escola.

Os autores aqui abordados problematizam o conhecimento veiculado pela escola de diferentes ângulos e apontam a necessidade de retomar a questão inicial, isto é, o uso de analogias como recurso didático num panorama mais amplo de inteligibilidade. Assim, o recurso didático deve ser compreendido a partir de um quadro geral de referências que o situe no contexto escolar e na prática pedagógica de professores e alunos, aliado aos materiais didáticos e aos objetivos da escolarização. Ou, dito de outro modo, é preciso tentar compreender os recursos didáticos inseridos no contexto mais amplo da cultura escolar.

## 2.1 A CULTURA ESCOLAR

O conceito de cultura escolar é muito discutido pelos estudiosos da área e inúmeros entendimentos sobre o que é a cultura escolar foram enunciados. Dentre eles, pode-se citar Julia (2001, p. 9), “a cultura escolar é descrita como um conjunto de normas que definem conhecimentos a ensinar e condutas a inculcar, e um conjunto de práticas que permitem a transmissão desses conhecimentos e a incorporação desses comportamentos”.

A potencialidade de estudar a cultura escolar é o fato de ela constituir um campo que se encontra em construção e possuir riqueza e amplas possibilidades de análise. As relações, no interior da escola, são conflitantes uma vez que envolvem valores, abordagens, opiniões. Deste modo, exige uma abordagem ampla, composta de elementos de diversas áreas para o estudo e compreensão da escola, além de uma metodologia que abre perspectivas, descobre interfaces, contextualiza e indica problemas, amparando a interpretação.

Na cultura escolar as mudanças e continuidades estão muito ligadas. De tempos em tempos surgem propostas inovadoras relacionadas à educação que abrangem, por exemplo, metodologias de ensino, ambiente de aula, conteúdos, dentre outros, com a intenção de melhorar o ensino vigente. No entanto, determinados aspectos do ensino permanecem os mesmos, por manter uma coesão interna e êxito em sua função. Conforme Julia (2001, p. 32), “a cultura escolar é efetivamente uma cultura conforme, e seria necessário definir, a cada período, os limites que traçam a fronteira do possível e do impossível”.

Como distinção entre cultura escolar e cultura da escola, Forquin (1993) afirma que a cultura escolar abrange o conteúdo ensinado, desde o currículo (transmissão de elementos culturais, construção social) até os materiais, métodos e mobiliário utilizados, enquanto que a cultura da escola abrange o sistema organizacional, as relações entre os professores, alunos e superiores entre si, envolve valores:

A escola é também um “mundo social”, que tem suas características de vida próprias, seus ritmos e seus ritos, sua linguagem, seu imaginário, seus modos próprios de regulação e de transgressão, seu regime próprio de produção e de gesto de símbolos. E esta “cultura da escola” (no sentido em que se pode também falar da “cultura da oficina” ou da “cultura da prisão”) não deve ser confundida tampouco com o que se entende por “cultura escolar”, que se pode definir como o conjunto de conteúdos cognitivos e simbólicos que, selecionados, organizados, “normalizados”, “rotinizados”, sob o efeito de imperativos de didatização, constituem habitualmente o objeto de uma transmissão deliberada no contexto das escolas. (FORQUIN, 1993, p. 167).

A cultura é o objeto de ensino da escola e, como finalidades deste ensino, pode-se dizer que, em épocas diferentes, as finalidades variaram muito, passando por finalidades religiosas, sócio-políticas, psicológicas, culturais diversas e até finalidades mais sutis, de socialização do indivíduo, aprendizagem de disciplina social, da ordem, do silêncio, da higiene, da polidez, dos comportamentos decentes, etc. Ao elencar estas finalidades, Chervel complementa que:

Naturalmente, estes diferentes estágios de finalidades estão em estreita correspondência uns com os outros. A instituição escolar é, em cada época, tributária de um complexo de objetivos que se entrelaçam e se combinam numa delicada arquitetura da qual alguns tentaram fazer um modelo. É aqui que intervém a oposição entre educação e instrução. O conjunto dessas finalidades consigna à escola sua função educativa. [...] As disciplinas escolares estão no centro desse dispositivo. Sua função consiste em cada caso em colocar um conteúdo de instrução a serviço de uma finalidade educativa (CHERVEL, 1990, p. 188).

Os conteúdos de instrução podem ser trabalhados nas disciplinas escolares de diferentes formas tanto por professores quanto por livros didáticos, incluindo etapas de exposição e aplicação de exercícios para a verificação da aprendizagem do conteúdo, conforme apontado pelo mesmo autor:

A disciplina escolar é então constituída por uma combinação, em proporções variáveis, conforme o caso, de vários constituintes: um ensino de exposição, os exercícios, as práticas de incitação e de motivação e um aparelho docimológico, os quais, em cada estado da disciplina, funcionam evidentemente em estreita colaboração, do mesmo modo que cada um deles está, à sua maneira, em ligação direta com as finalidades. (CHERVEL, 1990, p. 207).

Desta forma, percebe-se que a escola não é unicamente uma divulgadora dos conhecimentos produzidos pela sociedade em geral ou pela comunidade científica em particular, como também produtora de um conhecimento próprio da escola, o escolar:

A concepção de escola como puro e simples agente de transmissão de saberes elaborados fora dela está na origem da idéia, muito amplamente partilhada no mundo das ciências humanas e entre o grande público, segundo a qual ela é, por excelência, o lugar do conservadorismo, da inércia, da rotina. Por mais que ela se esforce, raramente pode-se vê-la seguir, etapa por etapa, nos seus ensinamentos, o progresso das ciências que se supõe ela deve difundir. (CHERVEL, 1990, p. 182).

A escola não segue passo a passo o progresso das ciências ao ensinar, porque seu ofício não é o de mera transmissão dos saberes construídos e acumulados historicamente pela sociedade, mas o de adequar os conhecimentos aos jovens por meio do saber escolar, o que a ciência não faz por não ser seu objetivo. Este saber é produzido quando é realizada a transposição didática pelos professores ou livros didáticos, processo no qual ocorre uma seleção, fragmentação e organização da cultura de uma forma tal que a torne ensinável e compreensível aos alunos. Conforme Forquin (1993, p. 16, grifo do autor),

a educação escolar não se limita a fazer uma seleção entre os saberes e os materiais culturais disponíveis num dado momento, ela deve também, para torná-los efetivamente transmissíveis, efetivamente assimiláveis às jovens gerações, entregar-se a um imenso trabalho de reorganização, de reestruturação, ou de “transposição didática” (cf. M. Verret, 1975, Y. Chevallard, 1985). Ocorre que a ciência do sábio, assim como a obra do artista, ou o pensamento do teórico não são diretamente comunicáveis ao aluno: é necessária a intercessão de dispositivos mediadores, a longa paciência de aprendizagens metódicas (as quais não conseguem se livrar das escoras do didatismo), a elaboração de todos os elementos de saberes

“intermediários”... que são tanto imagens artificiais quanto aproximações provisórias mas necessárias, ou *trompe-l’oeil* intelectualmente formadores, já que destinados a desaparecerem na etapa seguinte, para a qual eles terão assegurada a passagem (nisto são epistemologicamente diferentes os dispositivos de vulgarização sem dúvidas úteis em seu próprio campo, mas que, como sublinha Philippe Roqueplo [1974], fixam o olhar sobre a imagem-espetáculo do conhecimento).

Nesse sentido, a escola transmite conteúdos sistematizados: normalizados, organizados, selecionados que se constituem em um recorte cultural, com riscos de se apresentar como um conteúdo desvinculado, simplificado, instrumental e vulgarizado, dependendo do modo como a transposição didática for realizada e o saber escolar for constituído.

Considerando que uma das possíveis finalidades da escola é a de tornar a cultura ensinável para os alunos e que no processo de transposição didática está a seleção do conteúdo a ser tratado nas escolas, pode-se salientar a influência de valores e interesses de uma sociedade, de uma dada época, presentes nos elementos escolares, como a construção de um currículo. De acordo com Goodson (1997, p. 10), “é preciso sublinhar a dimensão social, uma vez que o currículo está concebido para ter efeito sobre as pessoas, produzindo processos de seleção, de inclusão/exclusão e de legitimação de certos grupos e idéias”, enfatizando a influência mútua entre escola e sociedade. No entanto, é preciso ressaltar também o grau relativo de autonomia escolar na criação de seus conteúdos:

Porque são criações espontâneas e originais do sistema escolar é que as disciplinas merecem um interesse todo particular. E porque o sistema escolar é detentor de um poder criativo insuficientemente valorizado até aqui é que ele desempenha na sociedade um papel o qual não se percebeu que era duplo: de fato ele forma não somente os indivíduos, mas também uma cultura que vem por sua vez penetrar, moldar, modificar a cultura da sociedade global. (CHERVEL, 1990, p. 184).

Daí a importância de atentar para o processo de transposição didática realizado na escola e para o fato de como é trabalhada, na constituição do saber escolar, a relação entre o conhecimento científico e o conhecimento prévio e/ou cotidiano do aluno, uma vez que o conhecimento reelaborado do aluno, após a aquisição do saber escolar, servirá a ele como base para atuação na sociedade e para a compreensão de mundo, contribuindo, assim, com a cultura da sociedade em que ele está inserido.

Desta forma, ao produzir o saber escolar no processo de transposição didática e considerar a influência mútua entre escola-sociedade, Valdemarin (2004, p. 20) salienta:



Nesse processo, estão aliadas a atuação dos representantes do sistema de ensino e dos representantes da sociedade (pais, alunos, especialistas) para a elaboração de um saber que se diferencia do conhecimento comum e do conhecimento vulgarizado na sociedade e, ao mesmo tempo, mantém com eles uma relação próxima de significados. O processo de transposição didática, portanto, implica uma seleção da cultura, considerada como o conteúdo a ser ensinado, que é transformado em objeto de ensino, passível de receber seqüenciação, gradação e desdobramento em atividades, lições e exercícios.

Até o conteúdo ser trabalhado em sala de aula, inúmeras etapas do processo de transposição didática ocorrem. A primeira delas se dá com a elaboração do currículo oficial, o qual delimitará os conteúdos a serem tratados por livros didáticos e professores, conforme Chervel, (1990, p. 180) “Estima-se ordinariamente, de fato, que os conteúdos de ensino são impostos como tais à escola pela sociedade que a rodeia e pela cultura na qual ela se banha”. Para Silva (2001, p. 55),

[...] estudar a transposição didática implica obrigatoriamente uma reflexão sobre todas estas questões a começar pelo fato de que o currículo que chega aos professores já traz suas marcas expressas na seleção cultural, seleção esta que acaba por determinar, ainda que em parte, a transposição feita pelo professor.

Como segundo momento da transposição didática, tem-se a passagem de currículo formal à sala de aula, por professores e livros didáticos:

é o que vai “dos saberes a ensinar aos saberes ensinados (ou do curriculum real)” (Perrenoud, 1997:25). É nesta fase que o currículo se efetiva. Esta efetivação tanto pode ater-se ao currículo oficial, quanto pode adquirir contornos próprios, dependendo do trabalho a ser desenvolvido pela escola como um todo e pelos professores em particular. (SILVA, 2001, p. 56).

É nessa passagem, do currículo formal ao real ou oculto, que o controle social sobre o currículo é burlado, uma vez que no ambiente escolar e na sala de aula uma série de variáveis influencia na transmissão do currículo formal, na maneira como estes conteúdos propostos chegam até os alunos. Segundo Veiga (1995, p. 28),

O currículo formal (conteúdos curriculares, metodologia e recursos de ensino, avaliação e relação pedagógica) implica controle. Por outro lado, o controle social é instrumentalizado pelo currículo oculto, entendido este como “as mensagens transmitidas pela sala de aula pelo ambiente escolar”

(Combleth, 1992, p.56). Assim, toda a gama de visões do mundo, as normas e os valores dominantes são passados aos alunos no ambiente escolar, no material didático e mais especificamente por intermédio dos livros didáticos, na relação pedagógica, nas rotinas escolares.

Convém ressaltar que os professores colaboram com a transposição didática a partir dos livros didáticos, que já passaram por uma seleção anterior, ou a partir de outros materiais pertinentes, tais como, vídeos, jornais, revistas e representações. Há ainda outros fatores que influenciam na elaboração do plano de aula pelo professor e na transposição didática, por conseguinte:

Não podemos nos esquecer ainda dos determinantes institucionais tais como a proposição oficial do currículo, a organização da escola, a distribuição e o tempo das aulas, a hierarquização presente na escola, os anos escolares, [...] que se constituem em importante fator de interferência na prática (SILVA, 2001, p. 64).

Durante a aula, o professor faz uso não apenas do conhecimento de sua área de referência e dos dados apresentados nos livros didáticos, mas também busca complementá-los com conhecimentos recém-produzidos e divulgados pela mídia, por revistas específicas da área, etc. Segundo Silva (2001, p. 56), “é na modelação do currículo que o professor transforma alguns conteúdos, seleciona, exclui ou acrescenta outros tomando como referência as necessidades e condições dos alunos e da escola”. Assim, diferentes fontes de informação estão presentes no processo de transmissão de conteúdos escolares, utilizados tanto pelos professores quanto pelos autores de livros didáticos, e precisam passar pelo processo de didatização para serem compreendidos pelos alunos. Muitas vezes, o recurso selecionado para tentar o entendimento é o uso de analogias, que buscam associar o conteúdo a ser ensinado - conhecimento científico, o conteúdo alvo na analogia - à um conhecimento prévio, que pode ser até resultante do cotidiano, que se pressupõe que o aluno detenha - o conteúdo análogo -.

Assim, a bibliografia recente aponta para os inúmeros fatores que interferem no conteúdo a ser ensinado aos alunos, evidenciando a complexidade da seleção cultural e científica produzida, a transformação de saberes em disciplinas vinculadas aos objetivos educacionais mais gerais, o processo de produção de material didático elementar – o livro didático – e sua utilização na sala de aula pelo professor que agrega elementos pedagógicos provenientes de sua formação e experiência anteriores.

Nesta dissertação, por meio da reflexão sobre um dos elementos materiais da cultura escolar, o livro didático, que contribui na configuração das disciplinas escolares (uma vez que

contém exposição de conteúdos, exercícios e práticas de motivação e avaliação da aprendizagem), que apresenta conteúdos selecionados, organizados, normalizados e rotinizados e que é resultado de processos de didatização, pode-se estudar como os conteúdos de instrução são convertidos em saber escolar na transposição didática apresentada nos livros e como este saber relaciona e trabalha com os diferentes conhecimentos que o constituem (conhecimento científico e conhecimento cotidiano ou comum e/ou prévio dos alunos), o que de certa forma influencia no currículo real que é trabalhado com os alunos no ambiente escolar e que é de extrema importância, uma vez que o conhecimento reelaborado do aluno pode pautar suas ações em sociedade e contribuir com a cultura da sociedade em que está inserido.

Assim, parte-se do uso de um recurso didático específico, as analogias presentes em livros escolares, para inseri-las no contexto mais amplo do processo de didatização do conhecimento e constituição do conhecimento escolar que, por sua vez, guarda estreitas relações com o conhecimento científico e social e permite inferir elementos da cultura escolar.

### 3 OS LIVROS DIDÁTICOS

No cenário educacional brasileiro, o livro didático torna-se um parceiro imprescindível do professor. Conforme Fracalanza, Amaral, e Gouveia (1986), o livro didático pode ser compreendido como um agente cultural ligado ao currículo previsto para a escola, que seleciona conteúdos habitualmente considerados relevantes e apropriados às séries escolares para as quais é elaborado e que desenvolve os conteúdos de forma simplificada, tendo em vista o aprendizado do estudante.

Considerando o papel que o livro didático desempenha na educação, o Ministério da Educação instituiu em 1985 o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)<sup>2</sup> com os objetivos de melhorar a qualidade do ensino, distribuir gratuitamente livros escolares aos estudantes matriculados no ensino fundamental das escolas públicas, contribuir para universalizar e melhorar o ensino de 1<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries e promover a valorização do magistério, conferindo ao professor a tarefa de sua escolha. Assim sendo, o PNLD estabelece como diretrizes: a escolha do livro pela escola com participação dos professores; a universalização do atendimento aos alunos do ensino fundamental e a adoção de livros escolares reutilizáveis, (por três anos consecutivos) referentes às disciplinas de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia, distribuídos gratuitamente aos estudantes matriculados no ensino fundamental das escolas públicas. Este programa é administrado pelo Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação (FNDE) com o financiamento do Salário-Educação e recursos do Orçamento Geral da União.

Os livros distribuídos para as escolas são, ou deveriam ser, os livros selecionados pelos professores dentre os avaliados e indicados no Guia do Livro Didático, que é distribuído nas instituições escolares e disponibilizado no site do FNDE. A negociação para a compra dos livros escolhidos pelos professores é feita pelo FNDE junto às editoras. Por isso, Höfling (2000) destaca a forte presença de setores privados e grupos editoriais na arena da decisão e definição da política pública do livro didático.

Com relação ao Guia do Livro Didático, pode-se afirmar que ele é o resultado da avaliação dos livros didáticos, segundo determinados critérios, realizada pelos especialistas da Secretaria de Educação Infantil e Fundamental (SEIF). Nele há esclarecimentos sobre os critérios classificatórios e eliminatórios para a avaliação dos livros, além de indicações de

---

<sup>2</sup> Em relação à história do Programa Nacional do Livro Didático ver HÖFLING, 2000.

coleções didáticas com a descrição, a análise e as recomendações para o uso dessas obras em sala de aula. Dentre os critérios classificatórios concernentes aos conteúdos e aspectos teórico-metodológicos pode-se destacar o critério 18, referente ao uso de analogias nos livros didáticos que recomenda: “evitam estabelecer analogias impróprias que poderiam levar os alunos a confusões entre significado literal e metafórico” (BRASIL, 2002, p. 84). Esta consideração é importante, uma vez que pela existência deste critério os autores dos livros didáticos são alertados para essa questão<sup>3</sup>. Ao mesmo tempo, tal alerta corrobora a importância de refletir sobre sua presença e uso, objetivo do presente trabalho.

Quanto aos livros didáticos, especificamente, pode-se citar a diversidade de agentes sociais envolvidos em sua elaboração e circulação. Segundo Fracalanza e Neto (2003)<sup>4</sup>, estes agentes são: o Governo Federal que, pelo PNLD, analisa, escolhe e compra os livros didáticos de acordo com determinados critérios; os editores, que alteram seus livros de acordo com os critérios eliminatórios, fazem pressão sobre agentes governamentais quanto aos critérios eliminatórios e desenvolvem campanhas de “marketing” nas escolas; os professores, que mantêm expectativas que as coleções sejam fiéis às propostas e diretrizes curriculares; os autores de livros didáticos e editores, que difundem estratégias mercadológicas afirmando que os livros são fiéis ao conhecimento científico e às diretrizes curriculares oficiais; os pesquisadores, que produzem farta literatura acadêmica e científica sobre os livros didáticos ou propostas alternativas a eles.

### 3.1 LIVROS DIDÁTICOS E SUA INSERÇÃO NA CULTURA ESCOLAR

As pesquisas sobre livro didático abordam aspectos diversificados e comprovam a complexidade de tomá-lo como objeto de estudo devido à “multiplicidade de suas funções, a coexistência de outros suportes educativos e a diversidade de agentes que ele envolve”

---

<sup>3</sup> Pôde ser percebido por esta pesquisadora que, em relação aos livros didáticos analisados na pesquisa de Iniciação Científica desenvolvida em 2002, houve uma diminuição do aparecimento de analogias nos livros didáticos indicados pelo MEC para 2005, onde as analogias são menos frequentes.

<sup>4</sup> Nesta publicação pode-se encontrar um quadro descritivo das múltiplas influências que diversos segmentos exercem sobre o livro didático no Brasil, além da relação entre professores e livro didático de Ciências, livros didáticos e o ensino de Ciências, atuais livros didáticos de Ciências, além de alternativas e possibilidades do livro didático de Ciências.

(CHOPPIN, 2004, p. 552). Segundo esse autor, os livros escolares assumem, conjuntamente ou não, diversas funções que variam segundo o ambiente sociocultural, a época, as disciplinas, os níveis de ensino, os métodos e as formas de utilização. Basicamente, pode-se citar quatro funções:

1. *Função referencial*, também chamada de curricular ou programática, desde que existam programas de ensino: o livro didático é então apenas a fiel tradução do programa ou, quando se exerce o livre jogo da concorrência, uma de suas possíveis interpretações. Mas, em todo o caso, ele constitui o suporte privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações.
2. *Função instrumental*: o livro didático põe em prática métodos de aprendizagem, propõe exercícios ou atividades que, segundo o contexto, visam a facilitar a memorização dos conhecimentos, favorecer a aquisição de competências disciplinares ou transversais, a apropriação de habilidades, de métodos de análise ou de resolução de problemas, etc.
3. *Função ideológica e cultural*: é a função mais antiga. A partir do século XIX, com a constituição dos estados nacionais e com o desenvolvimento, nesse contexto, dos principais sistemas educativos, o livro didático se afirmou como um dos vetores essenciais da língua, da cultura e dos valores das classes dirigentes. Instrumento privilegiado de construção de identidade, geralmente ele é reconhecido, assim como a moeda e a bandeira, como um símbolo da soberania nacional e, nesse sentido, assume um importante papel político. Essa função, que tende a aculturar – e, em certos casos, a doutrinar – as jovens gerações, pode se exercer de maneira explícita, até mesmo sistemática e ostensiva, ou, ainda, de maneira dissimulada, sub-reptícia, implícita, mas não menos eficaz.
4. *Função documental*: acredita-se que o livro didático pode fornecer, sem que sua leitura seja dirigida, um conjunto de documentos, textuais ou icônicos, cuja observação ou confrontação podem vir a desenvolver o espírito crítico do aluno. Essa função surgiu recentemente na literatura escolar e não é universal: só é encontrada – afirmação que pode ser feita com muitas reservas – em ambientes pedagógicos que privilegiam a iniciativa pessoal da criança e visam a favorecer sua autonomia; supõe, também, um nível de formação elevado dos professores. (CHOPPIN, 2004, p. 552-553, grifos do autor).

Pode-se reconhecer algumas das funções dos livros escolares elencadas por Choppin como a função referencial, instrumental e ideológica e cultural, na explicação de Bittencourt (1993, p. 3, apud OLIVEIRA, 2004, p. 16), sobre o papel social que o livro didático exerce, de modo diferente, em diferentes épocas:

É uma mercadoria, um produto do mundo da edição que obedece à evolução das técnicas de fabricação e comercialização pertencente aos interesses do mercado, mas é também um depositário dos diversos conteúdos educacionais, suporte privilegiado para se recuperar os conhecimentos e técnicas consideradas fundamentais por uma sociedade em uma determinada

época. [...] E finalmente, o livro didático deve ser considerado como veículo portador de um sistema de vários valores, de uma ideologia, de uma cultura.

Também na elucidação de Oliveira (2004, p. 43) sobre o papel dos livros escolares na manutenção da ordem escolar, pode-se reconhecer a função ideológico-cultural do livro didático: “a utilização do livro tornou-se imprescindível para o estabelecimento de uma ordem almejada e do controle daquilo que na escola deveria ser ensinado. A partir de sua imersão nesse universo escolar, os livros didáticos passam a desenvolver funções importantes”.

Ainda sobre a função ideológica-cultural do livro didático, Choppin ressalta a importância de uma regulamentação direcionada à produção dos livros didáticos uma vez que seu impacto na sociedade não deve ser desprezado:

O primeiro campo de envergadura trata da regulamentação aplicada às produções escolares. Uma vez que são destinadas a espíritos jovens, ainda maleáveis e pouco críticos, e podem ser reproduzidos e distribuídos em grande número sobre todo um território, os livros didáticos constituíram-se e continuam a se constituir com poderosos instrumentos de unificação, até mesmo de uniformização nacional, lingüística, cultural e ideológica. (CHOPIN, 2004, p. 560).

E que, os livros didáticos não apenas recuperam e organizam os conhecimentos culturais de uma dada sociedade (função referencial, instrumental e ideológica e cultural), como também seus autores apresentam, ainda que de maneira implícita, reivindicações de uma sociedade melhor que a real (pode-se compreender função documental):

Conclui-se que a imagem da sociedade apresentada pelos livros didáticos corresponde a uma reconstrução que obedece a motivações diversas, segundo época e local, e possui como característica comum apresentar a sociedade mais do modo como aqueles que, em seu sentido amplo, conceberam o livro didático gostariam de que ela fosse, do que como ela realmente é. Os autores de livros didáticos não são simples espectadores de seu tempo: eles reivindicam um outro status, o de agente. O livro didático não é um simples espelho: ele modifica a realidade para educar as novas gerações, fornecendo uma imagem deformada, esquematizada, modelada, frequentemente de forma favorável: as ações contrárias à moral são quase sempre punidas exemplarmente; os conflitos sociais, os atos delituosos ou a violência cotidiana são sistematicamente silenciados. (CHOPPIN, 2004, p. 557).

Pode-se citar até o não desempenho da função documental, uma vez que os livros podem silenciar controvérsias, não estimulando o aluno a seguir as áreas de pesquisa, ao apresentar o conteúdo “acabado” sem dúvidas e desafios.

Não é suficiente, no entanto, deter-se nas questões que se referem aos autores e ao que eles escrevem; é necessário também prestar atenção àquilo que eles silenciam, pois se o livro didático é um espelho, pode ser também uma tela. Essa observação não vale apenas para os livros didáticos de história ou de literatura, que imediatamente nos vêm à mente; a análise de livros didáticos de ciências mostra que estes também apresentam uma visão consensual e normalizada do estado da ciência de sua época; toda controvérsia é deliberadamente eliminada da literatura escolar. (CHOPPIN, 2004, p. 557).

Além das funções exercidas pelo livro didático, convém ressaltar outros materiais que podem auxiliar o professor a realizar a transposição didática e a influenciar na formação dos alunos, conforme afirma Choppin (2004, p. 553):

O livro didático não é, no entanto, o único instrumento que faz parte da educação da juventude: a coexistência (e utilização efetiva) no interior do universo escolar de instrumentos de ensino-aprendizagem que estabelecem com o livro relações de concorrência ou de complementaridade influi necessariamente em suas funções e usos. Estes outros materiais didáticos podem fazer parte do universo dos textos impressos (quadros ou mapas de parede, mapas-múndi, diários de férias, coleções de imagens, “livros prêmio” – livros presenteados em cerimônias de final de ano aos alunos exemplares – enciclopédias escolares...) ou são produzidos em outros suportes (audiovisuais, softwares didáticos, CD-Rom, internet, etc.) Eles podem, até mesmo, ser funcionalmente indissociáveis, assim como as fitas de cassete e os vídeos, nos métodos de aprendizagem de línguas. O livro didático, em tais situações, não tem mais existência independente, mas torna-se um elemento constitutivo de um conjunto multimídia.

Após mencionar sobre o uso independente ou não do livro escolar, de outros recursos didáticos, pode-se citar, ainda, a complexidade de agentes envolvidos em sua elaboração desde o autor até professores e alunos:

Enfim, é preciso levar em conta a multiplicidade dos agentes envolvidos em cada uma das etapas que marca a vida de um livro escolar, desde sua concepção pelo autor até seu descarte pelo professor e, idealmente, sua conservação para as futuras gerações. A concepção de um livro didático inscreve-se em um ambiente pedagógico específico e em um contexto regulador que, juntamente com o desenvolvimento dos sistemas nacionais ou regionais, é, na maioria das vezes, característico das produções escolares (edições estatais, procedimentos de aprovação prévia, liberdade de produção,



etc.), realização material (composição, impressão, encadernação, etc.), comercialização e distribuição supõem formas de financiamento vultuosos, quer sejam públicas ou privadas, e o recurso a técnicas e equipes de trabalho cada vez mais especializadas, portanto, cada vez mais numerosas. Por fim, sua adoção nas classes, seu modo de consumo, sua recepção, seu descarte são capazes de mobilizar, nas sociedades democráticas sobretudo, numerosos parceiros (professores, pais, sindicatos, associações, técnicos, bibliotecários, etc.) e de produzir debates e polêmicas. (CHOPPIN, 2004, p. 554).

Sobre esta abundância de agentes envolvidos com os livros didáticos, Choppin (2002, apud OLIVEIRA, 2004, p. 50), ao considerar seu caráter mercantil, ressalta que “a própria redação do livro não é ‘um puro ato pedagógico’, constitui-se num compromisso entre preocupações e imperativos de natureza diversa, didática e pedagógica, certamente, mas também técnica, financeira, estética e principalmente comercial”.

Em relação ao agente autor, Bittencourt (2004, p. 477) salienta que, “diferentemente de outras obras impressas, o livro didático possui peculiaridades em sua produção, circulação e uso, entre elas a da autoria, por meio da qual é possível ver distinção entre o trabalho de escrever um texto e o de fabricar um livro”. Para ela,

O autor de uma obra didática deve ser, em princípio, um seguidor dos programas oficiais propostos pela política educacional. Mas, além da vinculação aos ditames oficiais, o autor é dependente do editor, do fabricante do seu texto, dependência que ocorre em vários momentos, iniciando pela aceitação da obra para publicação e em todo o processo de transformação do seu manuscrito em objeto de leitura, um material didático a ser posto no mercado. (BITTENCOURT, 2004, p. 479).

Bittencourt (2004, p. 477) salienta ainda que os autores de livros têm enfrentado diversas mudanças em relação à produção de sua obra:

A autoria do livro didático tem passado por transformações ligadas às especificidades desse produto cultural, notadamente o retorno financeiro considerável que ele traz, sobretudo no caso de países como o Brasil, com um expressivo público escolar e um mercado assegurado pelo Estado na compra e distribuição de livros para as escolas públicas. Nos últimos anos, o interesse de editoras estrangeiras, que tem se concretizado na compra ou associações com empresas nacionais, conduz a transformações que afetam o papel do autor do livro escolar. Para agilizar a produção e criar padrões uniformes para o livro didático dilui-se a figura do autor por intermédio da compra de textos de vários escritores, textos que se integram em um processo de adaptações nas mãos de técnicos especializados. Desse modo, não se pode mais identificar quem efetivamente escreveu o texto. A nova situação demonstra que o livro didático é uma mercadoria que gera lucros consideráveis para as editoras, mas que coloca a pergunta inevitável sobre a

função do autor, entendido como escritor de texto, e seus direitos de propriedade em relação à obra produzida.

Assim, o papel do autor na produção dos livros escolares e suas relações de dependência, inclusive do Estado, foram se modificando com o passar dos anos, conforme afirma Bittencourt (2004, p. 490) em seu estudo sobre autores e editores de compêndios e livros de leitura (1810-1910):

A comercialização do livro didático, no entanto, sempre esteve dependente do Estado, quer pelo seu poder de aprovação quer como comprador, condição que conduziu os editores a estratégias diversas de aproximação com o poder educacional. Uma delas era assegurar a presença de autores que estivessem de alguma forma próximos ao poder. Perceberam, entretanto, que nem sempre a figura dos “sábios”, conforme preconizavam a elite governamental, garantia um texto didático de “qualidade”. Experiência didática é um fator importante e daí a preferência dos editores por professores e certa desconfiança em relação aos intelectuais renomados.

Nota-se, nos estudos de Bittencourt (2004), que os autores que foram iniciadores da produção didática eram pessoas próximas ao governo, encarregadas do “fazer científico” da época e que inspiravam-se nas obras estrangeiras ou adaptavam-nas. A partir dos anos de 1870 e 1880, com o início do crescimento escolar, houve o surgimento de escritores provenientes de outras esferas sociais que possuíam prática pedagógica e eram preferidos por isto, configurando, desta forma, duas vertentes de escritores:

De um lado, aqueles que privilegiam a pesquisa e a discussão acadêmicas e procuram “libertar-se” das preocupações com “aspectos didáticos”, preferindo “tratar do assunto em nível mais elevado”, chegando ao requinte de preciosismo conceitual em relação a termos como “palavra-chave”. De outro, os que mantêm certa incompreensão a respeito de novas proposições teóricas e metodológicas, pois preferem preocupar-se mais com os “aspectos didáticos”. (MUNAKATA, 2004, p. 528).

Em relação aos agentes envolvidos na leitura dos livros didáticos, professores e alunos possuem interesses, capacidades e interpretações diferentes dos textos que os livros apresentam e apropriam-se do texto também diferentemente. Este aspecto dos livros didáticos é ressaltado por Chartier (1991, p. 178-179):

É preciso considerar também que a leitura é sempre uma prática encarnada em gestos, espaços, hábitos. Longe de uma fenomenologia da leitura que apague todas as modalidades concretas do ato de ler e o caracterize por seus

efeitos, postulados como universais, uma história das maneiras de ler deve identificar as disposições específicas que distinguem as comunidades de leitores e as tradições de leitura. O procedimento supõe o reconhecimento de diversas séries de contrastes. De início, entre as competências de leitura. A clivagem, essencial porém grosseira, entre analfabetizados e analfabetos, não esgota as diferenças na relação com o escrito. Os que podem ler os textos, não os lêem de maneira semelhante, e a distância é grande entre os letrados de talento e os leitores menos hábeis, obrigados a oralizar o que lêem para poder compreender, só se sentindo à vontade frente a determinadas formas textuais ou tipográficas. Contrastes igualmente entre normas de leitura que definem, para cada comunidade de leitores, usos do livro, modos de ler, procedimentos de interpretação. Contrastes, enfim, entre as expectativas e os interesses extremamente diversos que os diferentes grupos de leitores investem na prática de ler. De tais determinações, que regulam as práticas, dependem das maneiras pelas quais os textos podem ser lidos, e lidos diferentemente pelos leitores que não dispõem dos mesmos utensílios intelectuais e que não entretêm uma mesma relação como escrito.

O que se pretende ressaltar aqui é que além da relação entre conhecimento científico e conhecimento cotidiano que se reúnem para configurar o conhecimento escolar, que é permeado também pelos imperativos sociais e educacionais – gerais e específicos -, a análise de livros didáticos não pode desconsiderar outras determinações. Parte do processo de transposição didática é feito por meio da legislação e seus técnicos que designam o conteúdo a ser ensinado nos diferentes níveis e séries escolares; entram em jogo também os aspectos econômicos, que mobilizam editoras e órgãos governamentais na tentativa de produzir uma mercadoria a concorrer com outras disponíveis; os autores, detentores de conhecimento específico nas diferentes áreas, devem provar serem também capazes de torná-lo adequado às regras exteriormente impostas e produzirem textos que apresentem um certo diferencial atrativo para participarem da competição no mercado.

Após inserir os livros didáticos na cultura escolar ao abordar os diversos aspectos referentes a eles, como seu papel social, seu caráter mercantil, sua contribuição para a ordem escolar, sua historicidade, sua multiplicidade de funções, a coexistência de outros suportes educativos, a diversidade de agentes que eles envolvem e seu papel didático, faz-se necessário observar que, nessa dissertação, serão priorizados as funções referenciais e instrumentais do livro didático (conforme a conceituação de Choppin), isto é, o modo pelo qual diferentes livros didáticos traduzem o programa escolar e põem em prática métodos de ensino, exercícios e atividades. Mesmo estabelecendo uma delimitação na análise pretendida, não é possível ignorar toda a complexidade de sua produção e o contexto no qual se insere como elemento importante para o ensino, como material de uso de alunos e professores e as determinações que sofre para sua produção.

Resta agora, precisar as referências utilizadas para a abordagem das analogias, percorrendo a bibliografia já produzida sobre esse tema para, posteriormente, aplicá-las aos livros didáticos selecionados.

### 3.2 AS ANALOGIAS

A produção de material didático, baseada em competência científica, na experiência de magistério e na sensibilidade pedagógica de seus autores, na década de setenta, era valorizada e considerada adequada para fornecer qualidade no ensino de Ciências (VILLANI, 2001). Assim, experiências didáticas eram apreciadas ao prover resultados positivos reduzindo a subjetividade dos agentes envolvidos nas atividades de ensino e, conseqüentemente, aumentando a objetividade do processo, própria da Ciência.

Durante essa década ainda, vários estudos foram desenvolvidos com vistas a compreender as concepções prévias ou alternativas dos alunos, sua universalidade, articulação, sobrevivência e importância na aprendizagem (VILLANI, 2001). Esses estudos resultaram no desenvolvimento de novos meios de ensinar que levavam em conta as idéias alternativas dos alunos em várias situações em favor das concepções científicas.

Nessa perspectiva, foi criado o Modelo de Mudança Conceitual (MMC) proposto, inicialmente, por Posner e colaboradores (1982), que trabalharam com analogia entre mudanças na evolução do pensamento científico e mudanças das concepções do aluno em processo de aprendizagem de disciplinas científicas. Segundo síntese de Villani sobre o MMC,

[...] para que um sujeito mude de idéia é necessário primeiro que ele experimente alguma *insatisfação* em relação às idéias correntes, e que a nova concepção seja (i) *inteligível*, isto é, acompanhada de representações coerentes na forma de proposições e/ou imagens; (ii) *plausível* isto é capaz de resolver as anomalias conhecidas, e consistente com outros conhecimentos do aluno; (iii) *fértil*, isto é, capaz de resolver os problemas do aluno e conduzir a novas descobertas (VILLANI, 2001, p. 173, grifos do autor).

Desse modo, os conceitos que o indivíduo traz de sua vida cotidiana são importantes e influenciam na aprendizagem escolar de novos conceitos. Na tentativa de fazer uso do conhecimento prévio dos alunos e considerá-lo no processo de ensino, livros didáticos e

professores podem estabelecer analogias entre este conhecimento, familiar ao aluno, e o conhecimento que se pretende ensinar, na intenção de realizar o processo de mudança conceitual. Entretanto, como o próprio autor reconhece,

[...] uma dificuldade dessa estratégia é que tomar consciência e explorar o conflito entre idéias alternativas e científicas, na maioria dos casos, tem significado muito limitado para o aluno, pois não lhe parece evidente a existência (Villani & Orquiza, 1995). Uma outra maneira de promover a mudança conceitual está relacionada com o objetivo de estender o alcance e a generalização dos significados das idéias espontâneas, na direção do conhecimento científico. Como estratégia didática é usada a idéia de constituir pontes mediante o uso de analogias, que, segundo Duit (1991) têm valor positivo. (VILLANI, 2001, p. 173).

No entanto, dependendo de como a analogia for utilizada, a exploração de conflitos entre idéias alternativas e científicas pode não ocorrer, conforme será discutido posteriormente.

A analogia vale-se do estabelecimento de pontos de semelhança, similitude e/ou aparência entre coisas diferentes e buscam relacionar objetos diferentes por meio de um ponto em comum que possuam. Elas resultam também da variação de significado das palavras numa situação de comparação entre coisas diferentes.

Registra-se para o termo *analogia* dois significados fundamentais: primeiro, o sentido próprio e restrito, extraído do uso matemático (equivalente à *proporção*) de *igualdade de relações*; o segundo é o sentido de extensão *provável* do conhecimento mediante o uso de semelhanças genéricas que se podem aduzir entre situações diversas. Nagem et al. (2003, p. 7, grifos dos autores).

Já, segundo Duarte (2005)<sup>5</sup>,

Ao percorrermos a literatura deparamo-nos com várias definições de analogia, de acordo com as perspectivas teóricas dos autores. Assim, para alguns, a analogia é entendida como um processo cognitivo que envolve uma comparação explícita de duas "coisas", uma definição de informação nova em termos já familiares (Newby, 1987), ou um processo através do qual se identificam semelhanças entre diferentes conceitos, sendo um deles conhecido, familiar, e o outro desconhecido (Glynn, 1991). Outros ainda, como Duit (1991) e Treagust *et al* (1992), definem a analogia como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios diferentes, um conhecido e outro desconhecido; demarcam-se, deste modo, da consideração da analogia como uma mera comparação entre semelhanças superficiais, entre atributos presentes nos domínios considerados. Os autores

---

<sup>5</sup> Esta bibliografia não possui paginação.

aproximam-se, nesta formulação, à distinção feita por Gentner (1988) entre quatro tipos de similaridades - "analogia" (analogy), "semelhança literal" (literal similarity), "abstracção relacional" (relational abstraction) e "simples aparência" (mere-appearance match) – e onde apenas a última se refere ao simples cartografar de atributos.

Na literatura sobre analogia pode-se encontrar, muitas vezes, equivalência entre os termos analogia, metáfora, modelo, imagem. Nagem et al. (2003, p. 7) destacam algumas explicações e conceitos para estes termos:

Analogias: processo pelo qual o espírito, observando as relações e semelhanças das coisas, se eleva ao descobrimento da razão dessas relações e semelhanças. A analogia, em vez de estabelecer uma banal relação de semelhança, estabelece uma imaginativa semelhança de relação, e tem, por isso, uma grande eficácia no desenvolvimento e na extensão do pensamento.

Imagem: semelhança entre dois objetos, figura, símbolo, desenhos, frases escritas.

Metáforas: característica pela qual se dá a uma pessoa ou coisa uma qualificação que ela não tem e que só por analogia se pode admitir. Para outros:

Metáforas são analogias condensadas.

Metáfora “é um erro calculado”.

Metáforas são expressões que enganariam os outros, artifícios embusteiros indutores de erros, e são percebidas como algo secundário, frívolo, perigoso pela ambigüidade e subjetividade nocivas ao ideal de neutralidade e objetividade da ciência.

Modelos são criados para um contexto, mas devem ser produzidos para serem usados em outros contextos. O modelo é um produto científico. Ex: modelo de DNA é usado para o estudo do DNA, mas contém ou fornece muito mais informações. Pode ser usado no estudo do código genético, no estudo dos cromossomos, no da síntese protéica, etc.

Os modelos podem ser divididos em:

Modelo mental: idealização mental de uma informação;

Modelo expresso: modelo verbal;

Modelo consensual: usado pela comunidade científica;

Modelo de ensino: usado por professores no ensino.

Frente à variedade de definições encontrada na bibliografia, no presente estudo, a analogia é entendida conforme a definição proposta por Glynn (1991), Duit (1991) e Treagust *et al* (1992) anteriormente citada e os modelos são considerados como uma forma de analogia, uma vez que também se baseiam na existência de correspondências entre dois domínios.

Em relação aos termos que podem ser utilizados para denominar os dois pólos de comparação da analogia (um referente ao objeto que se deseja ensinar e outro referente ao objeto já conhecido), várias designações podem ser adotadas:

*Alvo, meta, tópico, tema...:* Refere-se ao conceito/fenómeno, total ou parcialmente desconhecido, que vai ser objecto de compreensão, descrição, ilustração, explicação ou previsão, através da analogia;

*Análogo, fonte, base, veículo, foro...:* Diz respeito ao conceito/fenómeno conhecido através do qual ocorre a compreensão, descrição, ilustração, explicação ou previsão do alvo;

*Domínio:* Termo para designar a rede conceptual abrangente a que pertencem os conceitos alvo (meta, tópico, tema) e análogo (fonte, base, veículo) (DUARTE, 2005, grifos da autora).

Aqui são adotados os termos *alvo*, para domínio que se quer ensinar, porque, segundo Duarte (2005), é um termo que obtém elevado consenso entre os vários autores, e *análogo* para o domínio familiar ao aluno, por ser um termo utilizado, segundo Duarte (2005), por Duit (1991), Glynn (1991) e Treagust *et al* (1992), pesquisadores renomados da área.

Em relação à classificação das analogias, tem-se a proposição não-definitiva, elaborada por Nagem et al (2003, p. 9, grifos dos autores):

*Estrutural:* quando o objeto analógico pode ser comparado com o objeto real na sua forma.

*Funcional:* quando o objeto analógico pode ser comparado ao objeto real no seu funcionamento.

*Conceitual ou congelada:* quando os termos já são utilizados há anos, não trazendo nenhuma surpresa ao leitor (congelada) ou quando os termos definem o fenômeno, ou seja, é considerado sinônimo.

*Antrópica:* quando a frase transmite uma idéia de racionalidade, egocentrismo, atribuindo aos objetos ou fenômenos características dos seres humanos.

*Zootrópica:* quando a frase transmite uma idéia de morfologia ou comportamento, atribuindo aos objetos ou fenômenos característicos dos animais.

*Fitotrópica:* quando a frase transmite uma idéia de morfologia ou comportamento, atribuindo aos objetos ou fenômenos característicos dos vegetais.

A classificação acima acaba por ignorar as relações de proporção/tamanho que podem ser atribuídas entre alvo e análogo e não considera a forma como as analogias são apresentadas, se na forma de figuras ou atividades práticas bem como sua localização no texto (no corpo do texto como explicação ou na proposição de exercícios). Além disso, quando criam as categorias antrópica, zootrópica e fitotrópica, acabam por enfatizar uma única relação, uma vez que as três baseiam-se em características de seres vivos. Ainda sobre isto, a separação antrópica e zootrópica é mal definida uma vez que o ser humano também é considerado animal.

Outra classificação é a de Cachapuz (1989, p. 121), que ressalta que há vários tipos de analogias, mas nem todos têm relevância educacional e destaca dois tipos:

- i) Analogias objetivas/pessoais: têm a ver com o tipo de experiência de que derivam, nomeadamente se quem a usa é incluído (pessoais) ou não (objectivas) no estabelecimento da própria analogia (Drestadt, 1968). Um conhecido exemplo de analogia pessoal é o ocorrido com Arquimedes e que levou à descoberta do que ficou para a história como o princípio de Arquimedes (foi o seu próprio corpo que fez transbordar a água da banheira).
- ii) analogias analíticas/sintéticas: dizem respeito ao modo, analítico ou sintético, como presumivelmente tem lugar o processo de transferência de significados do domínio familiar para o domínio em estudo.

Ao comentar sobre estes dois tipos, Cachapuz (1989) destaca que o primeiro tipo possibilita dramatização, permite ao professor uma boa exploração da relação pedagógica, é mais permeável a experiências individuais e, por isso, pode envolver uma maior subjetividade, mas pode levar também à infantilização (dependendo da faixa etária dos alunos). Já o segundo tipo, depende da própria natureza do problema em estudo e a relevância educacional depende de possíveis diferenças na capacidade de análise e síntese dos alunos a quem se dirige.

Considerando as classificações anteriormente citadas, optou-se por utilizar, nessa dissertação, uma classificação que se baseia na comparação estabelecida entre domínio alvo e domínio análogo, por considerar que esta abrange amplas possibilidades de uso didático. Como enfoques identificados anteriormente por Dotti (2002), têm-se analogias que se baseiam em relações de semelhança, de função, de figuras, de modelos experimentais e de proporção.

A analogia de semelhança ou parecença foi nomeada deste modo por realizar comparações baseadas em semelhanças que abordam aspectos gerais entre o alvo e o análogo. Já a analogia de função é aquela que realiza comparações relacionadas ao modo de funcionamento do alvo e do análogo e vale-se, geralmente, de verbos como funcionar e agir. Ambas são encontradas com frequência nos livros didáticos e podem ser equivalentes, respectivamente, à analogia estrutural e funcional de Nagem et al (2003).

A analogia de figura, como o próprio nome diz, é aquela que se utiliza de figuras para ilustrar as comparações. Aquelas podem aparecer sozinhas, sem uma comparação escrita acompanhando-as (analogia implícita na figura), e, geralmente, constitui-se em uma representação didática de algo que não pode ser visualizado a olho nu e são consideradas



analogias por haver correspondências entre a figura e o real não visto ou aparecerem acompanhadas de uma analogia escrita, constituindo-se em uma figura de analogia explícita.

A analogia de modelos experimentais foi nomeada assim por ser uma analogia que se utiliza de experiências, simulações, atividades práticas, construção de modelos concretos para explicar ou até ilustrar o conteúdo científico. É baseada na semelhança entre o que aconteceu no experimento (análogo) e o que acontece na realidade (alvo).

A analogia de proporção ou equivalência baseia-se em comparações que fornecem ao leitor noções de proporção, tamanho ou distância. Deste modo, através das “medidas” dos análogos, pode-se imaginar as “medidas” do alvo.

Nessa dissertação, a análise das analogias considera também o local de aparecimento das analogias no livro didático e pode-se distinguir as que ocorrem no manual do professor e no livro do aluno, além de notar se se encontram no corpo do texto, em boxes destacados do texto, em textos complementares, em propostas de resolução de exercícios, em propostas de pesquisas ou no glossário. No manual do professor, as analogias podem aparecer no enunciado e na resolução dos exercícios propostos no livro, na introdução de capítulos e em textos complementares.

Muito se discute sobre as vantagens e desvantagens do uso das analogias no ensino. Dentre as potencialidades de seu uso, freqüentemente utilizadas para defender sua utilização no processo de ensino-aprendizagem, estão (DUARTE, 2005):

1. Levam à activação do raciocínio analógico, organizam a percepção, desenvolvem capacidades cognitivas como a criatividade e a tomada de decisões;
2. Tornam o conhecimento científico mais inteligível e plausível, facilitando a compreensão e visualização de conceitos abstractos, podendo promover o interesse dos alunos;
3. Constituem um instrumento poderoso e eficaz no processo de facilitar a evolução ou a mudança conceptual;
4. Permitem perceber, de uma forma mais evidente, eventuais concepções alternativas;
5. Podem ser usadas para avaliar o conhecimento e a compreensão dos alunos.

Pode-se acrescentar ainda outras potencialidades como o fato da analogia constituir um recurso didático que usa termos mais simples e familiares ao aluno, estimulando à elaboração de hipóteses e solução de problemas e tornando as aulas mais variadas e motivadoras, conforme afirma Nagem et al. (2003). Segundo Levy (1993 apud FREITAS 2001), as analogias constituem um recurso de codificação e, para Lawson (1993 apud

FREITAS 2001) e Ferraz e Terrazzan (2002), até mesmo os cientistas utilizam-se delas para comunicar suas descobertas.

[...] dado o caráter abstrato (conceitos por definição) e complexo de um grande número de conceitos das Ciências, o que os autores pretendem é tornar mais compreensível a sua explicação, descrevendo novos conceitos em termos de outros mais familiares (p.ex. “poço de potencial”) ou mais simplesmente sistematizado e enriquecendo de detalhes uma dada informação (p.ex. “famílias de elementos”). Daí decorre uma boa parte da importância educacional da linguagem metafórica. Por outro lado, para quem produz analogias e metáforas, estas podem estimular a solução de problemas existentes, a identificação de novos problemas e a elaboração de hipóteses (Glynn, et al., 1989). Tal significa que imaginar um dado aspecto não familiar “como se fosse... (domínio familiar)” e descrevê-lo através de linguagem metafórica pode ajudar a organizar as nossas percepções. Deste modo, analogias e metáforas podem bem ser uma necessidade epistemológica já que, em conjunto com a imagética que lhes está associada, podem constituir poderosos instrumentos de ajuda cognitiva e nesse sentido importantes mediadores da aprendizagem dos alunos. (CACHAPUZ, 1989, p. 118).

Dentre os problemas provocados pelo uso de analogias no ensino pode-se elencar os seguintes aspectos, segundo Duarte (2005),

1. A analogia pode ser interpretada como o conceito em estudo, ou dela serem apenas retidos os detalhes mais evidentes e apelativos, sem se chegar a atingir o que se pretendia;
2. Pode não ocorrer um raciocínio analógico que leve à compreensão da analogia;
3. A analogia pode não ser reconhecida como tal, não ficando explícita a sua utilidade;
4. Os alunos podem centrar-se nos aspectos positivos da analogia e desvalorizar as suas limitações.

E, ainda pode-se citar outras desvantagens do uso das analogias como:

Diferença no entendimento entre o que se transmite e o que é recebido pelo aluno. [...]

Não sendo o aluno quem gera a analogia, a aceitabilidade pode ser questionada.

Despidas de historicidade, funcionam na educação científica como verdadeiros obstáculos pedagógicos. Só serão compreendidas à luz do momento histórico de sua elaboração e da comunidade que dela se utiliza.

[...]

Conceitos equivocados podem ser fixados, por não haver discernimento das relações de diferenças entre o objeto estudado e o analógico.

Seleção de um domínio irrelevante em detrimento do principal;

Analogias similares podem evocar processos de raciocínio equivocados. [...] (NAGEM et al., 2003, p. 8-9).

Assim, o uso de analogias e metáforas em situações de ensino deve atentar para alguns aspectos, segundo Duit (1991): o professor deve pontuar as diferenças entre alvo e análogo; a analogia deve ser familiar ao aluno para que ele a entenda; não usar conceitos científicos como análogo, pois o conceito pode ter sido compreendido de maneira errônea e os próximos também o serão; para conceitos amplos, usar várias analogias para abranger todo o conceito; deve-se considerar todas as similaridades entre alvo e análogo.

Para uma utilização adequada de analogias no processo de ensino-aprendizagem, Glynn (1991, apud TERRAZZAN et al., 2002, p. 3) desenvolveu o modelo TWA (Teaching with Analogies), modificado por Harrison e Treagust (1994). Segundo o TWA, deve-se: “1. introduzir o conceito alvo a ser utilizado; 2. sugerir informações do conceito análogo, 3. identificar as características relevantes do alvo e do análogo, 4. mapear as similaridades entre análogo e alvo, 5. indicar o limite da analogia, 6. gerar conclusões”. Segundo estudos de Terrazzan et al. (2002) sobre livros didáticos, a maioria das analogias utilizadas nas coleções de Biologia analisadas em sua pesquisa não contempla todos os passos do modelo TWA.

Quando as analogias são utilizadas de modo inadequado, ou seja, sem considerar aspectos que possam provocar o não entendimento ou um entendimento equivocado e confuso, podem prejudicar na aprendizagem do conteúdo e até incentivar o continuísmo entre conhecimento científico e cotidiano, Conforme Lopes (1999, p. 211 e p. 225):

Sem dúvida, a assimilação do conhecimento científico passa pela superação de um desconforto com concepções tão distantes do senso comum. Contudo, se essa aproximação entre concepções científicas e concepções cotidianas for feita por intermédio de analogias e metáforas, corremos o risco de reforçar o continuísmo e impedir que o aluno compreenda as diferenças imensas entre os conceitos nesses dois contextos.

[...]

O conhecimento cotidiano se baseia no realismo das primeiras impressões, filosofia que lhe permite sustentar o pragmatismo e o espontaneísmo que lhe são próprios. O pensamento e o comportamento cotidianos são ultrageneralizadores e fixados no empírico: assumimos estereótipos, analogias e esquemas já elaborados, sem problematizá-los. Cercamo-nos de preconceitos que orientam nossa ação. Passam-se gerações sem que eles sejam questionados.

As analogias podem ser compreendidas até como obstáculo epistemológico (denominação de Bachelard<sup>6</sup>) ao aprendizado de conceitos científicos:

De fato, sendo mais ou menos subjetivas, mais ou menos imediatas, mais ou menos espontâneas, privilegiam qualidades sensíveis, relegam para segundo plano noções abstratas, fomentam o imobilismo da razão, estimulam a facilidade e a rotina de pensamento, bloqueiam o acesso ao ensino forma, resistem, enfim, a que o pensamento se liberte delas”. (SANTOS, 1991, p. 137, apud PÁDUA, 2002).

Também baseado no referencial bachelardiano, Santos (1991 apud PÁDUA, 2002) destaca que, quando as analogias e metáforas são utilizadas de maneira reducionista para explicar um conceito científico, podem se constituir também em obstáculos verbais.

Dagher (1995, p. 308, apud DUARTE, 2005) alerta sobre os diversos aspectos que devem ser levados em conta no uso das analogias:

[...] a aprendizagem via ensino com analogias não pode ser vista apenas em função da utilização de analogias, mas também de como elas são utilizadas, por quem, com quem e como são avaliadas. “É na consideração detalhada de todos estes fatores e não apenas em alguns deles que podemos obter uma melhor compreensão da contribuição da analogia na aprendizagem das ciências”.

Considerando que, cada escola deva ter seu projeto político-pedagógico com intenções e meios de realizá-las, próprios daquela comunidade escolar e que possui profissionais com formações e saberes ímpares, além de alunos também com saberes e capacidades cognitivas diferenciadas, a reflexão sobre como as analogias são utilizadas, por quem, com quem e como são avaliadas é de extrema relevância, uma vez que a uma determinada comunidade escolar, uma analogia presente no livro didático pode ser compreendida, enquanto que em outra comunidade, pode ser confusa e gerar equívocos conceituais nos alunos, pois estes podem não conhecer o conteúdo análogo da analogia, o professor pode não dominar bem o conteúdo alvo e reduzi-lo ao conteúdo análogo ou não salientar as diferenças entre alvo e análogo, por exemplo.

Desta forma, para avaliar o uso do recurso didático analogia no processo de ensino-aprendizagem é necessário atentar para a interação destes aspectos, inclusive quando as analogias estão presentes nos livros didáticos, conforme Nagem et al. (2003 p. 6-7):

---

<sup>6</sup> Para obter uma análise mais minuciosa sobre a relação das analogias e as concepções de Bachelard ver: ANDRADE, B.L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N., 2002.

[...] embora os livros didáticos contenham uma introdução com informações de como usá-lo de maneira eficaz, não há menções sobre o uso de analogias, nem mesmo nos livros com amplo uso de analogias. [...] simplesmente se parte do princípio de que as analogias são usadas pelos estudantes da maneira pretendida sem qualquer indicação de como fazê-lo. São necessárias instruções com relação ao uso da analogia para que se faça de maneira proveitosa. [...] o repertório de boas analogias, de alguns autores de livros didáticos, parece ser limitado. As estratégias concernentes ao uso eficaz de analogias não parecem ser conhecidas por muitos deles.

Considerando as reflexões desenvolvidas até aqui, com a apresentação do quadro teórico em que se baseia a análise desenvolvida nessa dissertação, pode-se compreender o recurso didático analogia num contexto mais amplo. Neste contexto, as analogias são usadas como uma tentativa de considerar os conhecimentos prévios dos alunos, como domínio análogo da analogia (que podem ser conhecimentos advindos do cotidiano ou não) no processo de ensino-aprendizagem, por meio do estabelecimento de relações entre esses conhecimentos e o conhecimento científico, tomado como domínio alvo da analogia, e, desta forma, a transposição didática vale-se desse recurso para elaborar o conhecimento escolar. Com este intuito, tanto professores quanto livros didáticos usam a analogia no desenvolvimento da disciplina escolar para a exposição de conteúdos, para a proposição e resolução de exercícios, para a motivação dos alunos e avaliação. Dessa forma, as analogias contribuem na configuração da cultura escolar e, por conseguinte, na cultura da sociedade, uma vez que há uma influência mútua entre essas culturas.

### 3.3 REPRESENTAÇÕES

Para iniciar a discussão sobre representações e incitar a reflexão a respeito, apresento uma breve síntese do capítulo intitulado “Representação: a palavra, a idéia e a coisa” de autoria de GINZBURG (2001) presente no livro “Olhos de madeira: nove reflexões sobre a distância”. O autor inicia o texto com a explicação sobre representação:

Por um lado, a “representação” faz as vezes da realidade representada e, portanto, evoca a ausência; por outro, torna visível a realidade representada e, portanto sugere a presença. Mas a contraposição pode ser facilmente invertida: no primeiro caso, a representação é presente, ainda que como sucedâneo; no segundo, ela acaba remetendo, por contraste, à realidade

ausente que pretende representar<sup>7</sup>. (CHARTIER, 1989 apud GINZBURG, 2001, p. 85).

Durante o referido capítulo, o autor apresenta vários exemplos de representações culturais relacionadas a funerais de reis ou soberanos que aconteciam na presença dos cadáveres acompanhados de manequins de madeira, couro ou cera, e ainda tentativas semelhantes de representar um soberano por meio de múmias, máscaras de cera, imagens (imagens que substituíam os cadáveres ausentes), imagens, kolossós (estátuas de madeira ou argila), relíquias dos santos no mundo cristão.

Ginzburg (2001, p. 92, 93 e 94) apresenta a explicação sobre estes costumes citando diversos autores no decorrer do texto:

Eis o significado autêntico da palavra: estatuetas funerárias, substitutos rituais, duplos que tomam o lugar dos ausentes e continuam sua existência terrena. Benveniste (1931)

[...]

A substituição precede a intenção de fazer um retrato, e a criação, a de comunicar. Gombrich (1963)

[...]

Para a sua função operatória e eficaz, o *kolossós* tem a ambição de estabelecer, com o além, um contato real, de realizar sua presença aqui. Vernant (1966)

Em suma, existe uma relação estreita entre as imagens e o além-vida, e as imagens podem servir à idolatria, pois, muitas vezes, elas não auxiliam apenas a memória para que o “santo”, por exemplo, seja lembrado, mas podem, inclusive, ser vistas como o próprio ser que é representado na imagem, fenômeno tratado por Ginzburg (2001) como dogma da transubstanciação em que não há simplesmente um “contato”, mas sim presença no sentido forte do termo. Esta transubstanciação seria resultado da abstração.

A contribuição do texto de Ginzburg para esta dissertação é a de fornecer um exemplo do uso e efeitos das representações em outro contexto e auxiliar na compreensão de como as representações podem levar às substituições e corroborar a importância da discussão a respeito das analogias como representações.

Em relação ao conceito de representação adotado nesta dissertação, pode-se justificar a adoção do referencial teórico-metodológico baseado na teoria das representações de Henry Lefebvre (1983) pelo fato de suas elucidações sobre o modo como as representações se dão e atuam possibilitarem um amplo entendimento sobre os efeitos do uso das analogias no ensino.

---

<sup>7</sup> Trecho pertencente a “Le monde como représentation” em *Annales ESC*, 1989, n.6, p. 1514-5.

Chartier (1991) também trabalha a questão das representações, porém numa perspectiva diferente da de Lefebvre. A principal diferença entre os dois estudiosos é o fato de o primeiro discordar com as determinações da teoria marxista,

É preciso, creio, recusar esta dependência que refere as diferenças de hábitos culturais a oposições sociais dadas *a priori*, tanto à escala de contrastes macroscópicos (entre as elites e o povo, entre os dominantes e os dominados), quanto à escala das diferenciações menores (por exemplo entre os grupos sociais hierarquizados pelos níveis de fortuna ou atividades profissionais).

De fato, as clivagens culturais não estão forçosamente organizadas segundo uma grade única do recorte social, que supostamente comandaria tanto a presença desigual dos objetos como as diferenças nas condutas. A perspectiva deve pois ser invertida e traçar, de início, a área social (muitas vezes compósita) em que circulam um *corpus* de textos, uma classe de impressos, uma produção, ou uma norma cultural. Partir assim dos objetos, das formas, dos códigos, e não dos grupos, leva a considerar que a história sócio-cultural repousou demasiadamente sobre uma concepção mutilada do social. Ao privilegiar apenas a classificação sócio-profissional, esqueceu-se de que outros princípios de diferenciação, igualmente sociais, podiam dar conta, com maior pertinência, dos desvios culturais. Assim sendo, as pertenças sexuais ou geracionais, as adesões religiosas, as tradições educativas, as solidariedades territoriais, os hábitos de ofício. (CHARTIER, 1991, p. 180-181)

Chartier (1991, p. 177) acredita que a prática é construída por representações:

Daí as tentativas para decifrar de outro modo as sociedades, penetrando na meadas das relações e das tensões que as constituem a partir de um ponto de entrada particular (um acontecimento, importante ou obscuro, um relato de vida, uma rede de práticas específicas) e considerando não haver prática ou estrutura que não seja produzida pelas representações, contraditórias e em confronto, pelas quais os indivíduos e os grupos dão sentido ao mundo que é o deles.

E ainda: “Mesmo as representações coletivas mais elevadas só têm existência, só são verdadeiramente tais, na medida em que comandam atos” (MAUSS, 1969 apud CHARTIER, 1991, p. 177). E isto ocorre na prática social, conforme explicita Lefebvre (1983, p. 94, tradução nossa).

As representações não são simples fatos, nem resultados compressíveis por suas causas nem simples efeitos. São feitas de palavra (ou se preferir de discurso) e de prática social. Para tanto, as representações e suas tendências provém de “sujeitos” sem reduzir-se a uma subjetividade, e tem uma objetividade sem reduzir-se a objetos sensíveis ou sociais, muito menos a “coisas”. Esse modo de existência pode qualificar-se de ambíguo? Certamente. Também é o modo de existência das formas, que não podem

nem prescindir de um conteúdo (relação) nem deixar que esse conteúdo (suporte) atue sozinho, nem atuar como formas “puras”, e que contudo tenham uma existência e um poder as vezes terrível.

Para trabalhar com a definição de representação, Chartier (1991, p. 184) utiliza-se do *Dicionário universal de Furetière* em sua edição de 1727,

[...] as acepções correspondentes à palavra "representação" atestam duas famílias de sentido aparentemente contraditórias: por um lado, a representação faz ver uma ausência, o que supõe uma distinção clara entre o que representa e o que é representado; de outro, é a apresentação de uma presença, a apresentação pública de uma coisa ou de uma pessoa.

E comenta que:

A relação de representação – entendida como relação entre uma imagem presente e um objeto ausente, uma valendo pelo outro porque lhe é homóloga - traça toda a teoria do signo do pensamento clássico, elaborada em sua maior complexidade pelos lógicos de Port Royal. Por um lado, são essas modalidades variáveis que permitem discriminar diferentes categorias de signos (certos ou prováveis, naturais ou instituídos, aderentes a ou separados daquilo que é representado, etc.) e caracterizar o símbolo por sua diferença com outros signos. Por outro lado, ao identificar as duas condições necessárias para que uma tal relação seja inteligível (ou seja, o conhecimento do signo como signo, no seu desvio em relação à coisa significada, e a existência de convenções regulando a relação do signo com a coisa), a *Lógica* de Port-Royal propõe os termos de uma questão fundamental: a das possíveis incompreensões da representação, seja por falta de “preparação” do leitor (o que remete às formas e aos modos de inculcação das convenções), seja pelo fato da “extravagância” de uma relação arbitrária entre o signo e o significado (o que levanta a questão das próprias condições de produção das equivalências admitidas e partilhadas.(1991, p. 184, grifo do autor).

Sobre esta relação ausência-presença das representações, Lefebvre (1983, p. 255, tradução nossa) também faz referências, ao tratar da tríade que envolve além de significante-significado ou representante-representado, a um terceiro termo, ao inconsciente, ao imaginário, à cultura, enfim, à representação: “A presença? Sempre se dá em uma forma e, contudo a forma, tomada separadamente, é oca, portanto ausente. Tomado por separado o conteúdo é sem forma, portanto ausente. Forma e conteúdo separados são fugas da presença”.

A presença mais imediata, mais difusa, mais geral, a do movimento e do devenir, se dissocia em representações finitas e definidas, analiticamente



complementares, mas que derivam até o desconhecer. Sua unidade se restabelece no conceito mas este conceito, designa o inacessível ao mesmo tempo que o acessível. Nem as medições quantitativas, nem as investigações qualitativas restituem a totalidade fragmentada que, ademais, a observação sensível (o percebido) só capta de modo superficial. O infinito só se percebe “em abismo”, nos vazios das representações. (LEFEBVRE, 1983, p. 51, tradução nossa).

Assim, o uso das representações acabam por tornar os conceitos simplificados, uma vez que se atém ao superficial e o conceito passa a existir como um resquício apenas, sendo que ele deveria ser o principal conteúdo a ser trabalhado. Segundo Lefebvre (1983, p. 49 e p. 62, tradução nossa):

O discurso “verdadeiro” o que pretende sê-lo não seria aquele que se limita a declarar o admitido, as representações habituais? Semelhante discurso tem êxito, mas não evita as incoerências. É possível que a coerência formal dissimule as incoerências ocultas, inclusive os conflitos e choques das representações, fazendo passar as opiniões por pensamentos.

[...]

A teoria das representações se livra desses dilemas e dificuldades: explica sua eficiência pelo mero fato de que as representações não são nem falsas nem verdadeiras, senão às vezes falsas ou verdadeiras: verdadeiras como respostas a problemas “reais” e falsas como dissimuladoras das finalidades “reais”. E aqui é onde a alienação observa aos “sujeitos”.

Estas situações ocorrem, segundo Lefebvre (1983, p. 98, tradução nossa), porque “Toda representação inclui uma afirmação que forma parte integrante dela, que constitui a ‘credibilidade’ (atributo tardio tachado de asceptismo) que provoca a crença. Toda representação ainda que válida (ou ‘valedera’, outro atributo tardio) se impõe e passa por realidade”.

Como tentativa de remediar as dissimulações causadas pelas representações, Lefebvre (1983, p. 64, tradução nossa) oferece a mediação:

As representações se apresentam cada vez mais claramente como mediações, termo filosófico proveniente de Hegel do qual se abusou ao multiplicar as entidades mediadoras; de tal modo que as lacunas, os contornos, cortes, discontinuidades, desaparecem nos múltiplos intermediários. Hegel insistia na importância das mediações; mas pensasse nas sutilezas inventadas para encher o abismo entre “base” e “superestruturas”, entre o “reflexo” e a ação, etc. Contudo, a mediação tem outros fundamentos que a necessidade especulativa de encher os abismos abertos por ele mesmo.

Deste modo, realizar a mediação entre o representante e o representado e refletir sobre suas particularidades pode auxiliar na superação de concepções inadequadas.

### 3.4 REPRESENTAÇÕES E ANALOGIAS

Com a intenção de facilitar a compreensão de conceitos pelos alunos, as analogias têm sido empregadas como alternativa para explicar a realidade. Esta leitura sugere o entendimento da analogia como representação, já que ambas apresentam a mesma finalidade. Conforme afirma Almeida (2001, p. 24), “as representações não estão nem fora nem acima da realidade; fazem parte dela e, sobretudo, pretendem explicá-la, contribuindo em grande medida, para dissimular contradições que se reproduzem nas relações sociais”.

Entende-se por analogia o ponto de semelhança entre coisas diferentes; semelhança, similitude, parença. Entende-se que as analogias buscam relacionar objetos diferentes com respeito a um ponto em comum que possuam e resultam da variação de significado das palavras numa situação de comparação entre coisas diferentes. Para Chauí (1998, p. 141):

A linguagem exprime pensamentos, sentimentos e valores, isto é, possui uma função de conhecimento e de expressão, sendo neste caso conotativa, ou seja, uma mesma palavra pode exprimir sentidos ou significados diferentes, dependendo do sujeito que a emprega, do sujeito que a ouve e lê, das condições ou circunstâncias em que foi empregada ou do contexto em que é usada.

De acordo com os significados que as palavras podem assumir, é possível a existência do recurso analógico.

Soares (1976), ao tratar a questão da linguagem didática e a utilização de termos, linguagens e teorias de outras ciências na Didática, faz reflexões relevantes sobre a relação significante-significado, que contribuem, inclusive, no entendimento das analogias como representações.

Para Soares (1976, p. 152) “se usamos o mesmo significante para significar uma realidade diferente daquela a que originalmente ele se refere, duas conseqüências podem ocorrer: ou se altera o significado, ou se altera a realidade”.

Em relação à primeira consequência, a autora expõe um esquema teórico em que um mesmo significante pode ter (denotar, significar) certo significado para uma dada realidade e, ter (conotar, ter sentido secundário, e até subjetivo, que lhe é atribuído por associações diversas) outro significado para outra realidade.

Ao considerar a analogia neste contexto, entende-se que se pode atribuir um significado subjetivo a uma característica do domínio ou conteúdo alvo da analogia, que deixa de ser visto como realmente é, significado subjetivo este que representa, na verdade, uma característica do domínio análogo (situação cotidiana, por exemplo, a que se compara). Soares (1976, p. 153) explica melhor esta relação ao se referir ao fato da Didática utilizar-se da linguagem de outras ciências:

É clara a consequência para a linguagem didática: pela importação dos significantes de outras ciências, as realidades, objeto da didática, por eles designadas, deixam de ser vistas tais como são realmente e os significados passam a sofrer conotações de significados que representam outras realidades. Ou seja: um significado que denotava uma realidade passa a aplicar-se a uma outra realidade ou mais ampla, ou de características diferentes, e o significado primitivo – que apenas denotava – passa a influir sobre a nova realidade, vestindo-a com conotações da realidade primitiva.

A segunda possibilidade de ocorrência, quando se usa o mesmo significante para significar uma realidade diferente daquela a que originalmente ele se refere, segundo Soares (1976), é ainda mais grave, pois leva à alteração da realidade, identificando-a àquela a que originalmente se refere o significante, a fim de que se mantenha o significado.

Nesse sentido, o uso de analogias pode levar ao engano de considerar aquilo que se compara como o próprio conceito alvo e substituí-lo. A realidade do conceito alvo é renunciada e a realidade do análogo é aceita como do conceito alvo ou há a redução dos conceitos alvo para adequar-se ao significado do significante análogo adotado.

Na verdade, o que ocorre em ambos os casos, é uma mudança semântica nas entidades léxicas da linguagem didática. Por uma questão de metonímia, ou seja, de contigüidade de sentidos, cria-se uma polissemia, isto é, uma só palavra com vários significados. Isto ocorre, na situação que estamos discutindo, quando um elemento comum a duas realidades diversas leva à generalização e o termo que designava uma realidade passa a designar também outra. (SOARES, 1976, p. 154).

Assim, a existência de uma palavra ou uma expressão para um fenômeno ou um conceito abstrato “ou dirigem a atenção para um fenômeno ou conceito até então não

percebido ou, de uma certa forma, ‘criam’ para ele uma realidade nova”. (SOARES, 1976, p. 155). Deve-se considerar, dessa forma, o risco de serem criados novos fenômenos com o uso das analogias que possam até contradizer as características básicas do conteúdo alvo.

Lefebvre (1983, p. 93, tradução nossa) também destaca este possível efeito do uso das analogias: “o analógico dissemina as representações, as faz passar de um objeto para outro. Ao localizá-las, as desloca, sem que nunca se detenha essa circulação”.

Desta forma, as representações, criadas ao utilizar-se de analogias, se deslocam inconscientemente, podendo gerar a substituição dos objetos utilizados na comparação. Segundo Almeida (2001, p. 25), “as representações não transformam o real, não o alteram; ao contrário, dificultam ou impedem a ocorrência de mudanças, pois distorcem a compreensão dos fatos, das circunstâncias em que ocorrem e das relações que se estabelecem entre eles”. De acordo com essa reflexão, Bachelard (1996, p. 13) alerta sobre a necessidade de superação das representações como uma das alternativas para a obtenção do conhecimento científico: “Em todo caso, a tarefa da filosofia científica é muito nítida: psicanalisar o interesse, derrubar qualquer utilitarismo por mais disfarçado que seja, por mais elevado que se julgue, voltar o espírito do real para o artificial, do natural para o humano, da representação para a abstração”.

As analogias são utilizadas, no ensino, visando o entendimento e apropriação de conceitos pelos alunos, utilizando-se, para isto, da comparação entre objetos ou situações relativos ao conhecimento que supostamente o aluno detém a respeito do assunto a ser ensinado e ao conhecimento que se quer ensinar. Segundo Terrazan et al. (2002), o uso de analogias no processo ensino-aprendizagem é importante porque facilita o estabelecimento de relações, pelos alunos, entre um conhecimento de domínio não familiar (chamado de domínio alvo) e um de domínio mais familiar (denominado domínio análogo). Segundo essa literatura, as analogias realizam um papel de mediadoras entre o domínio alvo e o domínio análogo. As representações também ocorrem em torno de domínios, ou melhor, núcleos representativos.

Entre os pólos e limites (o analógico ou tautológico) se constituem pontos fortes, núcleos de representações, freqüentemente vinculados a nomes próprios (lugares e pessoas) mas também a coisas privilegiadas (a casa, o país natal, etc.). Não são núcleos de saber senão centros no mundo das representações. Fixam uma coesão. Os nós de representações supõem condições favoráveis: uma simultaneidade, uma ação tranquilizadora, para tanto uma memória e um reconhecimento. (LEFEBVRE, 1983, p. 93, tradução nossa).

Deste modo, pode-se dizer que a analogia, como uma representação, fornece uma ação tranquilizadora que resulta na dissimulação de contradições entre o domínio alvo e o análogo de modo a fornecer um “conceito falso”, como afirma Lefebvre (1983, p. 60, tradução nossa), “as representações amplificam, deslocam, transpõem certas ‘realidades’. Formam uma estratégia ‘inconsciente’. Nasceram como símbolos no imaginário e se fortalecem voltando-se correntes, quase instituídas”.

Para Bachelard (1996), o pensamento pré-científico está muito ligado ao pensamento simbólico. Por este prisma, as analogias são utilizadas para esclarecer idéias ou ilustrar características antes da explicação da teoria. Segundo o autor, “Uma ciência que aceita as imagens é, mais que qualquer outra, vítima das metáforas. Por isso, o espírito científico deve lutar sempre contra as imagens, contra as analogias, contra as metáforas”. (BACHELARD, 1996, p. 48).

Ele ainda completa que “O perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem”. (BACHELARD, 1996, p. 101).

Assim, torna-se necessária a preocupação com o uso de analogias, principalmente como recurso didático, levando-se em consideração o fato da analogia, vista como representação, ter o poder de deslocar os objetos de uma comparação. Neste momento deve haver a superação da mesma pelo conceito, utilizando-se, para isto, da mediação. Para Lefebvre (1983, p. 21, tradução nossa):

Entre os filósofos, talvez seja Hegel quem elaborou a teoria mais sutil das representações. Para ele como para Spinoza, mas de outro modo, a representação é uma etapa, um nível, um momento do conhecimento. É preciso passar por ela, para sair dela superando-a. A reflexão sempre pode voltar a cair nesse nível médio (mediador) entre o sensível e a abstração verdadeira, conceito e idéia. O importante é que nesse nível - o do intelecto analítico - se produzem uma perturbação e uma falta da inteligência. Esta não se confronta ainda ou deixa de confrontar os pensamentos diversos e opostos que, portanto, se degradam em representações.

Em relação à necessidade de superação das representações, pode-se até destacar a importância do mediador do processo de ensino, uma vez que as analogias interpretadas como representação também devem ser superadas.

Podemos observar que as analogias tornam-se “perigosas” a partir do momento em que não se sabe quem as utiliza como recurso didático, quais metáforas e analogias são usadas. Se não forem utilizadas de maneira adequada, poderá ocorrer uma substituição ou desvio do real sentido do conteúdo ensinado, levando a um erro de entendimento e de compreensão. (NAGEM et al., 2003, p. 7).

Nesta perspectiva, o uso de analogias pode constituir um obstáculo à produção e aprendizagem do conceito (conhecimento) científico e à aprendizagem do saber escolar. Conforme afirma Bachelard (1996, p. 258):

Como se percebe, é o homem inteiro, com sua pesada carga de ancestralidade e de inconsciência, com toda a sua juventude confusa e contingente, que teria de ser levado em conta se quiséssemos medir os obstáculos que se opõem ao conhecimento objetivo, ao conhecimento tranqüilo. Infelizmente os educadores não colaboram para essa tranqüilidade! Não conduzem os alunos para o conhecimento do objeto. Emitem mais juízos do que ensinam! Nada fazem para curar a ansiedade que se apodera de qualquer mente diante da necessidade de corrigir sua maneira de pensar e da necessidade de sair de si para encontrar a verdade objetiva.

Assim, ao relevar que “No fundo, o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização” (BACHELARD, 1996, p. 17, grifo do autor) e refletir sobre os efeitos do uso de analogias, no processo de ensino-aprendizagem, almeja-se abandonar o conformismo intelectual em relação à concepção instituída de que o recurso analógico facilita a aprendizagem:

Hábitos intelectuais que foram úteis e sadios podem com o tempo, entravar a pesquisa. Bérghson diz com justeza: “Nosso espírito tem a tendência irresistível de considerar como mais clara a idéia que costuma utilizar com freqüência”. A idéia ganha assim uma clareza intrínseca abusiva. Com o uso, as idéias se valorizam indevidamente. Um valor em si opõe-se à circulação dos valores. É fator de inércia para o espírito. Às vezes, uma idéia dominante polariza todo o espírito. (BACHELARD, 1996, p. 19).

Então, refletir sobre o uso das analogias, ao invés de deixar a inércia agir sobre o espírito, na crença de que fazer uso delas como recurso didático traz apenas contribuições ao processo de ensino, faz-se necessário.

#### 4 SELEÇÃO, DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

Após a realização de um estudo sobre os livros didáticos recomendados pelo MEC e indicados, simultaneamente, pelos Guias do Livro Didático do ano de 2002 e 2005<sup>8</sup> para a última série do ensino fundamental (antiga 8ª série), foram selecionados quatro livros, cada um presente em uma das quatro coleções que foram indicadas em 2002 e mantidas em 2005, sendo elas: Coleção Ciências; Coleção Ciências e Educação Ambiental; Coleção Ciências Naturais no Dia-a-Dia; Coleção Vivendo Ciências-Nova Edição. Vale observar que o guia do livro didático de 2005 indica um total de oito coleções de livros aos professores, tendo sido quatro delas indicadas no guia anterior.

Os livros destinados à 8ª série foram escolhidos para análise, porque, no desenvolvimento do projeto de iniciação científica desta pesquisadora realizado em 2002, notou-se que as analogias eram utilizadas com maior assiduidade para explicar conteúdos “abstratos”, não visíveis macro ou microscopicamente a olho nu, e bastante frequentes em livros da 8ª série.

Os livros selecionados para a leitura são apresentados abaixo em ordem alfabética dos títulos, por opção da pesquisadora, junto a uma exposição breve sobre cada autor.

CRUZ, Daniel. *Ciências & Educação Ambiental Química e Física - 8ª Série*. 21. ed. São Paulo: Ática, 2004.

O autor é licenciado em Física pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e Professor concursado do Magistério Público do Rio de Janeiro.

BARROS, Carlos; PAULINO, Wilson Roberto. *Ciências: Física e Química - 8ª Série*. 1. ed. São Paulo: Ática, 2002.

---

<sup>8</sup> No guia do livro didático de Ciências de 2005, encontram-se indicações de coleções de livros didáticos de ciências, com descrição dos volumes referentes ao terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. São traçados comentários sobre o manual do professor e como os livros de cada coleção podem ser trabalhados em sala de aula. Estão presentes apreciações detalhadas sobre os experimentos, ilustrações, atividades e exercícios, conceitos e conteúdos de cada livro da coleção.

Carlos Barros é licenciado em História Natural pela Universidade Católica da Bahia, ex-professor da rede oficial de ensino do estado da Bahia, ex-membro do Conselho Estadual de Educação do estado da Bahia.

Wilson Roberto Paulino é engenheiro-agrônomo e professor licenciado em Biologia. É autor de: *Biologia atual* (v. 3), *Ecologia viva*, *Ecologia atual* e *Drogas* (Série Jovem Hoje), todos publicados pela Editora Ática.

ALVARENGA, Jenner Procópio de; PEDERSOLI, José Luiz; D'ASSUNÇÃO FILHO, Moacir Assis e GOMES, Wellington Caldeira. *Ciências Naturais no dia-a-dia* - 8ª Série. 1. ed. Curitiba: Nova Didática, 2004.

Jenner Procópio de Alvarenga é bacharel e licenciado em História Natural pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), professor de Ciências e Biologia e autor de diversas obras didáticas de Ciências para o ensino fundamental.

José Luiz Pedersoli é bacharel e licenciado em História Natural pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), professor de Ciências e Biologia, professor de Botânica na UFMG e autor de diversas obras didáticas de Ciências para o ensino fundamental.

Moacir Assis d'Assunção Filho é bacharel e licenciado em Ciências – História Natural pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pós-graduado “Latu Sensu” em Educação e em Educação Sexual, professor de Ciências e Biologia e autor de diversas obras didáticas de Ciências para o ensino fundamental.

Wellington Caldeira Gomes é bacharel e licenciado em Ciências – História Natural pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pós-graduado em Educação e em Educação Ambiental, ex-professor da Faculdade de Educação UFMG, professor de Ciências e Biologia e autor de diversas obras didáticas de Ciências para o ensino fundamental.

COSTA, Maria de la Luz; SALÉM, Sonia e CISCATO, Carlos Alberto Mattoso. *Vivendo Ciências – Nova Edição* - 8ª Série. 2. ed. São Paulo: FTD, 2002.

Maria de la Luz Costa, coordenadora da coleção, é formada em Medicina pela Faculdade de Ciências Médicas do estado de Pernambuco.

- Sônia Salém é formada em Física, licenciatura e bacharelado pela Universidade de São Paulo e mestre em Ensino de Ciências – modalidade Física – por essa mesma Universidade. Vem atuando na área de educação do Instituto de Física da USP em projetos de assessoria a professores de Ciências e Física.



Carlos Alberto Mattoso Ciscato é químico industrial pela Escola de Química Industrial Eduardo Prado, Licenciado em Filosofia pela Universidade de São Paulo (USP), professor de Química no Colégio Palmares e no cursinho Intergraus e apresenta o programa “Vestibulando” na TV Cultura/SP.

Dados os critérios estabelecidos para seleção dos livros, isto é, a recomendação no Guia do Livro Didático, o *corpus* de análise é composto por publicações de grandes editoras com larga tradição na produção desse apoio didático. As editoras Ática e FTD estão no mercado editorial didático há muitos anos e cresceram com ele, a editora Nova Didática, embora mais recente, vale-se da experiência na produção de material didático para o Grupo Positivo.

Após selecionar os livros que se mantiveram recomendados em duas avaliações sucessivas no Guia do Livro Didático, foi realizada análise de cada um deles, iniciando-se pelo manual ou livro do professor para identificar as orientações e concepções de ensino presentes em cada um deles e, depois, foram analisados os livros do aluno para cotejar as informações e os objetivos presentes em ambos.

Considerados na perspectiva da cultura escolar, pode-se abordar o conteúdo dos livros didáticos detectando as práticas utilizadas para a transmissão do conhecimento, ou seja, como é realizada a transposição didática; como se dá a relação do saber escolar com os conhecimentos que o constituem (científico, prévio e/ou cotidiano); que condutas e comportamentos os livros acabam por inculcar, conforme apontado por Julia (2001), e como são desenvolvidas as funções referidas por Choppin. É necessário ressaltar que a relação do saber escolar com os conhecimentos prévio e/ou cotidiano do aluno é considerada importante, uma vez que, dependendo do modo como essa relação se dá, possibilita que os alunos questionem e reelaborem seus conhecimentos prévios após o contato com o conhecimento científico, de tal modo que eles sejam capazes de explicar e entender fenômenos cotidianos com base nos conhecimentos científicos trabalhados na escola.

É possível também fazer uso das indicações de Chervel (1990, p. 204 e p.205), verificando as práticas de motivação e fixação contidas nos exercícios:

Sem o exercício e seu controle, não há fixação possível da disciplina. O sucesso das disciplinas depende fundamentalmente da qualidade dos exercícios aos quais elas podem se prestar. De fato, se se chama de exercício toda atividade do aluno observável pelo mestre, há de se convir de bom grado que copiar o curso através do ditado não é, em si, o mais estimulante dos exercícios.

[...]

O estudo da evolução das disciplinas, conteúdos e exercícios, mostra que as práticas de estimulação do interesse do aluno estão constantemente em ação nos arranjos mínimos ou importantes que elas sofrem. Toda inovação, todo novo método chama atenção dos mestres por uma maior facilidade, um interesse mais manifesto entre os alunos, o novo gosto que eles vão encontrar ao fazer os exercícios, a maior modernidade dos textos que se lhes submete.

Desta forma, ao observar nos livros elementos da cultura escolar, como a transposição didática que realizam, pode-se identificar a presença do recurso didático analogia - como tentativa de tornar o conhecimento científico compreensível aos alunos - e refletir sobre seu uso no ensino.

A apreciação dos aspectos dos livros didáticos, levantados anteriormente, ocorre pela descrição e análise de um capítulo de cada um dos livros didáticos (ainda que os livros tenham sido lidos por inteiro para a identificação das analogias presentes), que tratem de uma mesma lição, para que seja possível comparar os processos de transposição didática realizados por cada um dos livros e de que maneira cada livro busca tornar tal conteúdo inteligível aos alunos.

Considerando o fato de que o olhar para os livros didáticos nessa dissertação baseia-se também no uso das analogias, buscou-se selecionar, para a análise, capítulos em que as analogias fossem frequentes. Ponderando que as analogias geralmente são utilizadas para explicar conceitos, objetos ou situações que ofereçam dificuldade de entendimento aos alunos, como aqueles referentes a algo que não pode ser visto a olho nu, optou-se por selecionar, para a análise, capítulos que tomam o átomo como conteúdo de ensino, apesar deste não ser o único conteúdo não visto a olho nu ou o único explicado por analogias nos livros<sup>9</sup>, como pode ser percebido na listagem das analogias identificadas e que são apresentadas nos ANEXOS A, B, C e D desta dissertação. No entanto, é nos capítulos que trabalham o conteúdo átomo que as analogias apresentam-se em maior quantidade nos livros didáticos analisados.

Vale ressaltar que, em anexo, encontram-se as figuras da capa e contracapa dos livros selecionados, as páginas dos capítulos analisados e a listagem das analogias identificadas, separadas por livro. Assim, cada anexo A, B, C e D corresponde aos elementos referentes a um determinado livro.

---

<sup>9</sup> As analogias listadas explicam conteúdos diversos como os relacionados à eletricidade (que também têm relação com os átomos), luz, som, sistema solar, conceitos e expressões da área da Genética, dentre outros.

#### 4.1 LIVRO CIÊNCIAS & EDUCAÇÃO AMBIENTAL - QUÍMICA E FÍSICA

O livro de autoria de Daniel Cruz possui o manual do professor localizado ao final do livro contendo 112 páginas. O manual do exemplar, analisado nesta dissertação, traz, no sumário, o item “Questões de revisão” que, no entanto, não acompanham o manual. Nesse manual estão presentes as respostas das atividades propostas no livro e alguns exercícios extras: sobre o conteúdo movimentos, a relação velocidade-tempo-espaço (p. 57), sobre o comportamento de lentes (p. 103), sugestão de realização de uma atividade prática opcional para identificar a presença de água e fazer destilação (p. 23) e sobre a relação temperatura-calor (p. 86).

O manual do exemplar analisado não faz referência à estrutura da coleção, aos objetivos dela e do presente livro e nem ao referencial teórico-metodológico adotado<sup>10</sup>. Apenas indica que o manual deve ser consultado pelo professor antes que sejam propostas aos alunos as atividades de cada capítulo do livro. Nas respostas das atividades, frequentemente, encontra-se uma indicação sobre a resposta a ser esperada do aluno; nas questões em que é solicitado aos alunos algum tipo de pesquisa, o manual traz alguns resultados esperados para servirem de comparação com o resultado obtido, como, por exemplo, ao tratar do protocolo de Kyoto e a poluição (p. 86) e a explicação sobre as moléculas de amido e celulose no sistema digestório (p. 31).

O livro fornece as respostas acompanhadas das perguntas, facilitando o trabalho do professor que, desta forma, não necessita voltar na página da atividade para ler o enunciado. Percebe-se que, desta forma, o livro participa da formação continuada do professor, uma vez que traz informações e resultados esperados para atividades sobre as quais ele pode não ter pleno domínio. Este procedimento, presente no manual do professor, pode também exercer controle sobre o currículo trabalhado em sala de aula, sobre as informações que devem ser

---

<sup>10</sup> O guia livro didático de 2005 traz muitas informações a respeito do manual do professor dos livros da coleção, sem comentar em específico o manual de cada série. No exemplar analisado nesta dissertação não estão presentes informações que o guia relata. Apesar disso, foi considerado na análise pelo fato do exemplar advir, por empréstimo, de uma Diretoria Estadual de Ensino, como os outros exemplares analisados, que pode atuar como local para consulta e conhecimento de livros didáticos indicados pelo MEC por parte de professores de toda uma região e, desta forma ser interpretado e avaliado da forma como foi enviado à Diretoria.

debatidas nas pesquisas e atividades e, desta forma, pode tentar minimizar desvios do currículo oficial ao real.

Em relação ao livro do aluno, pode-se relatar que ele trabalha os conteúdos em três unidades: “A constituição da matéria”, “O estudo da Química” e “O estudo da Física” divididas em capítulos. Ao término do último capítulo do livro, encontram-se os itens “Glossário”, “Sugestões de leitura” e “Bibliografia” que se ocupam, respectivamente, de: apresentar, em ordem alfabética, o significado de várias palavras que aparecem no decorrer dos capítulos; sugerir revistas, livros e sites relacionados à área de Ciências e listar a literatura utilizada no conteúdo do livro. No sumário, há indicação de que, após os itens anteriormente citados, são apresentados ainda dois itens: “Questões de revisão” e “Atividades experimentais” que, no entanto, não se encontram no livro do aluno do exemplar analisado.

O capítulo 3, da Unidade I, que abrange da página 31 até a 43 (ANEXO A) e que trabalha o conteúdo átomo, traz, além de analogias, o destaque de que, no decorrer do livro, serão utilizados modelos e representações por meio de círculos para estudar os átomos e que o tamanho e cores representadas são diferentes da de um átomo real.

O capítulo tem início com a foto de duas flores acompanhadas de três perguntas para reflexão sobre as cores e constituição daquelas plantas que, segundo o manual, tem o objetivo de levantar a discussão sobre as diferenças de composição química dos diversos seres e objetos, diferenças que se refletem nas características físicas, incluindo as cores que apresentam. Pretendem fazer o aluno refletir sobre o que ele vê e o que ele sabe e, com a terceira pergunta “De que são feitas as flores e as outras partes da planta?” na página 31, induzir, de certa forma, o aluno a relacionar as cores com a composição química da planta. Em seguida, são apresentadas informações que respondem, de forma confusa, às perguntas anteriores, uma vez que, durante a explicação sobre moléculas e seu arranjo, indicam ao aluno que consulte outros capítulos (que serão vistos posteriormente) para obter mais informações. Há a explicação de que os átomos são pequenos e não visíveis a olho nu e a apresentação de uma imagem de um átomo de ouro ao microscópio explicitando que, para obter tal imagem, foi necessário um aumento. Em seguida, há um box na página 32, contendo um texto sobre a dimensão do átomo, em que se encontra a analogia de que o núcleo do átomo em relação à sua eletrosfera seria equivalente a uma formiga no Estádio do Maracanã. O uso dessa analogia pressupõe que os alunos conheçam o estádio do Maracanã e, caso isso não ocorra, foi mal trabalhada a noção de proporção, comparando duas coisas desconhecidas ou uma reprodução apresentada no livro com outra conhecida apenas por meio da televisão, comprometendo a relação de dimensão que se pretendia estabelecer. No mesmo box, ainda, é

apresentada a seguinte proposição: “Imagine que todos os seres ao seu redor, mas não você, aumentassem de tamanho na mesma proporção, até que os átomos que os compõem se tornassem visíveis aos seus olhos. Aconteceria o seguinte:” e apresenta curiosos dados baseados na relação de proporção, que podem, de certa forma, incitar a curiosidade dos alunos, levando-os a pensar e imaginar sobre o tamanho dos átomos, motivando para o assunto.

Logo após, há o destaque de que os átomos serão representados no livro por modelos e figuras de círculos milhões de vezes maiores do que o tamanho de um átomo real. Assim, o texto parte de uma comparação pouco precisa (o estádio do Maracanã), incita a imaginação dos alunos e introduz a noção de modelos utilizados no conhecimento científico. No entanto, não há a explicação do que são representações e modelos, nem para quê servem. Parte-se do princípio de que os alunos já saibam ou que o professor irá esclarecer durante a aula.

Na continuidade do texto é apresentada a história do átomo com a utilização da analogia criada pelos cientistas Rutherford e Bohr que compara o núcleo do átomo ao Sol e seus elétrons aos planetas que giram em torno do Sol, acompanhado de figuras representando átomos com legenda. O fato de abordar a história da produção dos modelos atômicos colabora para uma visão de Ciência dinâmica que está pronta a se modificar, a produzir e incorporar novos saberes, além de mostrar o que atualmente é sabido e aceito.

Pode-se observar que o uso das analogias, tanto para os autores do livro didático quanto para os cientistas, presta-se a explicar átomo por meio de algo conhecido, respectivamente, por alunos e para o público em geral. A principal diferença encontra-se no fato de os autores fazerem o uso da analogia como forma de motivação, estímulo à curiosidade dos alunos, enquanto que os cientistas fazem uso dela para propor um modelo, um conhecimento produzido a fim de facilitar o entendimento do conceito recém elaborado e divulgado para a comunidade científica. A analogia do Estádio do Maracanã fixa-se apenas na relação de proporção existente entre alvo e análogo, enquanto que a dos cientistas se vale das semelhanças estruturais, de organização de alvo e análogo que possibilita o estabelecimento de mais considerações na comparação como planetas-elétrons, Sol-núcleo, movimento dos elétrons-planetas. Já a comparação do estádio, núcleo-formiga e estádio-eletrosfera não permite a consideração do movimento, não identifica os elétrons.

A importância de estudar os átomos é justificada, na página 33, pela sua relação com o avanço da ciência e tecnologia, tendo a eletricidade como exemplo. Pode-se salientar aqui outra diferença entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar: é que o primeiro não precisa se justificar, já o segundo, precisa sempre vir acompanhado de explicações sobre

aplicações, utilidade, finalidade, inserção no currículo, etc. Logo após, é apresentado um modelo simplificado para estudar átomos, acompanhado do esquema de um átomo com elétrons representado por círculos, explicado na legenda, e um texto ressaltando que as figuras estão fora de escala. Há uma exposição sobre os assuntos núcleo e eletrosfera e são citados seus componentes. Os conceitos vão sendo introduzidos aos poucos. Primeiro o átomo, depois os elétrons, etc. Aqui pode-se ressaltar outra característica do conhecimento escolar que é a gradação, a divisão do conhecimento em partes com o propósito de produzir aprendizagem.

Ao tratar sobre cargas elétricas, nas páginas 34 e 35, o livro propõe a reflexão sobre dois experimentos: o primeiro relata o comportamento de bolinhas de plástico atritadas com uma flanela e aproximadas entre si, como elas se repelem e deslocam-se em direções opostas (acompanhado de fotografias que procuram ilustrar esse comportamento), e o segundo experimento sobre o comportamento de uma bolinha de plástico e uma caneta atritadas com uma flanela e aproximadas entre si, que se atraem e deslocam-se uma em direção a outra (também ilustrado com fotografias) para mostrar o princípio da eletricidade e da atração de cargas elétricas, com explicação posterior sobre as cargas elétricas dos componentes do átomo, ilustrações com legendas contendo o aviso que as figuras não são reproduções reais. O modo como é trabalhado o conteúdo cargas elétricas é interessante, porque comenta um experimento simples, com materiais de fácil obtenção, que pode, inclusive, ser reproduzido em sala de aula até com outros materiais, além de despertar o interesse sobre o fenômeno e demonstrar que, o que acontece em nível microscópico, pode ser percebido a olho nu. Depois da realização do experimento poderia ser trabalhada sua representação gráfica.

A realização de um experimento simples poderia substituir o uso da analogia como recurso didático, como no caso anterior. Ao invés de explicar pelo domínio análogo, bastaria realizar o experimento. No entanto, ao ilustrar o experimento com fotos, o livro facilita a tarefa do professor, desobrigando-o de realizar a experiência, pois seu resultado já foi dado na fotografia e, nesse caso, a imagem substitui o experimento, tentando representar o movimento numa imagem fotográfica estática. Tal procedimento pode facilitar a aula, mas também pode comprometer o raciocínio científico.

Em seguida, são expostas informações sobre o papel dos nêutrons e sua carga no átomo, representados por círculos com a advertência sobre a não fidedignidade ao real. Há informações sobre o número atômico e o número de massa, com conceitos e exemplos de cálculo, acompanhados de uma tabela, na página 36, que contém as massas e cargas elétricas de elétrons, prótons e nêutrons, resumindo o que foi exposto anteriormente. Além disso, o texto relata como os cientistas adotaram o átomo padrão para estabelecer a unidade de massa

atômica e apresenta a figura de um círculo dividido em 12 partes, representando o átomo de carbono com legenda que avisa que a figura é um modelo didático e que o átomo é muitíssimo menor, não apresenta cor e, portanto, não existe daquela forma e até usam uma analogia de que os átomos não são maciços nem podem ser divididos em fatias como uma maçã, a fim de esclarecer ao aluno que a figura é apenas uma representação. Comparar a uma maçã é desnecessário, bastando dizer que os átomos não podem ser divididos em fatias e o entendimento seria o mesmo.

Em relação ao fato do livro apresentar tantos avisos de que a figura não corresponde ao real, pode tanto significar o receio do autor de ser cobrado por informações errôneas (principalmente na Avaliação do Guia do Livro Didático), como uma lembrança para que o professor não perca de vista essa questão. Se elas não são reais, por que usá-las tantas vezes e reiterar sempre a mesma advertência? Aqui se encontra um aspecto marcante da cultura escolar que é a necessidade inerente ao didatismo, de tornar o conhecimento científico compreensível aos alunos, mesmo que, para isto, sejam usadas representações e, por conseguinte, aproximações por meio de figuras que eles conheçam. É um recurso válido, desde que sejam destacadas as diferenças ou limites da representação, conforme vem sendo feito, a fim de que não leve os alunos a interpretar a figura como algo idêntico ao real. No entanto, em meio a tantas advertências, perde-se a oportunidade de esclarecer um elemento próprio do raciocínio científico – a construção de modelos explicativos. As experiências realizadas em laboratórios, também próprias do conhecimento científico em Física e Química, são depois transformadas em esquemas e modelos, generalizáveis ou não. E o livro, ao deter-se nas advertências, não esclarece um modo de pensar e, portanto, não o dissemina entre os alunos e professores.

O arranjo dos elétrons na eletrosfera e as camadas de energia são apresentados com a citação da analogia, na página 37, de que “os orbitais são descritos pelos pesquisadores como nuvens de elétrons que se movimentam em alta velocidade” e sugere que o aluno reveja o modelo atual de átomo no início do capítulo. A analogia, neste caso, elaborada por cientistas, quer destacar que há um aglomerado de partículas (elétrons) sem forma nem movimentação definida, como as nuvens, que circundam o núcleo do átomo. Porém a relação com as nuvens dá margem para a interpretação que, como as nuvens se deslocam pela ação do vento para qualquer parte e distância, os elétrons também podem fazê-lo, o que não acontece, uma vez que existe uma força de atração entre as cargas elétricas do núcleo e da eletrosfera que impedem que a maior parte dos elétrons se disperse e deixe de constituir o átomo. Aqui não se esclarece que a palavra nuvem tem uma conotação científica diferente da conotação cotidiana.

Em seguida, há a pergunta “o núcleo atômico (prótons e nêutrons) exerce uma atração sobre os elétrons. Você sabe explicar este fenômeno?” Apesar da pergunta ser simples e exigir apenas que o aluno organize e use os dados expostos anteriormente para respondê-la, perguntas como esta deveriam ser feitas com mais frequência durante o texto, uma vez que interrompem a mera exposição de informações e podem fazer o aluno refletir sobre o conteúdo, se ele tiver boa vontade e paciência. No entanto, logo a seguir é apresentado um texto com a explicação do que foi perguntado, tornando o esforço de pensar desnecessário.

Em relação às camadas de energia, são exibidas informações que relacionam a quantidade de energia dos elétrons à sua distribuição ao redor do átomo, ressaltando que esse tipo de organização é representado por um modelo onde há uma série de camadas concêntricas, em que estão os elétrons ao núcleo e explica como pode ser a disposição de elétrons nas camadas eletrônicas acompanhados de uma figura didática de um átomo e suas camadas eletrônicas (semelhante ao modelo descrito) junto à legenda explicativa que, novamente, ressalta que a imagem é um esquema didático fora da escala real e uma tabela de distribuição de elétrons. Logo após, há apresentação de três esquemas de átomos com legenda explicativa que reitera a questão das escalas, que servem de exemplo de como realizar a distribuição eletrônica de cada um e são lançadas regras para a distribuição dos elétrons na eletrosfera do átomo e, num quadro, mais exemplos de distribuição eletrônica de outros átomos.

O próximo assunto, íons, retoma um conhecimento discutido anteriormente (sobre átomos neutros e distribuição eletrônica) e, a partir dele, explica como são formados os íons pelo exemplo do átomo de cloro e seu esquema didático representado por círculos coloridos, com suas camadas eletrônicas e elétrons para explicar sobre ânions e o átomo de sódio e seu esquema didático representado por círculos coloridos (todos sem informar que a figura não corresponde ao real), com suas camadas eletrônicas e elétrons para explicar sobre cátions e ao final do texto, resume as informações sobre ânions e cátions. Não há passagens que levem o aluno a refletir sobre o assunto, mas apenas a observar as figuras.

Por fim, são apresentados os conhecimentos sobre gases nobres acompanhados de dois esquemas didáticos, um do átomo de argônio e outro de hélio, ambos representados por círculos coloridos, expondo sobre a estabilidade dos gases nobres.

No tratamento dado aos conteúdos distribuição eletrônica, camadas eletrônicas, formação de íons, descritos anteriormente, pode-se perceber que o saber escolar pauta-se basicamente nos conhecimentos científicos, pois não fica claro o porquê de aprender tais regras e procedimentos tão formatados nem a importância do domínio do conhecimento



trabalhado. A relação do conteúdo com os conhecimentos cotidianos e prévios dos alunos se dá por meio de algumas analogias, não na tentativa de mostrar que tais fenômenos estão presentes no cotidiano, mas na tentativa de explicar os conhecimentos em termos de outros saberes familiares aos alunos.

Com a explicação sobre gases nobres, encerra-se a exposição do conteúdo e são iniciadas as atividades práticas com o tópico “Em foco”, na página 41, ilustrado com a fotografia de uma torneira com um fio de água encurvado para o lado oposto a um pente de plástico que foi atritado a um pedaço de lã, acompanhada de duas perguntas relacionadas a íons e ao fenômeno em questão. Esta atividade é semelhante aos experimentos já discutidos no decorrer do capítulo e será uma oportunidade de aplicar os conhecimentos já trabalhados numa situação que pode ocorrer com frequência.

No tópico seguinte, “Eis a questão!” são dadas 11 atividades, das quais: três (3, 8 e 7) fazem o aluno consultar o texto para verificar a veracidade ou não de afirmações ou se ele concorda ou discorda delas. A questão (1) explica a relação entre o átomo de ferro e as hemoglobinas e propõe que o aluno explique por que pessoas anêmicas precisam de ferro. Essa questão, que seria interessante porque aplica o conteúdo a situações reais, acaba por exigir apenas repetição do enunciado; outras questões (4, 5, 9, 10) exigem apenas que o texto seja consultado para a obtenção da resposta, estimulando, assim, a cópia ou memorização de informações; outra questão (2) solicita que o aluno reproduza o desenho da estrutura do átomo proposto por Rutherford e Bohr; a questão (6) demanda a aplicação de um raciocínio semelhante ao desenvolvido no capítulo e, por fim, há uma questão (11) que exige a aplicação das regras de distribuição eletrônica aos átomos de bromo e rubídio.

Pode-se dizer que as questões deste tópico pouco estimulam a reflexão dos alunos, mas a cópia de conceitos. Além disso, as questões são basicamente sobre a teoria, tratando os conhecimentos de maneira fragmentada, valorizando a aquisição do saber escolar pautado no conhecimento científico.

No tópico “No seu dia-a-dia”, na página 42, há sugestões de experimentos simples sobre fenômenos eletrostáticos, que podem ser realizados pelos alunos fora do ambiente escolar e que não oferecem riscos à integridade física, como, por exemplo, passar um pente de plástico nos cabelos e depois reaproximá-lo aos fios para ver o que ocorre. Este tópico, como o próprio nome diz, incentiva os alunos a perceber a relação da teoria com a ocorrência de fenômenos eletrostáticos cotidianos e, por meio dos conteúdos trabalhados no livro, ser capaz de entendê-los e explicá-los, o que é possível pelo fato de propor experimentos semelhantes

aos estudados anteriormente no livro, não sendo apresentados apenas como coisas curiosas do dia-a-dia.

Em “Com o grupo”, é proposta uma atividade experimental com a utilização de uma analogia para a explicação de um experimento sobre a eletrização de um canudinho de plástico por um lenço de papel e sua influência sobre um círculo de papel alumínio. No procedimento de montagem, pede-se aos alunos que dobrem o canudo como uma força, conforme ilustra a figura que acompanha. Esta comparação é desnecessária, já que basta olhar a figura para entender como o canudo deve ser dobrado. Apesar de ser importante que os alunos realizem o experimento e vejam o que ocorre (considerando que, o experimento utiliza materiais de fácil obtenção, de simples montagem e pode motivar os alunos a aprender ao mostrar que o fenômeno ocorre no dia-a-dia), a atividade se torna repetitiva, pois já foram discutidas mais de uma vez situações semelhantes a esta nos tópicos anteriores “No seu dia-a-dia” e “Em foco”, que envolviam os mesmos conceitos e princípios para serem explicados.

O tópico “Conexões” apresenta um texto complementar referente à utilização tecnológica de certos átomos, sugerindo que os alunos obtenham mais informações no capítulo seguinte, em uma parte intitulada “impressões digitais dos elementos químicos”, que compara as cores produzidas pelos átomos quando ocorre a migração de elétrons para outras camadas com as impressões digitais de uma pessoa. Tal analogia pode dar impressão de que apenas este fator serve para a identificação dos tipos dos átomos, o que não é verdadeiro.

O texto vem acompanhado de quatro questões que utilizam os átomos discutidos no texto como exemplo para que os alunos apliquem regras e conceitos sobre gases nobres e distribuição eletrônica. Assim, a relação desses átomos com a vida e sua utilização é abordada no texto, mas não é cobrada nas questões. Seria interessante que fossem apresentadas como questões, incitando nos alunos a reflexão sobre a possibilidade de verificar a ocorrência do que foi teoricamente aprendido em fatos cotidianos. Esta observação é feita devido ao entendimento de que, os conhecimentos científicos, presentes no saber escolar, devem pautar explicações sobre fenômenos cotidianos, possibilitar um maior entendimento das situações presentes na vida e moderar atitudes e ações. Para tanto, relacionar o conhecimento científico com os conhecimentos prévios e/ou cotidianos é necessário já que, além de possibilitar aos alunos a revisão de suas concepções a respeito daquele assunto e que podem ser equivocadas, permitem a percepção da existência da teoria na prática e confere parte da justificativa para a aprendizagem de tais saberes.

Ao final do capítulo, o item “Palavras-chave” traz palavras utilizadas durante o capítulo, com indicação da página em que aparecem e que o autor considerou importantes por

terem relações com conceitos básicos, sugerindo aos alunos que os retomem se acharem necessário. Como aponta Bittencourt (2004), o uso do termo palavras-chave em livros didáticos era comum antes de 1870, quando os escritores encarregados dos livros didáticos voltavam-se mais para o saber científico. Esse uso foi minimizado quando os autores aliavam o conhecimento científico à prática pedagógica, fazendo menos uso de termos acadêmicos. No caso desse livro, talvez pela preponderância de conhecimento teórico, o uso desse recurso encontra sua justificativa.

Em relação ao capítulo selecionado para análise, pode-se dizer que, no decorrer da exposição das informações, há poucos momentos em que os alunos são chamados a refletir por meio de perguntas, experimentos ou situações particulares e a interagir com o conteúdo trabalhado. As perguntas e exercícios ficam concentrados no final do capítulo e, como são apresentados todos juntos, pode-se supor que a idéia que prevalece nessa proposta de ensino é que em primeiro lugar deve vir o domínio do conteúdo e depois um conjunto de atividades para sua verificação. Além disso, a maioria delas estimula a cópia e aplicação de conceitos e não insere as perguntas num contexto estimulante ou desafiador. Como os exercícios se repetem, pode-se supor que cabe ao professor a escolha de quais deles serão realizados.

Do modo como o conteúdo foi organizado nesse capítulo, há pouco estímulo para a aprendizagem, pois os conhecimentos são tratados de forma descontextualizada. A relação do conhecimento científico com o conhecimento cotidiano foi realizada de maneira repetitiva por meio de experimentos que envolviam os mesmos conceitos e princípios para serem explicados. A relação com a sociedade e a importância da aquisição do conteúdo sobre átomo foram abordados de maneira breve no texto complementar de “Conexões”, o que poderia ter sido realizado inclusive ao tratar do histórico de descobertas sobre o átomo e modelos atômicos. Ademais, poucas são as situações em que os alunos são realmente estimulados a pensar. Desta forma, o comportamento que o livro acaba por inculcar nos alunos é a reprodução e aplicação de conceitos já que prioriza a aquisição de conteúdo. Dado que o título do livro é *Ciências e Educação Ambiental – Física e Química*, a questão ambiental poderia ter sido trabalhada discutindo-se energia nuclear, bombas atômicas e seu impacto no meio ambiente e na sociedade, trabalhando também o lado negativo dos avanços tecnológicos.

Todos os capítulos são organizados da mesma forma: no início há uma ou mais perguntas acompanhadas de figuras que buscam introduzir o assunto a ser estudado. No decorrer do capítulo, existem boxes com informações adicionais, quadros explicativos, destaques para conceitos e fórmulas ou avisos relacionados à segurança de experimentos e que constituem a parte responsável pela exposição do conteúdo. Já ao final dos capítulos, são

apresentados itens relacionados a atividades. Dentre eles estão: “Em foco”, que trabalha certo conceito com base na observação de uma imagem acompanhada de um pequeno texto e questões a serem respondidas que podem permitir que os alunos reflitam conceitos por uma via diferente, através de imagens; “Eis a questão”, que possibilita avaliar a compreensão e aplicação dos conceitos estudados e constitui-se de uma série de perguntas; “No seu dia-a-dia”, que oferece oportunidade do aluno relacionar o tema estudado no capítulo com alguma vivência pessoal; “Com o grupo”, que traz atividades como pesquisas, experimentos e elaboração de cartazes para serem desenvolvidas em grupo; “Conexões”, que apresenta um texto para a ampliação dos temas principais do capítulo acompanhado de questões e “Palavras-chave” que apresenta palavras representativas dos principais assuntos tratados no capítulo acompanhadas do número das páginas em que são encontradas.

Com esta apresentação, fica claro que, na estrutura didática presente no livro, há espaços com papéis distintos: introdução do tema por perguntas que resgatam o conhecimento prévio e que podem demonstrar que ele é insuficiente para explicá-las, então incita-se o aluno a aprender sobre o assunto; há exposição do conteúdo; há a proposição de práticas diversas de verificação de aprendizagem, tais como, trabalhar conteúdos partindo de uma imagem ou propondo perguntas ou relacionando o tema à situações do cotidiano ou até com a realização de atividades em grupo (o que pode estimular inclusive o respeito às diferenças e opiniões e à tolerância) e propondo a discussão de um texto acompanhado de perguntas.

Pode-se notar, durante a leitura do capítulo analisado, não apenas esta organização estrutural fixa ou “rotinização”, conforme Valdemarin (2004), como também a gradação com que é trabalhado o conteúdo e que, faz parte do processo de transposição didática. Inicia-se por um conhecimento elementar, básico e mais simples e, no decorrer do capítulo, vão se aprofundando os assuntos com a abordagem de mais aspectos referentes ao conteúdo de ensino trabalhado. Inicia-se discutindo sobre matéria, dimensão do átomo, histórico sobre o átomo e importância de seu estudo, sua estrutura, núcleo e eletrosfera e o conteúdo vai se enraizando na explicação sobre cargas elétricas, distribuição de elétrons, camadas eletrônicas, íons e gases nobres.

Em relação às analogias no livro como um todo, pode-se destacar que elas encontram-se em anexo e que, no livro do aluno, há alguns esclarecimentos em relação ao uso das representações, modelos e analogias que são utilizadas no livro, na explicação de conteúdos referentes ao átomo, como pode-se perceber nos trechos abaixo:

Neste livro, você utilizará representações (ou modelos) para estudar os átomos. Em todo o livro, eles estão representados por círculos e esferas muitos milhões de vezes maiores do que o tamanho real de um átomo.

[...]

Para facilitar o estudo do átomo, geralmente se usa um modelo simplificado, como o da figura a seguir.

Na figura, ele está representado fora da escala, pois, se estivesse na proporção correta, não seria visto. (CRUZ, 2004, p. 32 e p. 33).

Lembre-se: as cores são apenas ilustrativas, pois, individualmente, os átomos não têm cores; as dimensões não estão em escala: o raio do núcleo é muitas vezes menor que o raio total do átomo e os elétrons são muitíssimo menores que o núcleo.

Os prótons (+) e os nêutrons estão fortemente agrupados. Esse agrupamento ocorre pela forte interação nuclear. (observação: as cores são apenas ilustrativas, pois prótons e nêutrons não têm cor.

[...]

Esquema representando as camadas eletrônicas de um átomo. Observação: esquema didático, no qual o raio do núcleo e o raio do átomo não estão em escala). (CRUZ, 2004, p. 35 e p. 37).

Cada átomo de hidrogênio tem apenas a camada eletrônica K, incompleta, com um único elétron. Compartilhando esse elétron com outro átomo de hidrogênio, ambos ficam estáveis, com 2 elétrons na camada K. (Observação: esquema didático, os elétrons e o raio do átomo não estão em escala).

[...]

Viu como você já conhece muito sobre representações químicas de substâncias?

Na verdade, uma representação química nada mais é do que uma forma gráfica de indicar qual a composição química de uma substância.

Essa indicação é feita pela representação da unidade química da substância, ou seja, de sua molécula. É o caso das substâncias moleculares, como a água, de seu grupamento iônico, caso das substâncias iônicas, como o cloreto de sódio, ou do átomo de seu elemento químico, caso das substâncias formadas por átomos isolados, como os gases nobres.

A forma escolhida pode ser um desenho, como os que abrem este capítulo, com bolinhas coloridas representando os elementos químicos presentes na substância. Ou podemos escolher a representação por letras e números, que no caso da água é  $H_2O$ .

Essa representação por letras e números recebe o nome de fórmula química da substância. (CRUZ, 2004, p. 81 e p. 88).

Em relação a outras analogias que podem ser encontradas e que não têm relação com átomos, moléculas, o livro não se atém a tantas explicações quanto à forma de representação utilizada na transposição didática ou mesmo não apresenta explicação.

Não há esclarecimentos ao professor quanto ao uso das analogias no livro didático e seus limites, nem aos cuidados que ele precisa tomar ao utilizar este recurso didático, apesar de, em respostas de algumas questões do livro, apresentadas no manual do professor, haver

analogias, como nas páginas 91 e 94 e, dentre os exercícios extras sugeridos no manual, existir um que propõe o uso de analogia, na página 103.

#### 4.2 LIVRO CIÊNCIAS - FÍSICA E QUÍMICA

O manual do professor deste livro, de autoria de Carlos Barros e Wilson Paulino, encontra-se no final do livro, tem 128 páginas e organiza-se em seis partes.

A primeira parte trata do ensino de ciências de 5ª a 8ª séries e seus objetivos. Os autores afirmam que o conhecimento científico amplia a capacidade de atuação e compreensão do mundo e, por isso, o ensino de ciências deve ser oportunidade para o aluno problematizar e posicionar-se frente a diferentes questões e diferentes modos de entendê-las. Assim, o ensino escolar de ciências deve ser ocasião para despertar o interesse dos alunos sobre os fenômenos naturais e os objetos tecnológicos em diferentes tempos e espaços, possibilitando relações entre “conceitos conhecidos e novas hipóteses” (BARROS; PAULINO, 2002, p. 3), características estruturantes do pensamento científico. Esse conhecimento pode fomentar oportunidades para o exercício da cidadania e deve considerar a diversidade dos alunos que freqüentam a escola numa relação de cumplicidade com o professor, referência e modelo para os alunos.

Valendo-se de uma citação de Nélio Bizzo, os autores enfatizam a diferença entre ensinar ciências e produzir ciência: a segunda movida pela procura de resultados incertos, e a primeira movida pela procura de procedimentos adequados para alcançar os objetivos pretendidos que são aqueles descritos nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de ciências no ensino fundamental e apresentados em seguida. Essa afirmação presta-se, além de explicitar a pretensão do livro, a tornar claro que o livro segue os parâmetros estabelecidos pelo governo e, por este motivo, pode ser tranqüilamente escolhido pelo professor como material didático adotado.

Na segunda parte, são apresentadas a estrutura e a proposta da coleção da qual faz parte o volume aqui analisado para a 8ª série, dedicado aos conteúdos de Física e Química. É exposto que os livros da coleção dividem os conteúdos por unidades e capítulos e, dentro dos capítulos, também existem subdivisões, uma maneira própria, organizada de se trabalhar o conteúdo, conforme existe no livro anteriormente analisado. Cada item do capítulo tem uma

intenção didática, discutida nesta parte do manual. Percebe-se aqui, intencionalmente, a tentativa de rotinizar e graduar o conteúdo.

Os autores expõem que todos os capítulos têm início com a seção “Trabalhe esta(s) idéia(s)” ou “Discutam esta(s) idéia(s)”, destinada a desencadear o conteúdo a partir do já conhecido pelos alunos, seja revendo conceitos, experiências, observações próprias ou situações-problema, indicando ao professor que,

[...] em todos esses casos, é importante que o educador não se atenha à correção rigorosa dos conceitos expressos, mas que, sobretudo, estimule o estudante a tomar consciência de suas idéias iniciais e a verificá-las no decorrer do estudo, reconhecendo episódios de ocorrência de mudança conceitual e valorizando seus passos no aprendizado. (BARROS; PAULINO, 2002, p. 5).

As seções citadas, anteriormente, são utilizadas nos diferentes capítulos para checar conteúdos, orientar interpretações, despertar a curiosidade, incentivar a pensar sobre fenômenos e hipóteses, relacionar e/ou reforçar conceitos e promover trabalhos em grupo. Há ainda uma seção que sugere leituras complementares a respeito de algum tema presente em cada capítulo, intitulada “Para ir mais longe”, e a discussão sobre conquistas científicas do presente e do passado em “Desafios do Passado” e “Desafios do Presente”, que dão a noção de Ciência como um processo contínuo de retificações e novas descobertas. Nos diversos capítulos há, ainda, a seção “Integrando o conhecimento”, que contém exercícios em que os alunos podem refletir e aplicar os conceitos de cada capítulo; uma seção denominada “Em grupo...”, para atividades que promovam a integração entre os alunos, o trabalho coletivo e expressão oral, e a seção “Mãos à obra”, que propõe a realização de atividades práticas e experimentais (para as quais o professor é convidado a decidir pela melhor oportunidade de realizá-las). Ao final de cada unidade encontra-se a seção “Você vai gostar de ler”, que apresenta indicações bibliográficas aos alunos e, ao final do livro do aluno, há um glossário e a lista de bibliografias utilizadas na composição do livro.

A terceira parte do manual do professor dá especial atenção às estratégias que podem ser utilizadas no ensino de qualquer um dos conteúdos. A primeira delas é sobre os trabalhos em grupos, destinados a tornar a aula mais estimulante e promover o intercâmbio de informações, e sobre a importância dos critérios de avaliação, a participação de todos, a existência de desafios, a manutenção da disciplina e o fornecimento de referências bibliográficas para sua execução. Outra estratégia é o trabalho com textos (de jornais, revistas, livros paradidáticos) que estimulam a leitura, colaboram no aprendizado da análise, resumo e

interpretação de textos e estimulam outras formas de expressão. Os autores apresentam uma lista de 25 livros sugeridos para leitura dos alunos. As ilustrações empregadas como instrumento de reflexão e ampliação do entendimento do conteúdo abordado também são consideradas como estratégias. Quanto às atividades práticas ou experimentais, há um conjunto de orientações destinadas aos professores quanto à prevenção de acidentes, proteção do aluno, conservação do laboratório, disposição dos alunos, instruções à classe. Outra estratégia é a adoção de pesquisas de campo. Os autores apresentam uma lista delas com sugestões de visitas a ambientes específicos (açude, reflorestamento, museus, usinas, etc.). Há recomendação de trabalho com filmes (cenas selecionadas seguidas de discussão) com a sugestão de 43 filmes e a utilização de internet com a indicação de sites. É apresentado um planejamento das atividades a serem desenvolvidas com base na seqüência de passos descrita pelos PCNs. Novamente, a referência a obras do governo sugere que o livro se submete ao que é exigido pelo PNLD. Esta discussão sobre o planejamento das atividades é baseada: na apresentação do tema, delimitação de problemas, registro de conhecimentos prévios, investigação em fontes variadas de informações, avaliação (por formas variadas), comparação do conhecimento prévio com o conhecimento final para auto-avaliação dos alunos.

Na quarta, quinta e sexta partes do manual, estão contidas respectivamente: a recomendação de uma avaliação contínua ante os objetivos propostos; a presença de dois textos publicados no jornal Folha de São Paulo em 2000 (um sobre o brilho do sol e outro sobre o laser na medicina e na biologia) para reflexão sem, no entanto, justificá-los e uma bibliografia adicional para o professor da 8ª série e as respostas das atividades presentes no livro do aluno, desacompanhadas das perguntas.

O manual do professor, da forma como é apresentado e com as informações oferecidas, demonstra a preocupação: de expor as intenções didáticas do livro; de discutir o modo como foi realizada a transposição didática, a rotinização dos conteúdos nos capítulos; de justificar a importância de trabalhar com certas estratégias no ensino e as contribuições de seus usos na aprendizagem; de expor dados referentes às cobranças e sugestões presentes nos PCNs. Deste modo, não esclarece apenas ao professor sobre o livro, como também permite a percepção da importância do planejamento na profissão docente, uma vez que os atos educativos são baseados em intenções e, assim, contribui para a formação pedagógica do professor. Ao mesmo tempo, afirmam-se como material adequado frente às recomendações oficiais.



Em relação ao livro do aluno, convém ressaltar que é composto por três unidades que trabalham respectivamente os conceitos básicos de química e física, o estudo da física e o estudo da química e estas unidades são subdivididas em capítulos.

O capítulo do livro selecionado para a descrição e análise é o 22, que vai da página 243 à 252 (ANEXO B). Este capítulo tem como título: “O átomo: estrutura e identificação” e inicia a Unidade III do livro que trata do estudo da Química. Os autores começam o capítulo com o tópico “Discutam estas idéias”, que retoma, por meio de três perguntas, os conhecimentos trabalhados nos capítulos iniciais do livro sobre a constituição da matéria e o que é átomo. Em seguida, aconselham que seja feita uma releitura dos assuntos da Unidade I, que serão utilizados no decorrer do capítulo em questão e que relembram sucintamente noções sobre matéria e átomo.

Logo após, apresentam outro tópico “Discutam estas idéias” com questões que levam à reflexão do que são modelos, seguidos de explicação sobre o que são, para que servem e em que contexto costumam ser utilizados:

Usando modelos. II – Discutam estas idéias

O que vocês entendem por modelos? Quando, em geral, utilizamos essa palavra: Dêem algumas sugestões antes de prosseguir na leitura do texto.

Em ciência, podemos chamar de modelo uma imagem de determinado objeto de estudo. Em geral, essa imagem é construída com base em observações, dados experimentais e cálculos matemáticos e deve ser capaz de explicar fenômenos relacionados a esse objeto. Por exemplo, o modelo heliocêntrico do sistema solar foi construído com base em observações astronômicas e cálculos matemáticos e capaz de explicar certos fenômenos relacionados a ele, como os movimentos dos planetas, a ocorrência dos dias e das noites, entre outros.

Também são denominados modelos as teorias que procuram explicar fenômenos naturais, como a teoria da evolução, que procura explicar a origem das espécies vivas atuais, entre outras coisas.

Os modelos também têm sido empregados nos estudos relacionados à construção da matéria. (BARROS; PAULINO, 2002, p.243).

A apresentação das teorias referentes ao átomo de Dalton e Lavoisier, acompanhadas da imagem destes cientistas, são apresentadas no box “Desafios do Passado”. Explicam sobre o primeiro modelo de átomo proposto. Do modo como são oferecidas as informações, transmitem a idéia de que a Ciência não é produzida individualmente, mas seus conhecimentos resultam de uma soma de contribuições de vários cientistas. Novamente aparece o tópico “Discutam estas idéias”, com duas questões que tratam da existência e inadequação dos modelos, questionando sobre as mudanças ocorridas no modelo de sistema solar, para levar os alunos a refletir sobre o surgimento de novos modelos.

Surgem novos modelos III – Discutam estas idéias

a) O modelo de representação do sistema solar nem sempre foi o mesmo que conhecemos hoje. Que mudanças importantes ocorreram na representação do nosso planeta em relação ao Universo?

b) Por que foi possível ou necessário fazer essas mudanças no modelo? (BARROS; PAULINO, 2002, p. 244).

O texto, a seguir, cita a mudança do modelo geocêntrico de sistema solar para o heliocêntrico, sem explicar o que representa cada um deles. Desta forma, fica um pouco sem sentido fazer o aluno refletir sobre os modelos a partir das mudanças no modelo de sistema solar, pois acaba não mostrando as diferenças, as mudanças. Parte-se do princípio que os alunos já saibam, uma vez que, este conteúdo é trabalhado geralmente no primeiro ano do terceiro ciclo (antiga 5ª série) ou que o professor irá explicar se considerar necessário, reafirmando mais uma vez a gradação do conhecimento operada pela cultura escolar.

Então, é iniciada a exposição sobre as mudanças no modelo de átomo ao longo do tempo até chegar ao modelo atômico aceito atualmente, descrevendo-o. Aqui, é evidenciado aos alunos qual modelo atômico será tomado como referencial para os estudos desenvolvidos no capítulo, esclarecendo sobre a transposição didática realizada. Tanto o texto do box “Desafios do Passado” quanto a forma como é exposta a história das mudanças do modelo atômico, contribuem para uma visão de Ciência como processo ativo e contínuo, sujeita a mudanças, com conhecimentos resultantes de uma produção coletiva a partir de procedimentos específicos.

São tratados também os números relacionados aos átomos, como massa e tamanho reduzidos, para dar noção aos alunos das dimensões envolvidas e do conceito de número atômico. Neste ponto pode-se notar que os autores não fazem uso de analogias para demonstrar proporções dos átomos como pôde ser visto no livro de autoria de Daniel Cruz, anteriormente analisado.

A atividade seguinte é “Trabalhe esta idéia” que solicita aos alunos que identifiquem na tabela periódica, apresentada logo abaixo, os números atômicos e símbolos de determinados elementos químicos, o que não oferece dificuldades, já que, no texto anterior é exposta a localização do dado sobre número atômico na tabela. Esta atividade, do modo como é proposta, talvez tenha o objetivo de familiarizar o aluno com a tabela periódica, pois incita a identificação e cópia, já que a lógica da tabela periódica e o que ela representa, é realmente explicado em capítulos posteriores. A expressão elemento químico já foi abordada no primeiro capítulo do livro.

Adiante encontra-se a explicação sobre átomo eletricamente neutro, prótons, nêutrons e elétrons de um átomo utilizando-se como exemplo o átomo de cloro e levanta questões sobre elétrons e eletrosfera, que são discutidas subseqüentemente juntamente com a apresentação de duas figuras com círculos (a primeira representando o átomo com um núcleo- aglomerado de bolinhas - com camadas ao redor contendo bolinhas - os elétrons – e, sem legenda que avise sobre a questão da representação, escala e, a segunda, dois esquemas de uma bola central- núcleo - com outras bolas circundando – eletrosfera, elétrons- representado os átomos de cloro e alumínio, mas com legenda que alerte para a questão do esquema didático e escala). Em seguida há a explicação sobre a formação de íons fazendo uso dos átomos de sódio e enxofre como exemplos de formação de cátion e ânion.

A distribuição dos elétrons é trabalhada por meio de outra atividade contida em “Trabalhe esta idéia” que solicita aos alunos que utilizem as figuras dos átomos de cloro e alumínio (descrita no parágrafo anterior), que possuem bolinhas que representam os elétrons em diferentes camadas, para identificar nas camadas eletrônicas pela contagem das bolinhas, o número de elétrons. Este exercício propõe a aplicação das informações apresentadas anteriormente no texto e prepara o aluno para o assunto que em seguida é explanado, uma vez que o incita a notar características que ainda não foram trabalhadas, como o número de elétrons possíveis em cada camada. Não estimula o raciocínio, mas a observação.

Posteriormente, é oferecida uma tabela com as camadas eletrônicas e o número de elétrons que cada camada comporta e é esclarecido sobre como se realiza a distribuição eletrônica, com o auxílio de figuras de átomos, representados novamente por círculos. É elucidada a identificação dos átomos por meio do número atômico e para tanto é utilizada a analogia de que o número atômico é considerado a “identidade” do elemento químico. Esta analogia, semelhante à que aparece no capítulo analisado do livro de Daniel Cruz (impressões digitais) de certa forma não oferece tantos riscos de entendimento equivocado, além do fato de poder passar a impressão de que esta é a única informação pela qual se pode utilizar para identificar um átomo.

Ainda são fornecidas informações sobre número de massa e átomos isótopos. Sobre estes últimos, trata o tópico “Trabalhe esta idéia” com uma pergunta sobre a quantidade de nêutrons de dois isótopos de boro. Assim, propõe a aplicação das informações apresentadas anteriormente no texto e pode ser utilizado para verificar se o aluno entendeu o que foi explicado, uma espécie de avaliação contínua, durante o processo, e continua a explicação sobre isótopos. Percebe-se que, dependendo das questões propostas durante a exposição do conteúdo, que até agora se pautou no conhecimento científico, pode-se expressar uma

intenção educativa. Neste caso, permite avaliar, em outros estimula a observação, a reflexão sobre o que será exposto, a introdução de novos conceitos.

Um texto complementar sobre radioatividade está presente no box “Para ir mais longe” e trata do que é radioatividade e quando foi descoberta, dá exemplos de elementos químicos radioativos, efeitos da radioatividade no organismo e sua presença e uso no dia-a-dia. A leitura deste texto é importante porque mostra a aplicação dos resultados científicos na vida cotidiana e neste caso, para a melhoria de saúde das pessoas. Neste momento, na constituição do saber escolar encontra-se o conhecimento cotidiano, relacionado ao científico. Em relação ao conhecimento prévio dos alunos pode-se dizer que no capítulo, ele foi retomado nas questões que iniciavam certos assuntos. Porém eram requeridos apenas com o intuito de levar os alunos a refletirem sobre o tema e não de considerá-los, discuti-los no processo, já que em seguida encontra-se a exposição do conteúdo científico. O trabalho com as concepções prévias poderia ser desenvolvido pelo professor, não apenas neste momento, como também ao final do processo, como propõem os PCNs.

Já no final do capítulo, o tópico “Integrando o conhecimento” traz 12 perguntas, algumas contendo mais de um item a ser respondido, sendo que: as duas primeiras estimulam a reflexão sobre os modelos; outras (questões 3 e 9) buscam apenas a afirmação ou aplicação de conceitos ou informações tratados no decorrer do capítulo, do mesmo modo que as questões 10 e 11, exceto que nestas, pede-se para que os alunos verifiquem se as afirmativas estão corretas ou não ou as corrija, respectivamente; as questões 5 e 7 estimulam a cópia de informações, enquanto que a questão 8 apresenta uma afirmação, pede que os alunos a critiquem levando-os à reflexão num primeiro momento e também à cópia de informações num momento posterior. As questões 4, 6 e 12 com a apresentação de situações cotidianas, problematizam alguns conceitos trabalhados no capítulo e incitam à reflexão e à percepção de que os conteúdos científicos podem explicar situações do dia-a-dia.

A seguir o livro propõe uma pesquisa sobre o lançamento da bomba atômica em cidades do Japão, no tópico “Em grupo: realizando pesquisa”. Esta atividade é interessante, pois por meio de fatos históricos ilustra o poder destruidor dos conhecimentos produzidos pela ciência quando utilizados para a guerra ou degradação ambiental, não cultuando a imagem da ciência como algo que só contribui com a sociedade, possibilitando a reflexão sobre ética, desenvolvendo inclusive o senso crítico e avaliativo dos alunos. Além disso, dá oportunidade para interação no grupo, lidar com a pluralidade, buscar informações estimulando o desenvolvimento da autonomia (atividade assim, relacionada à função documental do livro didático).

A sugestão seguinte é a realização de uma atividade prática que leve os alunos à construção de um modelo, do que eles imaginam, pelo tato, que esteja dentro de uma caixa de sapato fechada em cima e furada lateralmente permitindo a entrada de uma mão. No capítulo encontra-se ainda, uma última atividade, “Discutam esta idéia” que solicita aos alunos que descubram como a atividade prática anterior está relacionada à construção de modelos. Esta experiência pretende que os alunos trabalhem: as dificuldades para explicar algo não conhecido, a função dos modelos e a importância da criação e utilização dos modelos explicativos na ciência e, de certa forma complementa a explicação sobre modelos que inicia o capítulo, uma vez que, ao colocar os alunos numa posição ativa, participando da elaboração de um modelo, podem perceber como os modelos se constituem em aproximações do real, pois, eles podem descrever o objeto de maneira um pouco diferente do que eles realmente são.

Encerrada a descrição e análise do capítulo pode-se inferir que, conforme o nome do livro indica, *Ciências - Física e Química*, há mais ênfase nos conteúdos a serem transmitidos do que nas relações com o cotidiano, principalmente pelo fato do livro conter textos longos e densos de informações. No entanto, foi estabelecida uma relação de aplicação com esse conhecimento em algumas atividades no final do capítulo, tais como o texto complementar sobre radioatividade, a proposta de pesquisa e em três exercícios do “Integrando o conhecimento”.

Em relação aos conhecimentos prévios – que podem ser até cotidianos - pode-se dizer que são requeridos como forma de estimular a reflexão sobre assuntos do capítulo, mas não são consideradas possíveis concepções prévias na explicação do conteúdo. A utilização de conhecimentos prévios também se baseou na solicitação daqueles referentes a conteúdos já estudados em outros capítulos, e não apenas na utilização dos conhecimentos cotidianos.

O caráter dinâmico e mutável dos conhecimentos científicos esteve presente no capítulo junto ao oferecimento de vários tópicos que incitavam tanto a reflexão sobre as concepções prévias a respeito dos assuntos do capítulo quanto a aplicação da teoria anteriormente discutida, o que contribui no desenvolvimento de uma avaliação contínua, ambos aspectos de acordo com as pretensões do livro.

Além disso, pode-se notar durante a leitura do capítulo analisado, não apenas a organização estrutural fixa, com a apresentação de vários tópicos, como também a gradação com que é trabalhado o conteúdo e que, faz parte do processo de transposição didática e desempenho do papel instrumental do livro.

Conforme Chervel (1991) pode-se ler que, neste livro, o estímulo da motivação dos alunos é buscado pelas atividades em grupo, atividades experimentais e atividades que

problematizam situações cotidianas, pois não se limitam à mera aplicação ou cópia de conteúdos e podem levar a um entendimento amplo dos conceitos.

Em relação ao uso de analogias, pode-se dizer que a lista das analogias encontradas durante todo o livro encontra-se em anexo e que, não são encontradas recomendações quanto ao uso das analogias no livro do aluno, exceto as citadas no capítulo analisado. No manual do professor pode-se encontrar algumas recomendações quanto ao uso de analogias tanto sugerindo seu uso, como em “Iniciamos aprofundando a discussão sobre a transformação da energia. Usamos uma hidrelétrica como motivadora da discussão, mas o professor pode fazer outras analogias e apresentar outras formas de transformação próximas do cotidiano dos alunos”, (BARROS; PAULINO, 2002, p. 73), quanto na discussão sobre o conteúdo do capítulo como em “A título de ilustração, pode ser feita uma correlação entre energia potencial gravitacional e energia térmica: do mesmo modo que o cálculo de uma depende da massa, da aceleração gravitacional e da altura em relação a uma referência, a medida da outra depende também de vários fatores”, (BARROS; PAULINO, 2002, p. 81), e na orientação ao professor a mostrar os limites da analogia utilizada, aos alunos como na discussão de uma atividade prática:

Duas atividades cujo objetivo é ilustrar o modelo de propagação das ondas sonoras. A primeira está ligada ao aspecto microscópico da propagação, mas deve-se considerar o limite desse modelo. A bolinha que se movimenta de um conjunto de bolinhas para o seguinte não representa o acúmulo de moléculas de ar conforme se pode julgar.

A idéia é concentrar-se na transferência da energia e chamar a atenção dos alunos para essa limitação da atividade ou estimulá-los a perceber esse limite. (BARROS; PAULINO, 2002, p. 90).

Assim, percebe-se, neste livro, a preocupação dos autores com o uso das analogias, uma vez que até alertam o professor que mostre o limite das mesmas, algo que não ocorre nos outros livros analisados.

#### 4.3 LIVRO CIÊNCIAS NATURAIS NO DIA-A-DIA

O manual do Professor deste livro de autoria de Alvarenga et al., localiza-se no início do livro, da página 3 à 72 e organiza-se em nove partes.

Na “Apresentação da obra”, na primeira parte, os autores sintetizam o que o livro busca oferecer para o professor e para o aluno e explicitam, que pretendem oferecer “um material coadjuvante da ação pedagógica que visa ao ensino centrado no diálogo entre parceiros e textos/atividades relevantes à formação do cidadão bem formado e informado” (ALVARENGA et al., 2004, p. 4). Além disso, o livro explicita que busca contribuir com a formação profissional do professor e com o desenvolvimento de uma postura ética e crítica dos alunos. Para tanto, propõe que os conhecimentos prévios dos alunos sejam valorizados, que os alunos sejam sujeitos ativos na aprendizagem, que realizem investigações na comunidade escolar, e que sejam capazes de construir conhecimentos com o auxílio de atividades variadas que levam em conta que os alunos têm ritmos de aprendizagens diferentes.

Já em “Fundamentação teórico-metodológica” há uma discussão sobre livro didático com destaque para seu papel de veículo de conteúdos básicos de conhecimento e que, estes conteúdos não se referem apenas a conceitos, mas a procedimentos, atitudes e valores e são inspirados na Lei de Diretrizes e Bases/96 e nos Parâmetros Curriculares Nacionais/98. Nota-se assim, uma “estratégia mercadológica” (FRACALANZA; NETO, 2003), permitindo o entendimento de que o livro segue os parâmetros estabelecidos pelo governo e, que por este motivo, pode ser tranquilamente escolhido pelo professor como material didático adotado. Esta tentativa de considerar os PCNs é intentada inclusive para que o livro seja aprovado pelo PNLD e indicado nos guias do livro didático.

Em seguida, os autores fazem uma distinção entre Ciência, como um modo de buscar princípios de ordem no mundo natural amparados em dados obtidos por certo método e Ciências ou área de Ciências Naturais, que abrange os ramos da Astronomia, Biologia, Física, Química, Geociências. Também é apresentado um breve histórico do ensino de Ciências no Brasil, com a elucidação sobre as mudanças de tendências pedagógicas com o passar dos anos, a partir da década de 60 até os dias atuais.

Tanto esse livro como o anterior fazem a distinção entre produzir ciência e ensinar ciência, isto é, diferenciam a produção da ciência da disciplina escolar. Isto é importante pois conforme Chervel (1990) a escola não segue passo a passo o progresso das Ciências que ela difunde e as disciplinas são constituídas pela combinação de vários constituintes de ordem didática, além de possuírem a função de colocar um conteúdo de instrução a serviço de uma finalidade educativa, conforme discutido no primeiro capítulo dessa dissertação. A distinção entre Ciência e Ciências Naturais (cujo conteúdo é trabalhado na disciplina escolar Ciências), realizada pelos livros é importante até para permitir o entendimento de que os conhecimentos

inerentes a cada uma delas sejam diferentes, respectivamente conhecimento científico e saber escolar.

O papel da experiência no ensino de Ciências é discutido em seguida e tem por objetivos: aprender a respeito da natureza da ciência e da tecnologia; adquirir habilidades ou instrumentos cognitivos relacionados aos processos; aprender habilidades manipulativas; aprender os principais conceitos e princípios científicos; desenvolver interesses, atitudes e valores. Isso também é importante porque os autores tomam um procedimento científico de descoberta e o utilizam com objetivo didático voltado para a aprendizagem e não para a descoberta.

São realçados em “Objetivos Gerais de Ciências”, na terceira parte do manual, os objetivos gerais de Ciências Naturais propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino fundamental, com a apresentação das capacidades que se espera que o aluno detenha após sua formação, como: valorizar o trabalho em grupo, saber combinar leituras, experimentos, discussão de fatos e informações, formular questões e propor soluções, compreender a tecnologia como meio de suprir necessidades humanas, entender a ciência como processo de produção de conhecimento, dentre outras.

Ao tratar do assunto “Avaliação”, os autores fazem algumas considerações sobre o processo de avaliar baseados na bibliografia de Sacristán e Perrenoud<sup>11</sup> e nos Parâmetros Curriculares para o terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental e ressaltam que a avaliação final deve ser subsidiada pela avaliação contínua e deve cumprir a função de informar os professores sobre o processo de aprendizagem de cada aluno enquanto que, para os alunos, possibilita a tomada de consciência de suas conquistas e dificuldades. Ainda estão presentes sugestões de como avaliar as atividades da obra e dicas sobre a utilização de atividades práticas, pesquisas, entrevistas, montagem e manutenção de terrários e aquários na avaliação dos alunos. Deste modo, não esclarece apenas sobre avaliação ao professor, como também permite a percepção da importância do planejamento na profissão docente uma vez que os atos educativos são baseados em intenções e, assim contribui para a formação pedagógica do professor, que tem a oportunidade de conhecer sobre as contribuições dos diversos tipos de atividades para promover e avaliar a aprendizagem dos alunos.

Há ainda uma breve apresentação do conteúdo de cada unidade, sugestões de atividades escritas e práticas acompanhadas de discussão dos resultados e textos complementares direcionados para o professor e para os alunos, acompanhados por questões

---

<sup>11</sup> Cf. SACRISTÁN, 1998; PERRENOUD, 1999.



de interpretação, contidas em “Explicitação da obra por unidades e capítulos e sugestões de metodologias alternativas”. Aqui, o livro contribui para a aquisição, complementação, ou até revisão de conhecimentos acadêmicos do professor, cooperando com sua formação docente.

O próprio nome das quatro últimas partes do manual: “Respostas dos exercícios”, “Bibliografia consultada”, “Sugestões bibliográficas para o professor” e “Sugestões bibliográficas para o aluno”, já explicitam o que neles são encontrados. As respostas das atividades são apresentadas desacompanhadas das perguntas, o que pode dificultar a utilização do manual pelo professor, durante a correção em sala de aula.

Os autores esperam que os alunos desenvolvam senso crítico e percepção da realidade para que se tornem cidadãos cientes de seus deveres e direitos, conforme explicitado na apresentação do livro do aluno, evidenciando assim as finalidades sociais postas ao conteúdo específico:

Ao produzir a coleção, foi nosso propósito considerar o conhecimento que você construiu ao longo de sua vida como ponto de partida para a aquisição do conhecimento científico.

Contudo, mais do que para a atualização de seu conhecimento, pretendemos que as questões propostas concorram para o reforço de seu senso crítico e sua percepção da realidade social, contribuindo para que você se torne um cidadão pleno no cumprimento de seus deveres e no uso de seus direitos. (ALVARENGA et al., 2004, p. 3).

Os capítulos do livro estão organizados em tópicos, demonstrando a seqüenciação e rotinização dada ao conteúdo apesar do manual do professor não explicitar esta organização e a intenção pedagógica pretendida em cada tópico.

O livro apresenta cinco unidades que trabalham respectivamente os conteúdos: átomo; transformações químicas; eletricidade e magnetismo; o fenômeno da vida (seres vivos, hereditariedade, célula, comportamento humano) e sistema solar e o universo. Este é um aspecto interessante, uma vez que, o livro trabalha conteúdos que não são abordados nos outros livros analisados, como aqueles relativos ao fenômeno da vida e ao sistema solar e universo, que costumam ser abordados em livros destinados às antigas 6<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> séries e, à 5<sup>a</sup> série respectivamente. Demonstrem certa liberdade concedida aos autores, de selecionar conteúdos que tradicionalmente não são trabalhados no último ano do ensino fundamental (que se atém ao ensino de conteúdos elementares da química e física).

O capítulo selecionado para descrição e análise é o primeiro do livro, intitulado “Evolução histórica da idéia de átomo”, abrange da página 9 a 19 (ANEXO C) e tem início com a frase “Um homem, com uma nova idéia, é considerado um excêntrico, até que sua idéia

seja bem-sucedida” acompanhada do nome de seu autor Mark Twain, escritor americano e de uma figura que representa um átomo, desacompanhada de legenda. Este recurso além de estimular a curiosidade dos alunos sobre o que será discutido, pode estimular os alunos a acreditarem em suas idéias, seu potencial.

O livro lança duas perguntas para despertar o interesse e reflexão dos alunos, além de possibilitar a eles a retomada das informações sobre o assunto a ser discutido. Há a indagação se os alunos já pensaram do que são formados os diferentes materiais que formam o mundo e o que faz o ferro ser diferente do ouro.

Em seguida, traz a informação de que conhecimentos sobre o átomo são fundamentais para responder às perguntas anteriores e inicia a exposição da história do átomo, explicando o porquê do nome átomo, o que significa, e que os estudos sobre átomos foram se desenvolvendo com o passar do tempo para explicar fenômenos observados em métodos experimentais e, introduz a teoria de Dalton sobre os átomos. O texto é interrompido por uma figura que contém vários esquemas diferentes relacionados aos átomos, mas sem legenda que os esclareçam.

Após a figura, segue um box intitulado “Atividade prática” que propõe uma atividade em grupo para a construção de modelos a partir de uma caixa de sapatos fechada contendo algum objeto que os alunos não viram qual é e que tentariam adivinhar, desenhando o que imaginam que esteja dentro da caixa e depois comparando com o objeto real. Há algumas perguntas para que os alunos reflitam sobre a atividade e a produção dos modelos e o esclarecimento de que os modelos facilitam a compreensão de conceitos e são importantes para o estudo do átomo. Esta atividade tem seu valor uma vez que, coloca os alunos numa posição ativa frente ao conhecimento e a produção da ciência (o que evidencia o desenvolvimento do papel documental dos livros didáticos), e eles podem vivenciar a dificuldade de estudar algo que não pode ser visto, desde que seja permitida a discussão sobre a diferença entre os modelos e o real.

O texto sobre a história do átomo é então retomado discutindo inclusive o papel dos modelos atômicos para o estudo do átomo e a necessidade de mudanças nos modelos quando eles não conseguem explicar fatos novos referentes ao que explicavam. É apresentado o modelo atômico de Dalton, acompanhado de uma figura de um círculo com a legenda contendo o termo “bola de bilhar” entre parênteses e (que não aparece no texto), indicando que o modelo atômico de Dalton é o Modelo bola de bilhar, mas não explica o porquê desse termo. O texto continua com a explicação do que Dalton concebeu como elemento químico e a presença de uma tabela contendo os símbolos e o nome atual e massa atômica desses

elementos. Não há a explicação do que seja massa atômica neste momento, o que pode fazer com que o aluno não entenda as informações da tabela. Após algumas exposições também sobre o modelo de Dalton, inicia-se a explicação, na página 12, sobre o modelo de Thomson e há uma ilustração de seu modelo, sem legenda mas, neste caso, não há prejuízos para o entendimento porque a explicação está contida no texto anterior à figura, e um box que é comentada brevemente a biografia deste cientista. Em seguida um “glossário” contendo a explicação de duas palavras que aparecem durante o texto: postulado e transformações químicas. O histórico sobre modelos atômicos continua, na página 13, agora com algumas exposições sobre a pesquisa de Rutherford, que pode ser um pouco confusa de entender já que os alunos podem não possuir conhecimentos referentes à interação e ao comportamento de cargas elétricas que são abordados de maneira superficial na explicação do experimento de Rutherford, acompanhadas da apresentação de um box que comenta brevemente a biografia deste cientista, seguido de um texto que cita que Bohr completou o modelo de Rutherford e faz menção ao termo modelo planetário mas não explica o que este termo quer dizer, nem apresenta a figura do modelo após modificação de Bohr, e em seguida oferece a figura contendo uma representação do modelo de Rutherford apenas.

Em relação aos termos bola de bilhar e modelo planetário, que são citados no texto, mas não são explicados, dá impressão de que os autores citam esses termos como que por obrigação, pois são termos tradicionalmente utilizados para designar os respectivos modelos e, não porque eles consideram importantes para o entendimento do aluno já que, não desenvolvem as possíveis comparações. Talvez até, não as desenvolvam para não correr o risco de não obterem aprovação na avaliação do PNLD, que observa também se as analogias utilizadas geram erros conceituais, considerando tal fato como um dos critérios de eliminação.

Vale ressaltar que, até aqui, as figuras não trazem recomendações do tamanho dos átomos ou que as figuras são apenas representações que não correspondem em cores, formas ou escalas a um átomo real. Os autores partem do princípio de que as explicações sobre os modelos no início do capítulo e a atividade prática proposta dão conta de evidenciar aos alunos estes aspectos ou atribuem ao professor a responsabilidade de preencher as lacunas e desta forma, o professor deve ficar atento à transposição didática realizada pelo livro.

O tópico seguinte, “Aplicando os conhecimentos” vem contido num box, na página 14 com três atividades diferentes. A primeira, “crítica e ação” propõe a reflexão de que os cientistas testam modelos e procuram aperfeiçoá-los e que esse princípio deveria ser válido na sociedade e tenta fazer os alunos refletirem sobre o que eles podem fazer para contribuir para a construção de uma sociedade mais humana e igualitária. Esta atividade é importante para a

formação de atitudes e valores apesar de desvinculada do conteúdo do capítulo, tenta fazer os alunos refletirem sobre a vida, não em termos do que foi aprendido sobre átomos mas sobre modelos e suas mudanças. São necessários conhecimentos diversos (de economia, política, trabalho, saúde e ambiente, por exemplo) para uma discussão rica do que propõe a atividade e os alunos podem não possuir estes conhecimentos e nem o professor. Além disso, no manual não há um norte para que o professor possa administrar esta atividade, considerando-as como pessoais. Assim, o vínculo com as atitudes e valores é forçado, sem ligação com o conteúdo. Esta tentativa de relacionar o conteúdo à sociedade talvez tenha sido realizada, inclusive, para tentar aplicar as recomendações presentes no PCN. A segunda atividade intitulada “responda em seu caderno” traz quatro perguntas a serem respondidas pelos alunos sobre os modelos discutidos durante o capítulo, mas não estimulam a reflexão e sim a cópia de informações. A terceira atividade intitulada “contando história” propõe que os alunos descrevam resumidamente a evolução das idéias a respeito do átomo. Esta atividade estimula a leitura do texto, o desenvolvimento da capacidade de síntese do aluno e discernimento do que é mais relevante no texto para fazer parte da história (que, na verdade, é um resumo), ao mesmo tempo em que estimula a cópia.

Após, vem um box contendo um texto para a leitura e discussão em grupo sobre os átomos, mas de uma maneira inadequada para a faixa etária para o qual o livro se destina, explicando que um castelo de areia é feito de partículas menores, os grãos, enquanto que as pessoas e todas as outras coisas também, os átomos, e pede aos alunos que dêem nome ao texto, respondam se o grão de areia poderia ser comparado aos átomos e se todas as coisas são feitas de átomos, porque são tão diferentes. Esta atividade estimula o uso do raciocínio analógico, pois tenta mostrar que dois “objetos” são semelhantes. A última pergunta incita a reflexão, mas o aluno provavelmente não saberá responder corretamente, porque este conhecimento ainda não foi trabalhado e também não está presente no texto a que se refere às perguntas. Pode, contudo, instigar o aluno a descobrir em conteúdos que serão tratados posteriormente e preparar para o tópico seguinte.

O capítulo inicia o estudo do átomo com o desenho de uma praça com vários personagens conversando sobre os átomos, uma espécie de história em quadrinhos, que pode fazer com que os alunos se interessem pelo assunto e vem acompanhada da figura de um átomo com suas partículas identificadas com o nome. O texto em seguida explica que serão estudadas as principais características do átomo e que para isto as explicações serão fundamentadas no modelo atômico de Rutherford-Bohr e expõe brevemente sobre as partículas fundamentais do átomo. Depois destaca que é impossível representar o átomo em

suas proporções reais, pois se o núcleo do átomo fosse representado com 1 cm de diâmetro, sua eletrosfera em proporções reais, teria de ser representada com, no mínimo, 100 m de diâmetro. As figuras de um átomo de hélio e de um átomo de hidrogênio, ambas acompanhadas de uma legenda contendo o número de prótons e nêutrons estão presentes. Assim, os autores didatizam o conhecimento sem fazer uso de analogias (como presente no primeiro livro analisado com a analogia do Estádio do Maracanã), elucidando a impossibilidade de representar o átomo em proporções reais por meio da exposição de um raciocínio envolvendo noções de proporção e, até informam sobre o que será estudado. Durante o restante do capítulo, os autores deixam de enfatizar nas legendas das figuras, a impossibilidade de representar corretamente átomos reais.

Sobre as partículas fundamentais do átomo, é abordada a massa, com a explicação sobre a relação quilo e grama e então elucidam que a unidade de massa para medir o átomo é outra já que os átomos são extremamente pequenos. Lançam um box intitulado “curiosidade” em que apresentam dados sobre a relação de proporção entre unidade de massa atômica e o quilo. Após, explicam sobre o peso dos prótons, nêutrons e elétrons e lançam outro box intitulado “Pense e responda”, que pergunta qual seria a carga elétrica (positiva, negativa ou neutra) de um átomo em seu estado natural com mesma quantidade de prótons e elétrons, considerando que a carga do próton é positiva e do elétron é negativa. Esta atividade leva o aluno à reflexão sobre a carga elétrica do átomo por meio do estabelecimento de um raciocínio lógico; logo em seguida há a explicação sobre cargas elétricas das partículas do átomo e a citação de símbolos das partículas.

Depois, vem um box “Você sabia?” que elucidam sobre as cargas elétricas dos prótons e elétrons e que foram atribuídas as características positiva e negativa por convenção, palavra que é destacada e aparece no final da página no item glossário. Assim, repetem sobre o que já foi explicado anteriormente, talvez com o intuito de fixar estas informações. Logo após, se encontra o box “Aplicando os conhecimentos” que apresenta um quadro síntese sobre os componentes do átomo, propondo aos alunos que completem o quadro com as características das partículas fundamentais do átomo nas colunas: partícula, símbolo, localização, carga elétrica e massa. É interessante que os alunos desenvolvam atividades desse tipo para que possam discernir e realçar as diferenças entre as partículas, apesar do exercício poder incentivar a cópia de informações. Ainda neste item, oferece uma pergunta sobre qual seria a carga elétrica de um átomo, citado no texto, que não possui nêutrons e por quê. A pergunta estimula a reflexão do que foi esclarecido no decorrer do texto.

O assunto eletrosfera passa a ser explicado com informações sobre os níveis de energia acompanhadas da ilustração de um átomo e suas camadas eletrônicas, apresentando uma tabela com os níveis de energia, camadas e número máximo de elétrons que podem ser distribuídos em cada camada. Este assunto é tratado de maneira superficial, sem exemplificar como ocorre a distribuição eletrônica e sem propostas de exercícios. Há uma explicação sobre o tamanho dos átomos em que os autores elucidam que seriam necessários 10 milhões de átomos para preencher um milímetro de uma régua e, em seguida, utilizam-se de uma analogia que compara a proporção entre núcleo e eletrosfera a uma semente de ervilha no centro de um estádio de futebol com diâmetro de 300 metros. Esta analogia é semelhante à do estádio do Maracanã presente no primeiro livro analisado, porém, fornece as medidas do estádio e especifica até a semente que estaria em seu centro. Formulada deste modo, ela se torna mais plausível.

É estranho que essas explicações sobre o tamanho dos átomos não venham agrupadas num só local, como no início das elucidações sobre átomos, no começo do capítulo, antes mesmo do histórico dos modelos atômicos, o que contribuiria até para a justificação da utilização de modelos para estudá-los.

Então um box intitulado “Pense e responda” sugere que os alunos pensem nas afirmações sobre o átomo e façam um desenho que represente o que entenderam. Esta atividade ficou confusa, pois dá a impressão de que o desenho esperado seria semelhante ao da semente no campo de futebol já que a atividade vem logo após a analogia, mas, junto à proposta vem uma explicação de que a quantidade de prótons e nêutrons no núcleo do átomo é bem maior que a quantidade de elétrons na eletrosfera dando a entender que o desenho esperado seja semelhante ao modelo de Rutherford-Bohr.

Como identificar o tipo de átomo e suas características é discutido em seguida, abordando primeiramente os conceitos de número atômico, em que é utilizada a analogia de que o registro de identidade identifica apenas uma pessoa do mesmo modo que o número atômico identifica apenas um tipo de átomo. Esta analogia deixa de considerar que o documento de identidade não é o único capaz de identificar uma pessoa, há outros como CPF, título de eleitor, além das impressões digitais. E os átomos, só são identificados pelo número atômico?

Outra característica dos átomos que é abordada é número de massa, com a apresentação de fórmula para se calculá-la e a explicação das diferenças entre massa atômica e número de massa, e a citação de que a massa atômica indica quantas vezes a massa de um átomo é maior que a unidade de massa atômica ( $u$ ) mas não explica o que essa unidade

significa. Porém a explicação completa a respeito é encontrada posteriormente em um texto complementar.

O box “Aplicando os conhecimentos” vem após, contendo três atividades em que o aluno aplica a fórmula sugerida no texto para encontrar o número de massa, ou prótons, ou nêutrons de um átomo.

Para terminar o capítulo, é apresentado um texto para leitura e discussão em grupo sobre o tamanho dos átomos, a possibilidade de ver imagens dos átomos com microscópio iônico (que não são reproduções fiéis), quantos átomos são necessários para preencher um centímetro e então explicam como se determinou um padrão para encontrar a massa atômica (algo que não foi abordado no texto principal) e propõe cinco perguntas para que o aluno: dê nome ao texto; diga o que entende por fotografia não significar reprodução fiel do átomo; explicar a relação do átomo de hélio 4 e o carbono 12; dizer aproximadamente quantos átomos são necessários para encher o espaço de 1mm e como foi determinada a massa atômica relativa de cada espécie de átomo. Estas perguntas permitem que o aluno reflita sobre o texto, interprete-o e reproduza uma relação de proporção semelhante à contida no texto. Porém o texto faz referência ao termo isótopo e não explica o que é, o que pode prejudicar o entendimento dos alunos.

Apesar do nome do livro ser *Ciências Naturais no Dia-a-Dia*, após descrição deste capítulo, pode-se perceber que essa relação foi muito pouco explorada, tanto no texto quanto nas atividades propostas que se basearam na aplicação e reflexão da teoria (em algumas situações) e na cópia de informações do texto. A relação com o cotidiano foi tentada poucas vezes, pelo uso de algumas analogias.

Neste capítulo, praticamente não há retomada e a conseqüente valorização dos conhecimentos prévios dos alunos. Apenas no início do capítulo há perguntas que os utilizam mas não há desenvolvimento nas explicações. Assim, as questões se prestam a motivar para o tema do capítulo. Da forma como é abordado o conteúdo, há um predomínio do conhecimento científico podendo levar o aluno a pensar que o átomo é algo que não exista na realidade já que o texto não exemplifica em que situações eles podem ser percebidos no cotidiano como fazem outros livros dessa análise ao utilizar-se do fenômeno de eletrização. Assim, não considera os conhecimentos dos alunos como ponto de partida, conforme intenção proclamada na apresentação do livro ao aluno na página 3, citada no começo desta análise.

O dinamismo da ciência e sua capacidade de sofrer mudanças e incorporar novas descobertas e definições com o passar do tempo, pode ser percebido durante o texto sobre os modelos atômicos. A questão dos modelos e sua função foi abordada de maneira estimulante

pela simulação de construção de modelos sugerida aos alunos e contribui para a realização do que o livro propôs no manual do professor quando discutiu o papel da experiência no ensino de Ciências, também já apontado aqui.

A organização do texto, com atividades intercaladas com a exposição, faz com que a leitura se torne menos cansativa e mais atraente até pela presença das ilustrações e, contribui para a avaliação contínua do aluno, conforme intenção proclamada no livro.

No entanto, o livro pode contribuir para valorizar a teoria científica em detrimento do conhecimento cotidiano já que praticamente o ignora. A transposição didática realizada por este livro é superficial em termos teóricos e pouco vinculada ao cotidiano, o que não acontece nos livros anteriores em que a teoria é priorizada e as relações da ciência com a sociedade são pouco aprofundadas. O modo pelo qual se organizou e se constituiu o saber escolar não facilita a compreensão da tecnologia relacionada aos átomos como meio de suprir necessidades humanas, conforme um dos objetivos gerais da ciência proposto nos PCNs e citado no manual, já que não discutiu em nenhum momento a presença dos átomos na sociedade, como em usinas nucleares, medicina e guerras.

Sobre as analogias, há apenas um esclarecimento em relação ao uso das representações, modelos e analogias durante o livro, como pode-se perceber no trecho “‘IMPORTANTE O diâmetro da eletrosfera de um átomo é de 10000 a 100000 vezes maior que o diâmetro de seu núcleo. Esse fato torna impossível a representação, em um livro, do modelo de um átomo em suas proporções reais’” (ALVARENGA et al., 2004, p.15).

#### 4.4 LIVRO VIVENDO CIÊNCIAS

O manual do professor encontra-se no final do exemplar de autoria de Costa, Salém e Ciscato, possui 32 páginas e traz uma “Introdução” que explica que o manual do professor deve servir como organizador da prática e ajudar na reflexão sobre ela, e traz como orientações teórico-metodológicas um histórico do ensino de Ciências e os pressupostos teóricos e metodológicos do ensino de Ciências. Sobre estes últimos, os autores expõem e sintetizam que o livro adota o construtivismo, apoiado em pesquisadores como Piaget, Vygotsky, Wallon e Emília Ferrero.

A introdução também aborda o que são os conteúdos e os tipos de conteúdos: conceituais (envolve todas categorias de conceitos), procedimentais (ações ordenadas com a



finalidade da realização de determinado objetivo) e atitudinais (envolve valores, atitudes e normas) além de falar sobre avaliação: o que é avaliar, quando e como avaliar, ressaltando que o modo de avaliação está relacionado aos objetivos e tipos de conteúdos que o professor deseja medir e que a avaliação pode ser diagnóstica (medir desenvolvimento da turma e reorientar o trabalho pedagógico), reguladora (orientar alunos a rever erros) e formativa (desenvolver potencialidades dos alunos, reorientá-los e apresentar novos desafios).

Ainda na introdução, estão presentes a bibliografia pedagógica utilizada no manual e a exposição da proposta da coleção com a citação dos temas estudados nos volumes de 5ª, 6ª, 7ª e 8ª séries e citação de temas transversais abordados, apresentação dos objetivos da coleção também de acordo com os PCNs, para que “o aluno desenvolva competências que lhes dêem condições de compreender o mundo e atuar, como cidadãos, baseando-se em conhecimentos de natureza científica e tecnológica” (COSTA; SALÉM; CISCATO, 2002, p.10) e a estrutura da coleção: organização em volumes; divisão em unidades e capítulos. Sobre a organização dos capítulos esclarece-se que são utilizados textos que informam sobre o assunto a ser ensinado, leituras complementares que trazem informações para ampliar o assunto e atividades sob a forma de questões ou experimentos. Há ainda, para ilustrar a organização, figuras de algumas páginas que fazem parte dos livros da coleção. Para encerrar esta primeira parte do manual, estão sugestões de como o professor pode trabalhar com o livro didático, baseando-se no construtivismo, inclusive utilizando-se de projetos e vídeos, além de opções de vídeos, mas com a ressalva de que trata-se de possibilidades para que o professor possa optar, dependendo da necessidade e realidade dos alunos e até seguir caminhos diferentes dos propostos.

Na parte seguinte do manual são tratados os conteúdos e objetivos para a 8ª série, com sugestão de distribuição do conteúdo (mas fica claro que o modo como o professor trabalha o conteúdo fica a critério dele) e apresentação dos objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais para cada unidade do livro. Pode-se destacar que, dentre os verbos frequentes utilizados em cada tipo de objetivo estão: explicar, descrever, conhecer, distinguir, comparar, relacionar, identificar, interpretar e analisar (para objetivos conceituais); planejar, observar, ler, organizar, representar, construir, fazer, aplicar, usar e organizar (para objetivos procedimentais); respeitar, reconhecer, valorizar, conscientizar, perceber e preocupar (para objetivos atitudinais). A importância dada a estes tipos de objetivos pode ser justificada inclusive pelo fato dos PCNs elucidarem sobre a relevância de avaliar não apenas conceitos, como também procedimentos e atitudes.

O manual ainda sugere quatro projetos a serem trabalhados com os alunos, pois acreditam que eles permitem aos alunos desenvolver a capacidade de resolver com mais eficiência e qualidade os problemas do cotidiano por meio da reflexão. Os projetos propostos, trazem recomendações e orientações didáticas ao professor e apresentam os objetivos, materiais, procedimentos, resultados e conclusão são: Túnel de vento (que simula uma situação real e relaciona o experimento à sustentação de aviões); Construindo pequenos aparelhos (que se utiliza pesquisa, prática e experimento e permite aplicar alguns conhecimentos de eletricidade); Fazendo cristais (que relaciona a temperatura à solubilidade e trata da formação de cristais) e Quem causa a ferrugem? (que procura identificar os processos e fatores de oxidação dos metais). Após apresentação dos projetos, há sugestões de leitura e sites para aprofundar e complementar a prática docente.

O manual do professor da forma como é apresentado e com as informações oferecidas, não esclarece apenas ao professor sobre o livro, como também contribui para a formação pedagógica e específica (acadêmica) do professor.

As respostas dos exercícios propostos aos alunos durante o livro, encontram-se escritas nas próprias atividades, não sendo desta forma, apresentadas no manual do professor e, no caso de questões que exigem respostas pessoais ou questões que propõem pesquisas, o livro traz informações de que a resposta é variável e não oferece informações ao professor do que deve ser respondido.

Os autores têm a intenção de mostrar aos alunos que a Física e a Química estão presentes em conteúdos estudados em séries anteriores e mesmo na vida diária deles, conforme exemplificado abaixo:

E, mais que isso, queremos que você adquira uma visão de que essas ciências não são algo tão frio, distante, incompreensível, que nada tem a ver com nossas vidas. Tal como a História, a Geografia, a Matemática, a Língua Portuguesa e mesmo a Música, a Poesia e a Literatura, os conhecimentos científicos também enriquecem a formação e a cultura de todo cidadão. (COSTA, SALÉM, CISCATO, 2002, p. 3).

Assim, os autores procuram destacar a importância dos conhecimentos para melhor entender a vida diária. Para tanto, organizam o livro em duas partes: a primeira é a de Física e a segunda a de Química, contendo cada uma várias unidades e cada unidade, vários capítulos.

As analogias são pouco frequentes neste livro. O capítulo a ser descrito utiliza analogias de enfoques diferentes, e é o 9 da Unidade II, parte de química, que vai da página 225 a 232 (ANEXO D) e trata da busca por um novo modelo atômico e, apesar de tratar de átomos, não traz figuras que represente os modelos.

O capítulo começa com uma espécie de introdução em que são discutidas algumas descobertas relacionadas aos átomos que fizeram com que o modelo de Dalton ficasse ultrapassado para explicar determinados acontecimentos. Vale destacar que o modelo de Dalton é explicado no capítulo 7 do livro, que aborda do que é feita a matéria, moléculas e substâncias e elementos químicos, e, no capítulo 8 há explicação das representações dos elementos químicos, fórmulas das substâncias, índices e coeficientes, relações químicas e alotropia. O interessante desta observação é que toda essa teoria é discutida com base no modelo atômico de Dalton, inclusive nos exercícios, há representação de átomos e moléculas por círculos. Não há referências sobre prótons, nêutrons, eletrosfera e elétrons para explicar as ligações, formação de moléculas e reações químicas.

Em seguida, um texto complementar é apresentado em um box com a exposição da história da evolução dos modelos atômicos, com a citação da analogia criada por Thomson, que compara o átomo a um pudim de passas, em que o núcleo pequeno possui carga positiva onde ficam imersos os elétrons como passas em um pudim e o destaque de que o modelo elaborado por Bohr, em que os elétrons giram em órbitas bem definidas ao redor do núcleo, é o modelo no qual será baseado o estudo do livro. A analogia do pudim de passas, pode confundir no sentido de por exemplo, um pudim, dependendo da forma em que é feito, seu formato poder variar, ser retangular, redondo com ou sem furo no centro e, induzir o aluno a entender que o átomo descrito por Thomson seja de qualquer uma destas formas, já que, não há figuras com a representação deste modelo.

A seguir, é explicado o modelo atômico aceito atualmente e seus componentes, acompanhado de uma foto ilustrativa de vários átomos de urânio, com legenda destacando a ampliação a qual a imagem foi submetida. São abordados conhecimentos referentes às camadas eletrônicas com a apresentação de uma tabela contendo o nível ou nome da cada camada eletrônica e o máximo de elétrons que pode ser distribuído para cada nível; referentes à massa do átomo, com a explicação sobre a massa das partículas e apresentação de uma tabela contendo representação por letras, massa e cargas dos prótons, nêutrons e elétrons, partículas do átomo; referentes à estrutura eletrônica, com a elucidação sobre a interação de cargas na estabilidade elétrica do átomo e formação de íons e cátions; e referentes ao tamanho

do átomo, assunto no qual é utilizada uma analogia para dar a idéia de dimensão do átomo ao comparar a relação de proporção entre o tamanho do núcleo do átomo e sua eletrosfera e a relação de tamanho de um grão de areia em uma quadra de basquete e, além dessa analogia citam as unidades de medida angström e nanômetro utilizadas para determinar as dimensões atômicas e a relação de equivalência delas com o metro. A analogia da quadra de basquete, quer transmitir a idéia de que, os átomos são constituídos basicamente por espaço vazio. Porém, como na analogia do Maracanã (presente no primeiro livro analisado), o aluno pode não saber como é uma quadra de basquete e seu tamanho, (as medidas poderiam ser explicitadas na analogia). Além disso, o aluno que conhece uma quadra de basquete pode inferir que a eletrosfera é retangular e não possui movimento. Também nesta analogia, não há correspondentes para os elétrons.

Atividades são propostas posteriormente na forma de 6 questões das quais cinco (1, 2, 4, 5 e 6), estimulam a aplicação dos conhecimentos tratados até então por meio do uso da reflexão, noção de proporção e principalmente raciocínio lógico; e uma (3) propõe que o aluno reflita e verifique a veracidade ou não de 4 afirmações referentes ao átomo e justifique a resposta e, desta forma pode estimular a cópia pois basta que o aluno consulte o texto para que resolva a questão. Do modo como são formuladas, as questões cobram apenas o conhecimento científico, pois não apresentam situações do cotidiano para que os alunos tenham oportunidade de refletir aqueles conhecimentos em situações presentes na realidade. Pode-se observar que também no texto, o saber escolar foi constituído pelo conhecimento científico, não houve retomada de conhecimentos prévios ou relação do assunto com o cotidiano, que foi considerado apenas no estabelecimento de analogias.

As propriedades dos átomos são discutidas após as atividades de maneira concisa e direta, como todos os conhecimentos apresentados anteriormente foram, isto é, sem a utilização de estratégias que despertem a curiosidade dos alunos como o uso de situações cotidianas, figuras ou perguntas para reflexão, por exemplo. A primeira propriedade a ser tratada é o número atômico, com ênfase no fato dele ser equivalente ao número de prótons, ser específico a cada elemento químico e não variar, e dá exemplos de elementos químicos com seu número atômico e de prótons. Pode-se observar que para explicar sobre o número atômico, o livro não faz uso de analogias como nos livros anteriores. Em seguida, é explicado sobre o número de massa, como encontrá-lo e as convenções sobre como representar com símbolos, conforme presentes na tabela periódica, o número atômico e de massa dos elementos químicos, com a citação de que a tabela periódica foi criada para permitir a

consulta eficaz e rápida das características gerais dos elementos químicos e que a tabela periódica será estudada no próximo capítulo.

Novamente, atividades são propostas na forma de sete questões sobre as propriedades atômicas, das quais duas (1 e 2) suscitam que o aluno consulte a tabela periódica para obter o nome e o símbolo de alguns elementos químicos a partir do número atômico fornecido; duas (3 e 6) pedem ao aluno que encontre o número de prótons, nêutrons e elétrons a partir do número atômico e massa fornecidos e consulte a tabela periódica para saber o nome do elemento químico; duas (4 e 5) suscitam aos alunos que encontrem o número de nêutrons e elétrons, respectivamente, a partir de dados presentes no enunciado das questões; uma (7) quer saber quantos prótons, nêutrons e elétrons possui a molécula de água pesada, a partir da representação do número atômico e massa do hidrogênio da água pesada e do oxigênio. Pode-se perceber que as questões sugeridas não relacionam teoria e cotidiano e cobram dos alunos praticamente as mesmas coisas: que consultem a tabela periódica e trabalhem com a relação entre massa e número atômico para encontrar o número de prótons, nêutrons e elétrons. Desta forma, permitem que o aluno se familiarize com a tabela periódica que será estudada no próximo capítulo (entretanto, estimula a cópia de informações), e aplique a teoria discutida no texto anterior às questões e reflita sobre ela, já que o texto não fornece, de maneira explícita, a fórmula  $A = p(Z) + n$ , mas apenas comenta que a massa é a soma do número de prótons e de nêutrons e que há equivalência entre número atômico e número de prótons.

O próximo assunto a ser tratado é sobre os átomos isótopos, o que são, sua identificação e exemplos e uso de isótopos radioativos na medicina e na guerra, com o relato do acidente em Goiânia em 1987 e da história da bomba atômica na Segunda Guerra Mundial em 1945 apresentando duas fotos em preto e branco, uma da cidade destruída e outra da nuvem formada pela bomba. O texto é ambíguo porque não explica as diferenças que fazem com que na medicina, os isótopos radioativos sejam benéficos à saúde e ao mesmo tempo como no caso do acidente e da bomba, terem capacidade de destruição e causar até a morte de pessoas. Além disso, passa a impressão de que apenas os isótopos radioativos estão presentes na vida das pessoas. Apesar disso, os exemplos podem contribuir para mostrar as duas faces dos avanços tecnológicos a partir de fatos históricos.

Três novas atividades são propostas para terminar o capítulo. A primeira é uma questão de vestibular que lança duas afirmações contidas na teoria de Dalton e suscitam que os alunos critiquem as informações. Com esta questão é possível refletir sobre os

conhecimentos discutidos no capítulo, os conhecimentos atuais sobre átomos e perceber que a teoria de Dalton ficou ultrapassada, que os conhecimentos científicos são passíveis de mudanças. A segunda questão pede aos alunos que identifiquem entre os átomos citados, os que são isótopos entre si e, desta forma, não necessita de muita reflexão já que basta ver no texto que os isótopos têm mesmo número atômico e agrupar os átomos que apresentarem esta característica. A última questão sugere a realização de uma pesquisa sobre usinas nucleares e é interessante porque os alunos podem descobrir que essa tecnologia pode gerar benefícios (fornecer energia) e prejuízos, riscos à saúde e à natureza (caso haja contaminação do meio ambiente). Além disso, estimula a autonomia dos alunos na busca por conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento da função documental do livro.

Após a descrição e análise pode-se dizer que, apesar o nome do livro ser *Vivendo Ciências*, a relação do conteúdo com a vida foi muito pouco explorada, tanto no texto quanto nas atividades propostas que se basearam na aplicação e reflexão da teoria (em algumas situações) e na cópia de informações do texto. O dinamismo da ciência, sua capacidade de sofrer mudanças e incorporar novas descobertas e definições com o passar do tempo, pode ser percebido durante o texto sobre os modelos atômicos e em um dos exercícios, além de possibilitar a visão de que a Ciência tanto pode contribuir com a sociedade quanto causar prejuízos a ela. A questão dos modelos não foi abordada com o devido destaque no texto uma vez que não há nenhuma explicação sobre o que é um modelo e para quê serve. Os autores apenas utilizam a palavra modelo em vários momentos, principalmente no histórico sobre a produção de conhecimentos sobre o átomo, e assim deixam subentendido que os alunos já saibam sobre modelo ou que o professor vá esclarecer, caso acredite ser necessário. Nesse capítulo são pouco utilizados os conhecimentos prévios dos alunos. Da forma como é abordado o conteúdo, descontextualizado, pode fazer com que o aluno pense que os átomos são algo imaginário, que não existem na realidade e que só os isótopos radioativos existem já que, foi o único conteúdo relacionado à vida das pessoas no texto. Assim, o livro pode acabar por inculcar nos alunos a valorização da teoria científica em detrimento do conhecimento cotidiano já que praticamente o ignora. O modo como é apresentado o texto, com atividades durante o capítulo faz com que a leitura se torne menos cansativa e mais atraente e dá oportunidade aos alunos de trabalhar os conceitos aos poucos e não todos de uma só vez. Ainda pode-se destacar que os conteúdos são introduzidos aos poucos e, esta gradação faz parte da cultura escolar.

Assim, o saber escolar presente no capítulo é constituído praticamente pelo conhecimento científico uma vez que, os conhecimentos prévios não são considerados (exceto na formulação de analogias), e o conhecimento cotidiano aparece apenas ao final do capítulo. Percebe-se que no desempenho do papel instrumental do livro, a transposição didática realizada pauta-se na exposição de conhecimentos científicos e aplicação/reflexão desses conhecimentos em exercícios que não possibilitam relacionar o conteúdo ao dia-a-dia.

Da forma como é realizada a transposição, apenas os objetivos conceituais do livro são alcançados, uma vez que, os alunos têm oportunidade de conhecer vários aspectos referentes aos átomos. Porém os objetivos procedimentais como aplicar conceitos na solução de problemas cotidianos e, observar fatos do cotidiano buscando localizar exemplos e conceitos estudados é algo mais complexo de ser atingido, uma vez que, o livro não relaciona o conteúdo ao cotidiano dos alunos, de uma forma mais próxima deles, como feito no primeiro livro analisado com o uso dos fenômenos de eletrização por atrito. E, junto a isto, os objetivos atitudinais também são difíceis de serem alcançados já que permitem apenas reconhecer a presença da tecnologia no cotidiano (usinas nucleares, uso na medicina e na guerra) e, não há situações que, neste capítulo, estimulem o alcance de objetivos propostos como a valorização e respeito à opinião dos outros em atividades em grupo. Fica a cargo de o professor mediar a relação conteúdo – cotidiano. Assim, conforme proposto pelos autores na apresentação do livro aos alunos e, citado no início dessa análise, o livro contribui para enriquecer a formação e a cultura. Agora, se os conhecimentos trabalhados serão utilizados pelos alunos, para interpretar o mundo, conforme recomendam os PCNs, não há proposição de situações estimulantes.

Embora o capítulo analisado seja sobre átomos, não houve a apresentação de nenhuma figura que tentasse representar seus constituintes, ou ilustrações dos modelos atômicos propostos pelos diversos cientistas, diferentemente dos outros livros analisados.

Em relação às analogias, pode-se notar que elas estão presentes no manual do professor na forma de sugestões dos projetos Túnel de vento (montagem de uma garrafa pet atravessada por arames e canudos e que pretende simular situações reais como a sustentação de um avião) e Fazendo cristais (em que se pretende testar a solubilidade de uma solução acrescentando uma “semente”, um cristal de sal a ela e propõe a comparação deste processo com o da formação dos cristais de granito e basalto e a formação das rochas magmáticas). Os projetos focam-se na observação das semelhanças e ignoram as diferenças entre os processos não apresentando ao professor a importância de destacar os limites das observações realizadas nos experimentos. No livro do aluno, não há indicações sobre o uso das analogias e

representações, mesmo onde elas seriam necessárias, como em legendas alertando sobre escalas, formatos e cores. A listagem das analogias encontradas neste livro é apresentada em anexo.

#### 4.5 UMA VISÃO GERAL

A análise de um capítulo de cada livro com temática comum permitiu compreender alguns elementos presentes na cultura escolar. A bibliografia de referência utilizada possibilitou evidenciar o amplo espectro de componentes de uma disciplina escolar, entre eles, o conhecimento científico originário de um campo de referência, os objetivos sociais postos para a escola, a gradação do conhecimento dividido em séries escolares, o processo de didatização sofrido pelo conteúdo para ser ensinado. Essa complexa relação foi formalizada de modo particular em cada um dos livros analisados.

Embora todos os capítulos analisados abordem o mesmo tema, é possível perceber o processo de seleção do conteúdo estabelecido por cada autor ou grupo de autores, enfatizando alguns aspectos e descurando de outros; a referência a capítulos anteriores ou posteriores que complementam o assunto tratado também indica diferenças na organização do conteúdo.

O que mais chama a atenção, no entanto, é a dificuldade percebida para harmonizar conhecimentos científicos e conhecimentos cotidianos, embora os autores afirmem ter em vista esse objetivo. Os Parâmetros Curriculares Nacionais formalizam esse objetivo social para a educação, atribuindo à escolarização a tarefa de fazer com que o conhecimento adquirido contribua com a cidadania, investindo na relação entre conhecimento, procedimentos e atitudes. Ou seja, o conhecimento escolar deve ser promotor de mudança de mentalidade na medida em que seus procedimentos podem gerar atitudes diferenciadas.

O fato das diretrizes para o ensino e a avaliação e seleção de livros didáticos serem emanadas de órgãos oficiais, explica porque os livros repetem esse objetivo explicitamente, tanto para o aluno como para o professor, tornando-os discursivamente consensuais. Isso funciona, ao mesmo tempo, como mecanismo de inculcação e como representação tacitamente aceita do que se espera da escola e do conjunto de conhecimentos que ela veicula.

A análise dos livros, no entanto revela que nos anos finais do ensino fundamental prevalece na constituição da disciplina escolar aqui abordada o conhecimento científico.



Pode-se observar desta forma, a dificuldade do conhecimento escolar para atender as duas demandas: a transmissão de teorias científicas e sua vinculação com o já conhecido. É difícil fazer com que o conhecimento escolar não se reduza a noções vulgares que poderiam ser obtidas por outros meios; é difícil também vinculá-lo ao saber já existente para dar mais significado ao aprendido.

Após a análise e descrição de um capítulo de cada livro, pode-se dizer que, com exceção daquele de autoria de Daniel Cruz, houve opção pela exposição do conteúdo científico sem relacioná-lo ao conteúdo cotidiano, e que, quando essa relação é estabelecida, está presente em atividades ou textos ao final do capítulo. Do mesmo modo, os conhecimentos prévios são retomados apenas no início dos capítulos, na maioria dos livros, exceto no livro de autoria de Paulino e Barros. Assim, o conteúdo da disciplina pauta-se basicamente nos conhecimentos científicos. Mas não reproduz atividades científicas no sentido de transformá-las em atitudes e procedimentos.

Além disso, pode-se dizer que os livros mantêm uma estrutura fixa, que se repete em cada capítulo, demonstrando a presença da rotinização dos modos de pensar e a gradação na exposição dos conteúdos que são introduzidos aos poucos. A estrutura é uma porção de texto, uma curiosidade, um pouco de história ou uma pergunta, retoma-se o texto e assim sucessivamente para, ao final, propor alguma atividade mais prática ou relacional. Essa organização parece estar mais voltada para prender a atenção do aluno, para balizar o tempo da aula do que vinculada à estrutura do campo científico. Se fosse para implementar atitudes e procedimentos do campo, as atividades deveriam, por exemplo, ter início com atividades experimentais mas, pelo menos dois dos livros, estabelecem a diferença entre produzir ciência e aprender ciência e, talvez, a partir dessa distinção a motivação e o incitamento recorra mais às curiosidades. No entanto, é por meio desses dispositivos repetidos que o material didático concorre para o estabelecimento de um modo de pensar tipicamente escolar.

Também pode ser observado o fato dos manuais oferecerem riqueza de informações aos professores em relação à transposição didática realizada no livro além de sugestões e estratégias metodológicas e a citação de elementos presentes nos PCNs, e até respostas dos exercícios e pesquisas. Este conjunto de elementos pode contribuir para a formação continuada do professor.

De maneira geral pôde-se perceber que nos quatro livros analisados, o manual do professor não traz indicações de como trabalhar as analogias utilizadas (com exceção do último livro) e que a maioria delas se repete no livro do professor e no livro do aluno. Há

analogias que aparecem apenas na resolução dos exercícios para o professor, provavelmente, estimulando o seu uso na explicação dos mesmos; existem exercícios que não indicam explicitamente o uso de analogias, mas propõem que os alunos realizem comparações entre dois domínios, o que é interessante pois podem ser abordadas não apenas as semelhanças como também as diferenças entre eles, além do enfoque da comparação poder variar de acordo com a elaboração dos alunos; estão presentes exercícios que propõem que os alunos montem modelos, ilustrações, representações ou analogias. Os livros representam átomos, moléculas, prótons, elétrons, nêutrons, cátions, ânions, reações químicas e ligações químicas por meio de círculos coloridos, que nem sempre vêm acompanhados dos devidos esclarecimentos.

Algumas possíveis interpretações errôneas das analogias que estavam presentes nos capítulos analisados já foram apontadas considerando-se, principalmente, a indicação de Chartier (1991) sobre a apropriação diferenciada do conteúdo, realizada por autores, professores e alunos. Assim, pode-se entender que um dos principais problemas do uso das analogias refere-se ao domínio dos conhecimentos necessários para sua compreensão e com o intuito de produzir esclarecimento podem simplificar, vulgarizar o conhecimento científico, reduzindo-o ao senso comum ou conhecimento prévio do aluno, equivalendo “objetos” diferentes. Pode acontecer até dos alunos não conhecerem bem o análogo ou não terem o conhecimento prévio que a analogia exige e produzir ainda mais margem para equívocos e, nesse caso, as analogias com a pretensão de explicar podem complicar e confundir.

Desta forma, deve ser considerado o fato da analogia ser uma aproximação do real, uma comparação superficial, uma representação, conforme Almeida (2001, p. 25), “as representações não transformam o real, não o alteram; ao contrário, dificultam ou impedem a ocorrência de mudanças, pois distorcem a compreensão dos fatos, das circunstâncias em que ocorrem e das relações que se estabelecem entre eles”.

A partir das reflexões anteriores pode-se entender porque foi possível levantar algumas prováveis interpretações errôneas da analogia. Por este prisma, é necessário que o professor que cria analogias ou utiliza analogias presentes nos livros didáticos, tenha o conhecimento suficiente sobre o conteúdo dos dois domínios da analogia para esclarecer as diferenças entre os domínios e conheça as discussões sobre o uso das analogias e seus riscos para que o recurso analógico seja utilizado de modo a explicar e esclarecer conceitos de forma correta aos alunos. Acrescentando-se a isto, o professor deve estar atento à transposição didática presente nos livros com vistas a elucidar sobre trechos ou comparações que possam

se tornar confusas aos alunos. Além disso, seria preciso também que nos livros didáticos as analogias viessem acompanhadas da explicitação das diferenças entre os domínios, uma vez que, ao realizar leituras individuais, sem a presença do professor (ou uma pessoa que esclareça que o alvo não é idêntico ao análogo), os alunos poderiam desenvolver entendimentos distorcidos da analogia.

Portanto, pode ser destacado o fato das analogias nos livros didáticos enfatizarem apenas o que há de comum, deixando de discutir que há outros aspectos que são contrastantes entre os dois domínios. Desta forma, a possibilidade de fazer com que o aluno memorize apenas as semelhanças, equivalendo dois objetos diferentes e utilize-se dessa relação de comparação como forma de definição do fenômeno, ao invés de dominar o conceito alvo deve ser considerada.

Com o objetivo de ilustrar essa argumentação apresentamos um exemplo presente em dois dos livros analisados que consideram como domínio alvo o efeito estufa no planeta Terra e como domínio análogo uma estufa de plantas.

Nas estufas de plantas, utilizadas em países de invernos rigorosos, a luz atravessa o vidro e aquece o ambiente, pois o próprio vidro impede que o calor escape para o meio externo. De modo semelhante, os gases atmosféricos permitem a passagem da luz e impedem que o calor emitido pela superfície do planeta escape para o espaço.

[...]

Em seu caderno faça dois esquemas: um representando uma estufa de plantas e o fenômeno de aquecimento interno, outro, representando o planeta Terra e o efeito estufa. Compare-os (CRUZ, 2004, p. 131 e p. 135).

Esse fenômeno é chamado efeito estufa e esses gases são conhecidos como gases estufa. Não é por acaso que esse nome é o mesmo das estufas plantas: nelas ocorre o mesmo fenômeno. O vidro ou o material transparente no interior do qual as plantas ficam tem o mesmo papel que a nossa atmosfera: deixam a luz do Sol entrar e barram a radiação infravermelha, o calor, mantendo as plantas num ambiente aquecido.

[...]

Compare o que foi dito sobre o efeito estufa na Terra com o que ocorre numa estufa de plantas. Quais são as semelhanças? Que parte da estufa de plantas corresponde à atmosfera terrestre? (COSTA et al., 2002, p. 27 e p. 30).

Nos dois livros, a exposição é reforçada pela proposição de um exercício com objetivo de demonstrar que o planeta Terra permite a passagem de raios solares e retém parte do calor desses raios pela ação dos gases atmosféricos. De acordo com Tolentino et al. (1995) esse processo é natural e se converte em um problema ambiental quando gases como o CFC, o metano e o gás carbônico, principalmente, acumulam na atmosfera em grande quantidade,

provocando um aquecimento global. Esses gases são capazes de absorver a radiação infravermelha, decorrente do aquecimento da superfície terrestre, provocado pela absorção da radiação solar. Como consequência pode haver um aquecimento excessivo do ar.

Esse efeito dificulta o resfriamento imediato da atmosfera, após o pôr-do-sol, evitando grandes variações diárias de temperatura. Supondo-se que os níveis de emissão de gás carbônico e de outros gases-estufa continuem crescendo e não haja qualquer providência efetiva para estacionar ou reduzir esses valores, algumas modificações podem ser previstas segundo Tolentino (1998), como o degelo parcial das calotas polares, com a consequente elevação do nível dos mares e a inundação dos litorais, alterações climáticas em todo o planeta, modificações profundas na vegetação, dentre outras.

Assim, a analogia ressalta o ponto de semelhança entre a estufa de plantas e o efeito estufa que é o mecanismo de permissão de passagem de raios luminosos e retenção de quase todo o calor. Porém, fora esta relação pretendida, outras relações entre os dois domínios, que podem nem ser cogitadas pelos autores ou pelo professor, podem ser levantadas pelos alunos e gerar interpretações distorcidas sobre o conteúdo em questão.

Refletindo sobre a comparação entre a estufa de plantas e o efeito estufa, interpretações equivocadas podem surgir como, por exemplo, ao considerar os gases atmosféricos semelhantes ao vidro de uma estufa de plantas pode-se interpretar que, ao cair meteoros no planeta Terra ou com o lançamento de um foguete para fora do planeta, a atmosfera seria quebrada em inúmeros “cacos”. Ou então, que o efeito estufa é positivo para o planeta, principalmente para as plantas, já que o homem constrói estufas artificiais para cultivá-las, por que não fazer com que o planeta se transforme numa grande estufa para dar melhores condições de vida para todas as plantas, inclusive as da natureza? Se isto ocorresse, as mudanças climáticas provocadas pelo intenso aumento da temperatura média da Terra poderiam colocar em risco a vida dos seres vivos, conforme Tolentino (1998). Ou então que o efeito estufa é bom para plantas mas não para os outros seres vivos já que, por exemplo, não se cria aves, mamíferos, anfíbios ou répteis, em estufas. A analogia não permite esclarecer que o problema do efeito estufa é a sua intensificação e, caso não houvesse retenção de parte do calor do Sol pelo planeta, não haveria condições adequadas à manutenção da vida, já que, as temperaturas seriam muito baixas e os seres vivos se congelariam.

Esse exemplo, a estufa de plantas, pode levar à generalização de características do análogo para entendimento do domínio alvo, simplificando e vulgarizando o conhecimento científico, reduzindo-o ao senso comum ou conhecimento prévio do aluno, por meio da equivalência de “objetos” diferentes. Pode acontecer até dos alunos não conhecerem bem o

análogo ou não ter o conhecimento prévio que a analogia exige e produzir ainda mais margem para equívocos e, nesse caso, as analogias com a pretensão de explicar podem complicar e confundir.

Portanto, pode ser destacado o fato das analogias nos livros didáticos enfatizarem apenas o que há de comum, deixando de discutir que há uma maioria de outros aspectos que são contrastantes entre os dois domínios. Desta forma, a possibilidade de fazer com que o aluno memorize apenas as semelhanças, equivalendo dois objetos diferentes e utilize-se dessa relação de comparação como forma de definição do fenômeno, ao invés de dominar o conceito alvo deve ser considerada.

## 5 CONCLUSÃO

A reflexão sobre cultura escolar, livros didáticos, analogias e representações, possibilitou dirigir o olhar para os livros didáticos e o processo de transposição didática que eles realizam utilizando-se de analogias e, contextualizando este objeto de análise no universo escolar.

A leitura dos livros por inteiro, permitiu a identificação e classificação das analogias no sentido de mostrar como elas aparecem e são aproveitadas pelos livros didáticos e a análise de um capítulo de cada livro, sobre a mesma lição, com a discussão de analogias neles presentes, permitiu demonstrar como elas podem gerar conflitos se não utilizadas com as devidas precauções e o modo como os quatro livros optaram por realizar a transposição didática do conteúdo de ensino átomo. Além disso, os conhecimentos acerca das analogias e das representações forneceram informações chave para o entendimento das analogias como recurso didático e seus efeitos.

Após a reflexão sobre o quadro teórico traçado e o olhar sobre as analogias nos livros didáticos, no contexto amplo da cultura escolar, pode-se concluir que as analogias podem gerar equívocos conceituais na aprendizagem do aluno porque:

- Diferentes leitores possuem diferentes capacidades de interpretação e podem realizar diferentes leituras a partir de uma mesma fonte, inclusive pelo fato de possuírem saberes diferentes que podem embasar a leitura ou por não possuírem os saberes necessários para realizar a leitura pretendida pelo livro;
- Pode haver falta de conhecimentos sobre o análogo necessários para o entendimento da analogia;
- Professores e livros didáticos podem não ter informações sobre os estudos a respeito das analogias ou não considerar estes estudos para utilizar as analogias de modo a não provocar enganos de entendimento, valorizando apenas o potencial explicativo e motivador das analogias uma vez que, podem fazer uso de conhecimentos prévios, inclusive cotidianos, dos alunos como domínio análogo e esta contribuição faz com que sejam ignoradas as reflexões sobre as possíveis confusões conceituais que elas podem gerar;
- As analogias por basearem-se na comparação entre “objetos” diferentes, um conhecido (domínio análogo) e outro desconhecido que se quer fazer conhecer (domínio alvo), em relação a um ponto em comum que possuam, deixam de destacar a existência de *inúmeros*

aspectos distintos pertencentes aos objetos de cada domínio e, por isso, estão pré-dispostas a criar enganos;

- Entendidas como representações, já que são empregadas como alternativa para explicar a realidade ou um conceito, as analogias demonstram sua tendência a equivaler domínios díspares, dissimulando contradições, distorcendo a compreensão dos fatos e substituindo objetos (alvo por análogo) na comparação, pelo seu poder de tornar-se correntes, instituídas. As analogias não são falsas nem verdadeiras, mas às vezes falsas (quando se pensa nas diferenças entre análogo e alvo) e verdadeiras (quando se considera apenas a semelhança, foco da comparação). Isto porque elas contém uma afirmação que lhes dá credibilidade e provoca crença podendo se impor como realidade. Com o uso das analogias, os cortes, descontinuidades e lacunas, desaparecem.

Com o levantamento de algumas possíveis interpretações errôneas das analogias que estavam presentes nos capítulos discutidos na análise e, que podem ser formuladas caso as analogias sejam mal utilizadas, pode-se concluir que o pensar crítico é o que pode levar à aprendizagem do conceito ao possibilitar a reflexão sobre as diferenças entre domínio análogo e alvo. Este pensar não costuma ser estimulado pelo uso de analogias que, induzem freqüentemente os ouvintes a criar uma equivalência entre os dois domínios da comparação, provocada pela valorização da relação de semelhança, centro da analogia, desconsiderando as inúmeras diferenças existentes. Desta forma, caso não sejam feitos (por professores ou livros didáticos) os devidos esclarecimentos explicitando o limite da analogia e as diferenças entre os dois domínios da comparação, o conceito em questão pode ser reduzido à semelhança e, inúmeros conhecimentos relacionados ao conceito podem não ser abordados, ou ser abordados de forma errônea, do mesmo modo que podem ser estabelecidas relações indevidas ao análogo. E assim, ao invés de facilitar o entendimento ao explicar algo, acabar por confundir, complicar, e ensinar errado um conteúdo.

Um dos objetivos do trabalho de pesquisa em ensino de ciências deve ser o de elaborar estratégias e metodologias de ensino que tenham em vista entender por que o aluno não compreende, visando suplantar estes obstáculos pedagógicos. Compreender o ensino de ciências apenas pela via da vulgarização científica, além de não permitir a compreensão da ciência, só contribui para enfatizar seu caráter mítico, fundamentalmente, por reforçar seu caráter de espetáculo, que induz ao culto e à admiração, mas não à reflexão. (LOPES, 1999, p. 217).

Assim, a utilização de analogias, de forma crítica, refletida, poderia ampliar relações ou familiarizar o aluno com inúmeras situações de seu cotidiano e valorizar seu conhecimento prévio uma vez que, obter-se-ia informações sobre o conteúdo científico e o conteúdo análogo referente ao dia-a-dia ou a um conhecimento prévio que o aluno detenha e que faça parte da analogia. Porém, o tempo que se gastaria ao ensinar um conceito por meio da analogia, tendo em vista uma aprendizagem crítica ao ressaltar as diferenças entre os domínios, seria maior do que o tempo gasto sem a utilização do recurso analógico, uma vez que, o aluno teria que “desaprender” a relação de equivalência que aprendeu pela analogia e voltar sua atenção não só para a aprendizagem do conceito como também para a aprendizagem do análogo, que na relação de ensino-aprendizagem não constituiria um conteúdo de ensino e, com o uso da analogia, ainda que de forma crítica, torna-se conteúdo de ensino.

Como as analogias aparecem com frequência nos livros didáticos de Ciências e não são acompanhadas de recomendações aos professores sobre como utilizá-las e sobre os riscos de seu uso, ou de apresentação aos alunos sobre os limites das analogias, os livros didáticos podem deixar de desenvolver o espírito crítico do aluno, problema que deve ser remediado e orientado pelo professor através da superação das representações por meio da mediação com o conceito.

Após toda reflexão desenvolvida sobre o uso das analogias por livros didáticos no processo de transposição didática pode-se pensar então que devido à possibilidade delas gerarem equívocos conceituais ou pelo fato de, para serem utilizadas de modo a tentar reduzir a geração de confusões na aprendizagem, se gastaria mais tempo e seria também tomado como conteúdo de ensino algo que não é, seu uso deva ser evitado, abolido. Mas esta radicalidade não convém uma vez que, as analogias, entendidas como representação, fazem parte do processo de aquisição do saber mediato, o que não exclui a necessidade de serem superadas. Elas devem ser encaradas como um momento do conhecimento, uma etapa.

De acordo com Garaudy, a superação do imediato ocorre na mediação; o mediato é, portanto, o estado que dela resulta. A superação só se viabiliza quando as coisas ou estados distintos estabelecem relações entre si, mas elas devem, necessariamente, ser de mediação, que é uma relação qualitativa fundada na força que se caracteriza pela negatividade e pelo reflexo. Quando se trata da superação, deve-se ter claro que ela sempre se refere a uma contradição. Por isto, se a superação ocorre na mediação, a contradição também se manifesta nela. Assim, não se pode buscá-la nas coisas, mas nas relações de mediação que elas mantêm entre si. Tanto a contradição como a possibilidade de superá-la dependem do movimento e da totalidade inerentes à força mediadora: a contradição se exprime na relação negativa e reflexiva



que se firma entre as coisas e a sua superação está vinculada à busca da totalidade.

Quando uma contradição é superada, alcança-se uma totalidade qualitativamente diferente daquela que a precedia. A passagem de uma coisa a outra ou de um estado a outro por meio da superação não suprime a coisa ou o estado superados, mas integra-os àqueles que os superaram. Eles não são suprimidos porque também contribuem no processo de superação. A mediação, que é o âmbito no qual se dá a superação, não é unilateral nem excludente; ela busca a totalidade e, deste modo, combate a unilateralidade da parte sem excluí-la do todo e, ao mesmo tempo, sem diluí-la nele. (ALMEIDA, 2001, p.57-58)

Neste ponto, pode-se justificar a questão de pesquisa: Por que apesar dos riscos de sua utilização, elas estão presentes nos livros didáticos como um recurso válido para promover a aprendizagem? Simplesmente porque elas são uma etapa na obtenção do conhecimento, uma tentativa de fazer o aluno compreender. Porém, conforme a análise realizada, o momento das analogias não é superado.

Assim, considerando analogia como uma forma de representação, pode-se concluir que seu uso não deva ser abolido do processo de transposição didática em função da valorização da exposição dos conteúdos científicos de maneira direta, mesmo porque não são os conceitos (mediato) que podem superar as analogias (imediato), mas a relação de negação existente entre eles, a reflexão sobre as contradições entre ambos, as discordâncias.

Esta cogitação é importante inclusive quando se pensa na relação conhecimento cotidiano (senso comum) e conhecimento científico, discutidas no primeiro capítulo desta dissertação, no sentido de mostrar o valor de ambos os conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. O estudo possibilitou ainda compreender a complexidade dos fatores que interferem no processo de tornar o conteúdo ensinável e as dificuldades para o cumprimento das orientações educacionais oficiais. Ao tentar atender o objetivo explicitado de vincular o conhecimento escolar ao conhecimento cotidiano, os diferentes autores chegam a configurações nem sempre equilibradas. A tônica geral parece ser o estabelecimento de ligações com o conteúdo cotidiano no início ou no fim de cada tema, intercalados pela exposição conceitual que deve ser memorizada.

Desta forma, para que as analogias sejam utilizadas no processo de ensino de maneira adequada, que elimine ou controle os riscos de gerar equívocos conceituais, elas devem ser superadas. A superação das analogias se dá por meio da mediação, que acarreta o levantamento de contradições entre representante e representado (análogo e alvo, respectivamente) pela distinção entre eles.

Com este trabalho, buscou-se contribuir para uma maior compreensão do recurso didático analogia no sentido de atentar para sua utilização como meio de realizar a transposição didática contida nos livros didáticos, constituintes da cultura escolar e, desta forma, colaborar inclusive, para o entendimento da cultura escolar como um todo.

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA, J. P. et al. **Ciências Naturais no dia-a-dia - 8ª Série**. 1. ed. Curitiba: Nova Didática, 2004.

ALMEIDA, J. L. V. **Tá na rua: representações da prática dos educadores de rua**. São Paulo: Xamã, 2001.

ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio – Pesquisa em educação em ciências**. v. 2, n. 2, dez. 2002. Disponível em: <[http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v2\\_2/beatrice.pdf](http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v2_2/beatrice.pdf)>. Acesso em: 13 mai. 2005.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARROS, C.; PAULINO, W. R. **Ciências: Física e Química - 8ª Série**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2002.

BITTENCOURT, C. M. F. Autores e editores de compêndios e livros de leitura (1810-1910). **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 30, n. 3, p. 475-491, set. /dez. 2004.

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino das ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 3, n. 2, p. 117-129, 1989.

CHAUÍ, M. **Convite à filosofia**. 10. ed. São Paulo: Ática, 1998.

CHARTIER, R. O mundo como representação. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 5, n. 11, p. 173-191, Jan./Apr. 1991. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S01030141991000100010&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S01030141991000100010&script=sci_arttext&tlng=en)>. Acesso em: 21 mar. 2005.

CHERVEL, A. História das Disciplinas Escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. **Teoria & Educação**, n. 2, p. 177-229, 1990.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, set. /dez. 2004.

CORRÊA, R. L. T. O livro escolar como fonte de pesquisa em História da Educação. **Caderno CEDES**, nov. 2000, v. 20, n. 52, p. 11-23. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-32622000000300002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32622000000300002&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: 14 abr. 2004.

COSTA, M. D. L.; SALÉM, S.; CISCATO, C. A. M. **Vivendo Ciências – Nova Edição -8ª Série**. 2. ed. São Paulo: FDT, 2002.

CRUZ, D. **Ciências & Educação Ambiental Química e Física - 8ª Série**. 21. ed. São Paulo: Ática, 2004.

DAGHER, Z. R. Review of Studies on the Effectiveness of Instructional Analogies in Science Education. **Science Education**, v. 3, n. 79, p. 295-312, 1995.

DOTTI, A. F. **Analogia nos livros didáticos: um recurso didático**. 2002. Relatório de Iniciação Científica. Departamento de Educação-Instituto de Biociências e Letras de São José do Rio Preto, São José do Rio Preto, 2002.

DUARTE, M. C. Analogias na educação em Ciências: contributos e desafios. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, mar. 2005. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10\\_n1\\_a1.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a1.htm). Acesso em: 15 jun. 2005.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 6, n. 75, p. 649-672, 1991.

FERRAZ, D. F.; TERRAZAN, E. A. Um estudo das analogias utilizadas por professores em aulas de Biologia no ensino médio. In: ENCONTRO “PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA”, 8., 2002, São Paulo, 2002. CD-ROM.

FISCARELLI, R. B. de O. **Material didático: discursos e saberes**. 2004. 202 f. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar)-Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, Araraquara, 2004.

FORQUIN, J. C. **Escola e Cultura**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I. A.; GOUVEIA, M. S. F. **O ensino de ciências no primeiro grau - Projeto Magistério**. 6. ed. São Paulo: Atual, 1986.

FRACALANZA, H.; NETO, J. M. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157. out. 2003. Disponível em: <<http://www.fc.unesp.br/pos/revista/pdf/revista9num2/a1r9v2.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2005

FREITAS, S. D. Analogias e metáforas no ensino de ciências: que dizem as pesquisas? In: ENCONTRO “PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA”, 7., 2001, São Paulo, 2001. CD-ROM.

GINZBURG, C. **Olhos de madeira: nove reflexões sobre a distância**. Tradução de Eduardo Brandão. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

GOODSON, I. F. **A Construção Social do Currículo**. Lisboa: Educa, 1997.

HÖFFLING, E. M. Notas para discussão quanto à implementação de programas de governo: em foco o Programa Nacional do Livro Didático. **Educação e Sociedade**, São Paulo, v. 21, n. 70, p. 159-170, abr. 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-73302000000100009&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302000000100009&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 28 ago. 2005.

JULIA, D. A cultura escolar como objeto histórico. **Revista Brasileira de História da Educação**. v. 1, p. 9-43, jan./jun. 2001.

LEFEBVRE, H. **La presencia y la ausencia – Contribución a la teoría de las representaciones**. Tradução de Óscar Barahona e Uxoá Doyhamboure. México: Fondo de Cultura Econômica, 1983.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: UERJ, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de Livros Didáticos 5ª a 8ª Séries. PNLD 2002**. Brasília: MEC/SEF, 2001. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/pnld/index.html>>. Acesso em: 12 dez. 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de Livros Didáticos 5ª a 8ª Séries. PNLD 2005**. Brasília: MEC/SEF, 2004. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/pnld/index.html>>. Acesso em: 21 ago. 2005.

MUNAKATA, K. Dois manuais de história para professores: histórias de sua produção. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n.3, p. 513-529, set. /dez. 2004.

NAGEM, R. L. et al. Analogias e metáforas no cotidiano do professor. In: ANPED, 2003, Poços de Caldas. Minicurso. Disponível em: <www.anped.org.br/26/outrostextos/mc08ronaldonagem.doc>. Acesso em: 20 mar. 2004.

OLIVEIRA, C. R. G. A. de. - **As séries graduadas de leitura na escola primária paulista (1890-1910)**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar)-Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, Araraquara, 2004.

PÁDUA, I. C. A.; NAGEM, R. L. Analogias e metáforas e a mediação didática: uma relação possível? In: ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Ensino, 11., 2002, Goiânia – Go. Resumo não paginado enviado por autores via e-mail. 2002.

PERRENOUD, P. **Avaliação – da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas sul, 1999.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo, - uma reflexão sobre a prática**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

SILVA, T. P. **A transposição didática e o ensino de Ciências**. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar)-Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, Araraquara, 2001.

SOARES, M. B. A linguagem didática. In: NAGLE, J. (Org). **Educação e Linguagem: um exame do discurso pedagógico**. São Paulo: Edart, 1976. p. 145-160.

TERRAZAN, E. et al. Análise de apresentações analógicas em coleções didáticas de Biologia. In: ENCONTRO “PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA”, 8., 2002, São Paulo, 2002. CD-ROM.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. Química no efeito estufa. **Química Nova na Escola**, n. 8, nov. 1998.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C.; SILVA, R. R. **O azul do planeta**. São Paulo: Moderna, 1995.

VALDEMARIN, V. T. **Estudando as lições de coisas: uma análise dos fundamentos filosóficos do Método de Ensino Intuitivo**. Campinas, SP: Autores Associados, 2004. (Coleção educação contemporânea).

VEIGA, I. P. A. (Org). **Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível**. Campinas, SP: Papirus, 1995.

VILLANI, A. Distorções conceituais dos atributos do som filosofia da ciência e ensino de ciência: uma analogia. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 169-181, 2001. Disponível em: <<http://www.fc.unesp.br/pos/revista/pdf/revista7vol2/art3rev7vol2.pdf>>. Acesso em: 30 mai. 2004.

## **ANEXOS**

ANEXO A – LIVRO CIÊNCIAS & EDUCAÇÃO AMBIENTAL – QUÍMICA E FÍSICA

ANEXO B – LIVRO CIÊNCIAS: FÍSICA E QUÍMICA

ANEXO C – LIVRO CIÊNCIAS NATURAIS NO DIA-A-DIA

ANEXO D – LIVRO VIVENDO CIÊNCIAS



## ANEXO A - LIVRO CIÊNCIAS &amp; EDUCAÇÃO AMBIENTAL QUÍMICA E FÍSICA



Fig. 1: Capa do livro.



Fig. 2: Contracapa do livro

Apresentação das páginas 31 a 43 do capítulo 3 analisado na seção 3 desta dissertação intitulada “SELEÇÃO, DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS”.

**CAPÍTULO 3** **O átomo** 31

Observe as fotos e troque ideias com seus colegas.



*Centaurea azul (Centaurea cyanus), planta que cresce no hemisfério norte.*



*Papoula vermelha (Papaver rhoeas), planta nativa da Europa e da Ásia.*

- Por que algumas flores são azuis e outras são vermelhas?
  - E por que algumas partes das plantas são verdes?
- De que são feitas as flores e as outras partes das plantas?

---

**As plantas também são matéria**

As plantas e suas flores, assim como outros seres vivos, também são formadas por átomos e moléculas. E a presença (ou ausência) de um único átomo em uma das suas moléculas pode fazer muita diferença. Por exemplo, mudar o azul das pétalas para vermelho, ou o contrário. À luz do dia, vemos as flores da centáurea como azuis e as da papoula como vermelhas (sobre a visão das cores, leia mais no capítulo 24). Nas duas flores, duas cores tão diferentes são o resultado da presença de moléculas praticamente iguais em suas pétalas. A única diferença entre tais moléculas é um átomo de hidrogênio. (Leia mais sobre isso no capítulo 11.)

Outras partes das plantas (talos e folhas) contêm moléculas de clorofila, que, à luz do dia, fazem com que essas partes sejam verdes para nossos olhos. A molécula de clorofila possui um único átomo de magnésio em sua estrutura e a falta

desses átomos no solo pode matar a planta, porque, sem eles, a planta não fabrica clorofila e, sem clorofila, não faz fotossíntese.

Apesar da grande diferença que fazem quando presentes ou ausentes, os átomos são muito, muito pequenos. É por isso que não podemos vê-los. Vemos apenas os seus efeitos, como os mostrados nas fotos acima. Também podemos ver “imagens” de átomos feitas com técnicas especiais de microscopia.

Imagem de um único átomo de ouro produzida por microscópio especial. Mesmo com o aumento de cerca de 30 milhões de vezes, um átomo individual parece apenas um boirão, sem estrutura definida.





### A dimensão do átomo

Se fosse possível enfileirar átomos ao longo de uma régua de 10 cm, conseguiríamos colocar ali 1 bilhão de átomos.

O núcleo do átomo pode ser de 10 mil a 100 mil vezes menor que o átomo. Nessa proporção, podemos imaginar: uma formiga (correspondendo ao núcleo) no centro do Maracanã (correspondendo ao átomo).

Imagine que todos os seres ao seu redor, mas não você, aumentassem de tamanho na mesma proporção, até que os átomos que os compõem se tornassem visíveis aos seus olhos. Aconteceria o seguinte:

- aumento de 100 vezes – os outros seres humanos seriam gigantes, com uma altura média de 160 m, e as vespas seriam animais terríveis, grandes como touros; os átomos não seriam perceptíveis;
- aumento de mais 100 vezes (ou seja, 10 mil vezes) – os homens agora seriam do tamanho de montanhas

com 15 ou 20 km de altura, as vespas teriam várias centenas de metros, um fio de cabelo teria 1 m de espessura, os micróbios apresentariam no mínimo 1 cm de comprimento; ainda assim, os átomos seriam imperceptíveis;

- novo aumento de mais 100 vezes (ou seja, um milhão de vezes) – a espessura de um fio de cabelo seria de 100 m, os micróbios teriam no mínimo 1 m, mas os átomos não alcançariam um décimo de milímetro;
- aumento de mais 100 vezes (ou seja, 100 milhões de vezes) – agora o átomo de hidrogênio seria facilmente perceptível, mas o diâmetro de um fio de cabelo atingiria 10 km, os micróbios seriam monstros com no mínimo 100 m de comprimento e uma bola de bilhar teria o diâmetro da Terra.

Adaptado de: Marzegli, Albert P. e Sabato, Jorge A. *Física*. Porto Alegre, Globo, 1973.

Neste livro, você utilizará representações (ou modelos) para estudar os átomos. Em todo o livro, eles estão representados por círculos e esferas muitos milhões de vezes maiores do que o tamanho real de um átomo.

## Um pouco de História

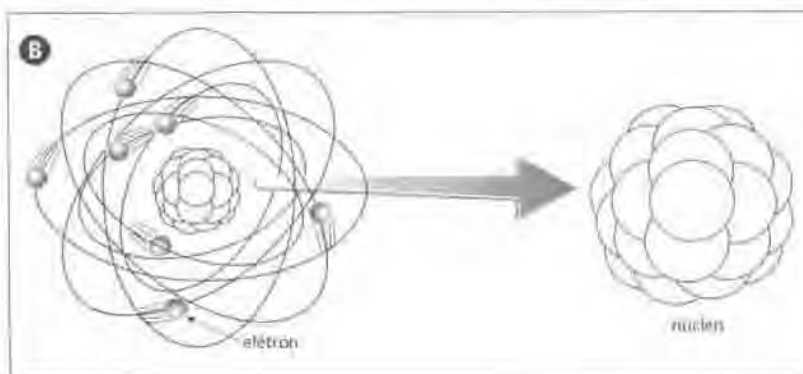
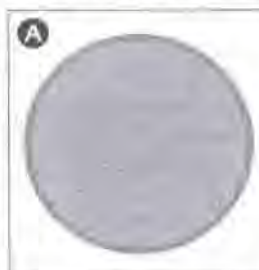
Compare os modelos do átomo propostos por cientistas através dos tempos.

Cerca de 500 anos antes de Cristo, o filósofo grego **Demócrito** já afirmava que a matéria era formada por partículas muito pequenas, as quais ele chamou de átomos. Átomo, em grego, quer dizer indivisível.

Durante muito tempo se pensou que o átomo fosse indivisível. Tanto que, em 1803, o cientista inglês **John Dalton**, ao propor o primeiro modelo atômico, comparou o átomo a uma esfera maciça extremamente pequena e indivisível. Mas

esse modelo não explicava muitos fenômenos que ocorriam com a matéria.

Assim, os cientistas continuaram pesquisando o mundo atômico, até que no século XX dois cientistas, **Ernest Rutherford** (1871-1937) e **Niels Bohr** (1885-1962), propuseram um modelo que comparava a estrutura do átomo ao Sistema Solar. Ou seja, da mesma maneira que os planetas giram ao redor do Sol, o átomo teria um **núcleo** com **prótons** ao redor do qual girariam outras partículas, os **elétrons**, formando a **eletrosfera**.



(A) Átomo de carbono, conforme modelo proposto pelo cientista inglês John Dalton em 1803. Para Dalton, o átomo era indivisível.

(B) Modelo de 1911, elaborado pelos cientistas Ernest Rutherford (inglês) e Niels Bohr (dinamarquês), que comparava a estrutura do átomo ao Sistema Solar. Ou seja, da mesma maneira que os planetas giram ao redor do Sol, o átomo teria um núcleo ao redor do qual girariam partículas chamadas elétrons. (Observação: os tamanhos mostrados nos desenhos não correspondem ao tamanho real dos átomos, que são muitíssimo pequenos – o raio de um átomo de carbono, por exemplo, tem apenas cerca de  $0,00000000015$  m ou  $1,5 \cdot 10^{-10}$  m.)

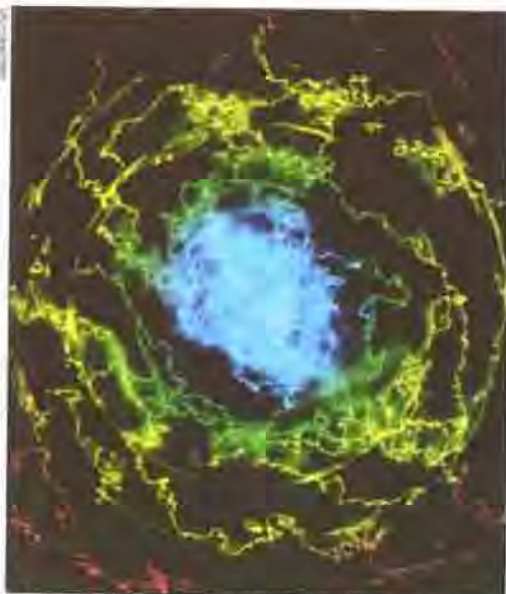
Até 1932 já haviam sido descobertas três **partículas atômicas** (partículas que compõem o átomo): os elétrons, os prótons e os **nêutrons**. Nessa época o modelo atômico mais aceito era o de Rutherford e Bohr: os prótons e nêutrons ocupavam uma região diminuta, central, formavam o núcleo do átomo, os elétrons moviam-se ao redor do núcleo atômico em órbitas definidas.

Atualmente não se admite a ideia de órbitas definidas para os elétrons. Os cientistas propõem a existência de **orbitais**, regiões do átomo nas quais a probabilidade de encontrar elétrons é maior.

Em 1932 o físico inglês James Chadwick descobriu a existência dos nêutrons, partículas que, junto com os prótons, formam o núcleo atômico.

Atualmente, sabe-se que existem muitas outras partículas na composição do átomo, muito menores que os elétrons, como os **quarks**, partículas fundamentais que formam os nêutrons e os prótons.

Neste livro, porém, você estudará apenas fenômenos relacionados aos elétrons, prótons e nêutrons.



A imagem representa as orbitais do átomo de hélio. As cores indicam os lugares de maior densidade eletrônica, indo do azul (maior densidade) ao vermelho (menor densidade) e passando pelo verde.

### ● Por que é importante estudar o átomo

A descoberta das partículas do átomo e do comportamento dessas partículas foi de funda-

mental importância para o avanço da ciência e da tecnologia. Ao estudar as Unidades II e III, aos poucos você irá percebendo o significado desse conhecimento.

A descoberta dos elétrons, por exemplo, ampliou a compreensão do fenômeno da **eletricidade**, o que representou uma verdadeira revolução para a humanidade, tendo transformado totalmente a indústria, os transportes, as comunicações, etc. (Esse assunto será estudado na Unidade III.)

## Desvendando o mundo atômico

Para facilitar o estudo do átomo, geralmente se usa um modelo simplificado, como o da figura a seguir.



Esquema do átomo do cálcio: 20 p = vinte prótons; 20 n = vinte nêutrons; as esferas sobre os círculos representam os 20 elétrons do átomo de cálcio.

É importante lembrar que o átomo é constituído de um núcleo central, no qual se encontram os prótons e os nêutrons; em torno do núcleo, externamente, movimentam-se os elétrons. Lembre-se também de que o raio do núcleo é cerca de 10 mil a 100 mil vezes menor que o raio do átomo. Na figura, ele está representado fora de escala, pois, se estivesse na proporção correta, não seria visto.

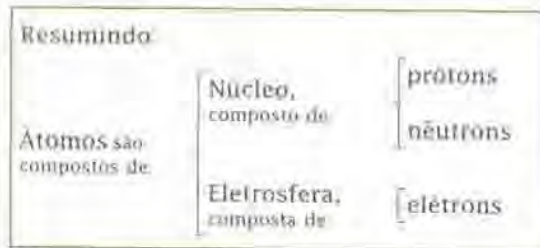
### ● Núcleo e eletrosfera

Como acabamos de dizer, o núcleo do átomo é formado por dois tipos diferentes de partícula: os prótons (**p**) e os nêutrons (**n**).

A eletrosfera circunda o núcleo e é constituída pelos elétrons (**e**).



Em um átomo, o número de prótons é igual ao número de elétrons. O número de nêutrons, no entanto, pode ser diferente do número de elétrons e de prótons.



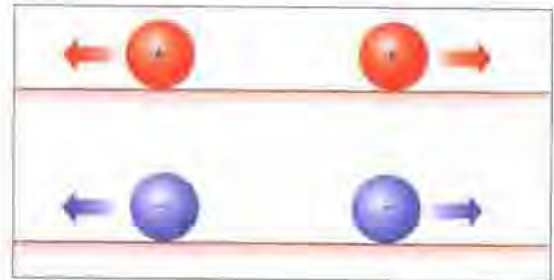
### As partículas têm cargas elétricas

Vamos começar o estudo desse tema com a descrição e a análise de dois experimentos que você poderá realizar facilmente.

1) Com um pedaço de flanela, atrite (esfregue) por alguns instantes duas bolinhas de plástico. Elas devem estar penduradas num suporte, de maneira tal que fiquem livres (sem tocar em nada) e a uma pequena distância uma da outra. Veja o que acontece depois que elas são atritadas:



Depois de atritadas com flanela por alguns instantes, as duas bolinhas de plástico ficaram eletrizadas, ou seja, adquiriram **carga elétrica**. Como você deve ter observado, houve um movimento de repulsão entre elas, o que indica que ambas adquiriram carga elétrica igual (por convenção, denominadas **cargas elétricas negativas** e **cargas elétricas positivas** e representadas por  $-$  ou  $+$ ). Porque cargas elétricas iguais se repelem. Veja o esquema:

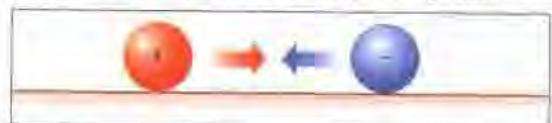


2) Agora, com a flanela, atrite por alguns instantes um bastão de vidro e, separadamente, também com a flanela, atrite uma das bolinhas de plástico. Aproxime o bastão atritado da bolinha também atritada (aproxime bastante o bastão, mas não o encoste na bolinha). Veja o que acontece.



O bastão e a bolinha se atraem mutuamente.

Depois de atritado com flanela por alguns instantes, o bastão de vidro ficou eletrizado, ou seja, adquiriu determinada carga elétrica. Como você deve ter observado, houve um movimento de atração entre o bastão de vidro e a bolinha de plástico, o que indica que o vidro adquiriu carga elétrica diferente da carga adquirida pelo plástico (representadas por  $+$  ou  $-$ ). Porque cargas elétricas diferentes se atraem. Veja o esquema:



Com esse experimento ilustramos um princípio básico da eletricidade:

Cargas de mesmo sinal se repelem. Cargas de sinal contrário se atraem.

### Explicando alguns pontos

Antes de mais nada, saiba que:

- os prótons e os elétrons têm carga elétrica;
- os nêutrons não têm carga elétrica.

Tendo observado experimentalmente que a carga elétrica dos prótons tem um comportamento contrário ao da carga elétrica dos elétrons, os cientistas associaram:

- o sinal positivo (+) à carga elétrica dos prótons,
- o sinal negativo (-) à carga elétrica dos elétrons.

Considerando essas informações, podemos representar o átomo pelo modelo:



Lembre-se: as cores são apenas ilustrativas, pois, individualmente, os átomos não têm cores. As dimensões não estão em escala: o raio do núcleo é muitas vezes menor que o raio total do átomo e os elétrons são muitíssimo menores que o núcleo.

Em segundo lugar, considere que:

- materiais neutros (não eletrizados) têm o mesmo número de prótons e de elétrons.
- quando dois materiais são postos em contato, os elétrons dos átomos de um podem passar para os átomos do outro. Assim, quando atritados, os diferentes materiais podem perder ou ganhar elétrons.
- ao ser atritado, o material que ganhar elétrons ficará com mais cargas elétricas negativas (mais elétrons) do que positivas (do que prótons) e, portanto, eletrizado negativamente.

- ao ser atritado, o material que perder elétrons ficará com mais cargas elétricas positivas (mais prótons) do que negativas (do que elétrons) e, portanto, eletrizado positivamente.

### Concluindo

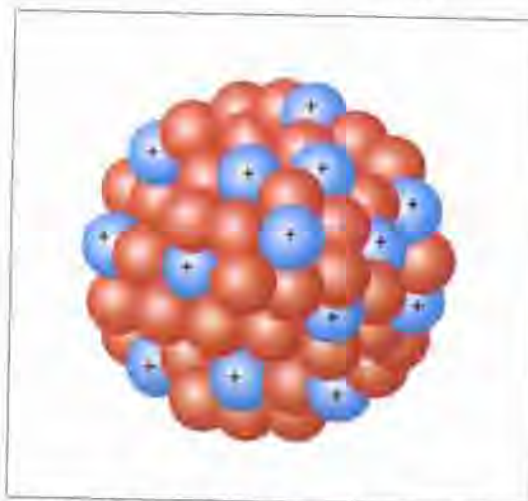
No experimento 2, os diferentes materiais (plástico e vidro) se atraíram mutuamente; logo, podemos considerar que um deles adquiriu carga elétrica positiva (+) e o outro, carga elétrica negativa (-).

Admitindo que os átomos do plástico, quando a bolinha foi atritada, tenham adquirido carga elétrica negativa, então os átomos do vidro terão adquirido carga elétrica positiva, ou seja, quando os objetos foram atritados, os átomos do plástico ganharam elétrons e os do vidro perderam elétrons.

### Qual o papel dos nêutrons?

Se cargas de mesmo sinal se repelem, como se explica o fato de os prótons, todos com carga elétrica positiva, se manterem unidos no núcleo do átomo?

Isso é possível porque, além dos prótons, o núcleo do átomo tem nêutrons, partículas sem carga elétrica. E entre prótons e nêutrons existe uma força de atração muito intensa, maior do que a repulsão elétrica dos prótons entre si. Essa atração é chamada de **interação nuclear**. O núcleo de um átomo pode ser representado por:



Os prótons (+) e os nêutrons estão fortemente agrupados. Esse agrupamento ocorre pela forte interação nuclear. (Observação: as cores são apenas ilustrativas, pois prótons e nêutrons não têm cor.)

Portanto, os nêutrons são um dos fatores que permitem a manutenção do núcleo do átomo.



## Número atômico e número de massa

Para identificar os diferentes átomos existentes, a química costuma atribuir números a eles, conforme as características que apresentam.

O principal é o **número atômico**, que corresponde ao número de prótons existentes no átomo. É representado pela letra **Z**.

Exemplos: o número atômico do átomo de carbono é  $Z = 6$  (6 prótons); o do átomo de oxigênio é  $Z = 8$  (8 prótons); o do átomo de estanho é  $Z = 50$  (50 prótons).

A soma do número de prótons e de nêutrons existentes no núcleo de um átomo recebe o nome de **número de massa**. O número de massa é representado pela letra **A**.

Exemplo: o átomo de carbono possui 6 prótons e 6 nêutrons no núcleo. Logo, seu número de massa é  $A = 6 + 6 = 12$ .

### Resumindo:

- $A = \text{número de massa} = p + n$ ;
- $Z = \text{número atômico} = p$ .

Você deve ter percebido que, para determinar o número de massa **A**, só o núcleo do átomo é considerado, ou seja, consideramos apenas os prótons e os nêutrons. Isso porque a **massa do elétron** é praticamente desprezível, sendo cerca de 1840 vezes menor que a massa do próton e do nêutron.

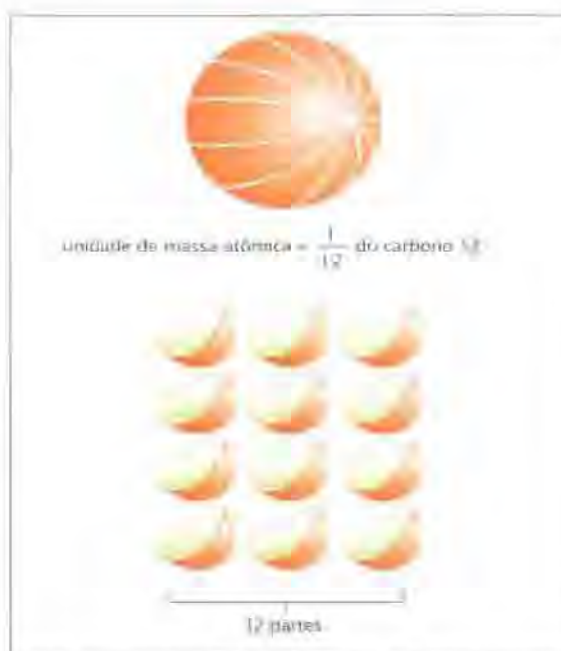
### Resumindo:

		Carga elétrica	Massa
Eletrosfera	elétrons	-1	1/1840
	prótons	+1	1
Núcleo	prótons	+1	1
	nêutrons	0	1

## Massa atômica

O átomo é tão minúsculo que para determinar sua massa (**massa atômica**) os cientistas precisavam de algo que pudesse ser usado como padrão. Assim, em 1961 adotou-se como **átomo padrão** o átomo do carbono (C), que tem número atômico (Z) igual a 6 e número de massa (A) igual a 12.

A partir daí, os cientistas imaginaram o átomo do carbono dividido em doze partes iguais e consideraram uma dessas partes como a **unidade de massa atômica (u)**. O esquema a seguir pode ajudar a compreender melhor o significado de unidade de massa atômica.



Modelo representando o átomo de carbono (C), dividido em doze partes iguais. (Observação: trata-se apenas de um modelo didático; como você já viu, átomos não são maçãs nem podem ser divididos em fatias, como uma maçã; além disso, individualmente, não têm cores e são milhões de vezes menores que o modelo: o átomo de carbono tem cerca de 0,00000000015 m ou  $1,5 \cdot 10^{-10}$  m de diâmetro.)

Ou seja, a unidade de massa atômica (u) corresponde a 1/12 de massa do carbono 12.

A tabela abaixo apresenta alguns elementos químicos com seu número atômico (Z), seu número de massa (A) e sua massa atômica:

Elemento químico	Z	A	Massa atômica (aproximada)
oxigênio	8	16	15,9 u
hidrogênio	1	1	1,0 u
carbono	6	12	12,0 u
magnésio	12	24	24,3 u

É importante observar que:

- quando afirmamos, por exemplo, que a massa atômica do hélio é 4, queremos dizer que sua massa é 4 vezes maior do que 1/12 da massa do carbono.
- o número de massa (A) e a massa atômica dos elementos químicos são aproximadamente iguais. Isso porque, para a massa atômica do átomo de carbono, que é o padrão, foi adotado o valor 12, que é igual a seu número de massa ( $A = 12$ ).

## O arranjo dos elétrons na eletrosfera

Como já vimos, a eletrosfera é constituída por elétrons localizados ao redor do núcleo do átomo em regiões denominadas orbitais.

Os orbitais são descritos pelos pesquisadores como nuvens de elétrons que se movimentam em alta velocidade. Esse movimento é tão indefinido quanto é indefinido o lugar que um elétron ocupa num determinado momento na eletrosfera. (Reveja o esquema atual do átomo no início deste capítulo.)

O núcleo atômico (prótons e nêutrons) exerce uma atração sobre os elétrons. Você sabe explicar esse fenômeno? Pense no assunto (traçar um esquema rápido no caderno ajuda a pensar). Depois, confira com o texto a seguir.

Além da atração entre elétrons (-) e prótons (+), existe uma força de atração ainda maior entre prótons (sem carga elétrica) e nêutrons. A força de atração entre prótons e nêutrons mantém o núcleo do átomo.

Por outro lado, o núcleo tem massa correspondente à soma dos seus números de prótons e nêutrons, e os elétrons têm massa desprezível, se comparada à massa do núcleo atômico.

Portanto, os elétrons orbitam o núcleo estando submetidos a duas forças de atração

- a mais intensa, que é a força determinada pela diferença de carga elétrica em relação aos prótons (+ e - se atraem);
- a menos intensa, que é a força exercida pela massa do núcleo sobre os elétrons.

### A energia dos elétrons e o núcleo

Apesar de serem atraídos para o núcleo por duas forças diferentes, os elétrons nunca chegam a colidir com ele, mantendo-se orbitando a certa distância.

Isso acontece porque os elétrons são dotados de uma energia natural capaz de mantê-los em movimentos orbitais rapidíssimos. Essa energia é responsável pela liberdade que os elétrons apresentam em relação ao núcleo atômico.

Quanto mais distante do núcleo atômico estiver o elétron, menor será a força de atração nuclear sobre ele e maior será sua energia.

É por isso que em algumas substâncias, como os metais, os elétrons da periferia dos átomos

podem libertar-se, tornando-se elétrons livres. Esse fenômeno será apresentado mais adiante, sob o título *O que são íons*.

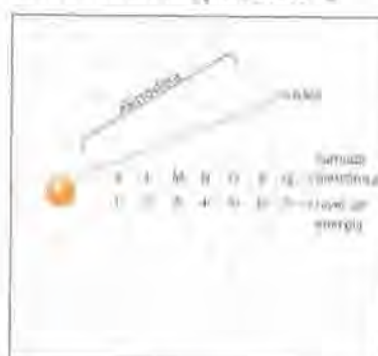
### A distribuição dos elétrons na eletrosfera

Como já dissemos, a posição dos elétrons na eletrosfera é incerta, por isso os cientistas preferem identificá-los pela quantidade de energia que apresentam. Com base na quantidade de energia dos elétrons, criou-se um modelo para descrever a distribuição dessas partículas na eletrosfera.

Esse modelo costuma ser representado por uma série de camadas concêntricas ao núcleo, denominadas **camadas eletrônicas** ou níveis de energia. Elétrons com menor quantidade de energia ocupam camadas mais próximas do núcleo, elétrons com maior quantidade de energia ocupam camadas mais distantes do núcleo.

Um átomo pode ter no máximo sete camadas eletrônicas. Cada uma delas é designada por uma letra do alfabeto.

A primeira camada, que é a mais próxima do núcleo do átomo, é designada pela letra **K**; a segunda, pela letra **L**; a terceira, pela letra **M**; a quarta, pela letra **N**; a quinta, pela letra **O**; a sexta, pela letra **P**; a sétima, pela letra **Q**.



Esquema representando as camadas eletrônicas de um átomo. (Observação: esquema didático, no qual o raio do núcleo e o raio do átomo não estão em escala.)

Cada uma das camadas eletrônicas comporta um número máximo de elétrons, conforme mostra o quadro abaixo:

TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE ELÉTRONS	
Camada eletrônica	Número máximo de elétrons
K	2
L	8
M	18
N	32
O	32
P	18
Q	2



De modo geral, os átomos não apresentam todas as sete camadas eletrônicas. O átomo de hidrogênio, por exemplo, tem apenas uma. Já o átomo de mercúrio tem 6.

Qualquer que seja, porém, o número de camadas eletrônicas de um átomo, a última camada nunca tem mais de 8 elétrons e as camadas **K** e **Q** só podem ter 2 elétrons.

### Estudo das camadas a partir de três exemplos

Para entender melhor a distribuição dos elétrons em um átomo, acompanhe os exemplos de três átomos diferentes: hélio, carbono e cálcio. Analise os esquemas, fazendo uma comparação com o texto que segue.



Note que, nos três esquemas, os raios do núcleo e do átomo não estão em escala, nem tampouco os elétrons, que são muito menores em relação ao núcleo.

Lembre:

- Num átomo, o número de prótons é igual ao número de elétrons; o número de nêutrons pode ser diferente do número de prótons e de elétrons;
  - $A$  = número de massa (prótons **p** + nêutrons **n**);
  - $Z$  = número atômico (número de prótons).
- Para o átomo de hélio:  $A = 4$ ;  $Z = 2$ .

Como  $Z$  corresponde ao número de prótons, o átomo de hélio tem 2 prótons. Consequentemente, esse átomo possui também 2 elétrons.

Como  $A = p + n$ , temos:

$$\text{número de nêutrons} = 4 - 2 = 2$$

Assim, o átomo de hélio tem

2	prótons
2	nêutrons
2	elétrons

Reveja o esquema do átomo de hélio. Note que esse átomo tem apenas uma camada eletrônica; trata-se, portanto, da camada **K**, com 2 elétrons. Observe também que esse é o número máximo de elétrons dessa camada.

Para o átomo de carbono:  $A = 12$ ;  $Z = 6$ .

Repetindo o raciocínio acima, concluímos que o átomo de carbono tem:

6	prótons
6	elétrons
6	nêutrons

Reveja o esquema do átomo de carbono. Observe que esse átomo tem duas camadas; portanto, as camadas **K**, com 2 elétrons, e a camada **L**, com 4 elétrons.

Para o átomo de cálcio:  $A = 40$ ;  $Z = 20$ .

O átomo de cálcio tem:

20	prótons
20	elétrons
20	nêutrons

Distribuindo os elétrons pelas camadas, temos:

K = 2	elétrons
L = 8	elétrons
M = 8	elétrons
N = 2	elétrons

Reveja o esquema do átomo de cálcio, conferindo os dados acima apresentados. É importante observar que, de acordo com a tabela de distribuição de elétrons (pagina 37), a camada **M** do átomo de cálcio teria 10 elétrons, pois o número máximo de elétrons nessa camada é 18. Mas como ela seria a última camada que não pode ter

mais que 8 elétrons, a camada **M** fica com 8 elétrons e os dois restantes ficam na camada **N**, que, na verdade, é a última.

### Regra para a distribuição dos elétrons no átomo

Agora que já vimos como os elétrons se distribuem num átomo, vamos aprender uma regra prática de como essa distribuição pode ser feita. Para isso, é importante lembrar que, em qualquer átomo:

- a penúltima camada tem no máximo 18 elétrons;
- a última camada tem no máximo 8 elétrons; quando a última camada é a **K**, ela contém no máximo 2 elétrons.

**Regra prática** – Ao fazermos a **distribuição eletrônica**, se a última camada ficar com:

- mais de 8 elétrons e menos de 18, esse número é cancelado e em seu lugar coloca-se o número 8, a diferença é então passada para a camada seguinte;
- mais de 18 elétrons, esse número é cancelado e em seu lugar coloca-se 18, a diferença é passada para a camada seguinte.

Vamos aplicar essa regra, usando três exemplos.

1) Cálcio, com 20 elétrons:

K	L	M	N
2	8	10 <del>8</del>	2

Observe que a última camada ficaria com 10 elétrons, número que está entre 8 e 18. Então, cancelamos o 10, colocamos 8 e passamos a diferença (2) para a camada seguinte, que é a **N**. Assim, a distribuição eletrônica do cálcio fica: K, 2; L, 8; M, 18; N, 2.

2) Iodo, com 53 elétrons:

K	L	M	N	O
2	8	18	25 <del>18</del>	7

Observe que a última camada ficaria com 25 elétrons, isto é, mais de 18. Então, cancelamos o 25, colocamos 18 e passamos a diferença (7) para a camada seguinte, que é a **O**. Logo, a distribuição eletrônica do iodo fica: K, 2; L, 8; M, 18; N, 18; O, 7.

3) Rádío, com 88 elétrons:

K	L	M	N	O	P	Q
2	8	18	32	28 <del>18</del>	10 <del>8</del>	2

Observe que, como a camada **O** ficaria com mais de 18 elétrons, cancelamos o 28 e colocamos 18. Ainda assim, a última camada ficaria com mais de 8 elétrons. Então, cancelamos o 10 e colocamos 8, passando a diferença (2) para a camada seguinte, que é a **Q**. Assim, a distribuição eletrônica do rádio fica: K, 2; L, 8; M, 18; N, 32; O, 18; P, 8; Q, 2.

### É importante saber

A regra de distribuição de elétrons que você estudou não é válida para todos os tipos de átomos, como, por exemplo, os átomos de ferro, cobre e zircônio, considerados elementos de transição. Nesses elementos, a distribuição eletrônica exige a aplicação de outras regras.

Para reforçar seu aprendizado, apresentamos no quadro abaixo mais exemplos de distribuição eletrônica:

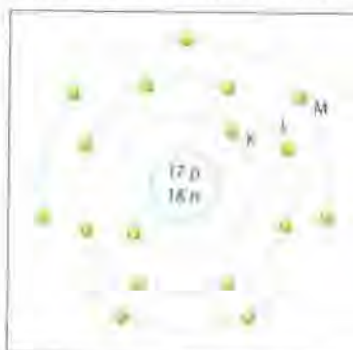
Elemento	Nº atômico	K	L	M	N	O	P	Q
F (flúor)	9	2	7					
Al (alumínio)	13	2	8	3				
K (potássio)	19	2	8	8	1			
As (arsênio)	33	2	8	18	5			
Sr (estrôncio)	38	2	8	18	8	2		
Sn (estanho)	50	2	8	18	18	4		

### O que são ions

Como já dissemos, um átomo qualquer apresenta igual número de prótons e de elétrons. Isso significa que ele é eletricamente neutro.

Acontece, porém, que os átomos apresentam uma tendência natural a perder ou ganhar elétrons, de forma a completar a última camada de sua eletrosfera, ou seja, com 8 elétrons (ou 2, caso a última camada seja a **K**). Essa tendência existe porque, com a última camada preenchida, o átomo adquire estabilidade.

Vamos ver um exemplo estudando o átomo de cloro (cujo símbolo é Cl). O átomo de cloro tem 17 prótons, 17 elétrons e 18 nêutrons. Veja o esquema:



Esquema do átomo de cloro.



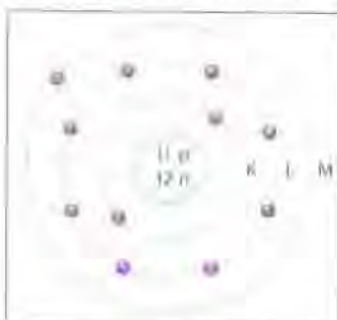
Observe que a última camada eletrônica do átomo de cloro (a camada **M**) tem 7 elétrons. Para que ele adquira estabilidade, a última camada deve ter 8 elétrons, portanto, esse átomo deverá receber 1 elétron. Porém, caso ganhe o elétron que lhe falta, o átomo de cloro deixará de ser neutro, pois passará a ter 17 prótons e 18 elétrons.

Nesse caso, o átomo de cloro ficará carregado negativamente, pois terá mais elétrons (cargas negativas) do que prótons (cargas positivas).

O átomo carregado negativamente recebe o nome de íon negativo ou ânion.

Assim, o íon de nosso exemplo, denominado íon cloreto, é representado por  $\text{Cl}^-$ . O sinal negativo (-) indica que o átomo de cloro ganhou 1 elétron.

Vejamos agora outro exemplo, considerando o átomo de sódio (símbolo Na). Esse átomo tem 11 prótons, 11 elétrons e 12 nêutrons. Veja o esquema:



Esquema do átomo de sódio.

Observe que esse átomo tem apenas 1 elétron na última camada. Se ele perder esse elétron, a camada eletrônica anterior ficará completa (com 8 elétrons) e o átomo de sódio ficará estável. Porém, deixará de ser neutro, pois terá 11 prótons e 10 elétrons.

Nesse caso, dizemos que o átomo de sódio ficou carregado positivamente, pois seu número de prótons (cargas positivas) tornou-se maior que seu número de elétrons (cargas negativas).

O átomo carregado positivamente recebe o nome de íon positivo ou cátion.

Assim, o átomo de sódio, denominado íon sódio, é representado por  $\text{Na}^+$ . O sinal positivo (+) indica que o átomo de sódio perdeu 1 elétron.

### Resumindo: íons ânions e íons cátions

A partir do que foi visto acima, podemos dizer que os íons se classificam em dois tipos: **ânions** (-) e **cátions** (+).

**Ânions** – São os **íons negativos**, pois o número de elétrons do átomo é maior do que o de prótons. Ou seja, o átomo ganhou elétrons. Abaixo, as representações de dois tipos de ânions:

$\text{Cl}^-$  ou  $\text{Cl}^-$  (íon cloreto)

A notação 1<sup>-</sup> indica que o átomo de cloro ganhou 1 elétron.

$\text{S}^{2-}$  ou  $\text{S}^{2-}$  (íon enxofre)

A notação 2<sup>-</sup> indica que o átomo de enxofre (símbolo S) ganhou 2 elétrons.

**Cátions** – São os **íons positivos**, pois nesse caso o número de elétrons do átomo é menor que o de prótons. Ou seja, o átomo perdeu elétrons. Abaixo, as representações de dois tipos de cátions:

$\text{Na}^+$  ou  $\text{Na}^+$  (íon sódio)

A notação 1<sup>+</sup> indica que o átomo de sódio perdeu 1 elétron.

$\text{Ca}^{2+}$  ou  $\text{Ca}^{2+}$  (íon cálcio)

A notação 2<sup>+</sup> indica que o átomo de cálcio perdeu 2 elétrons.

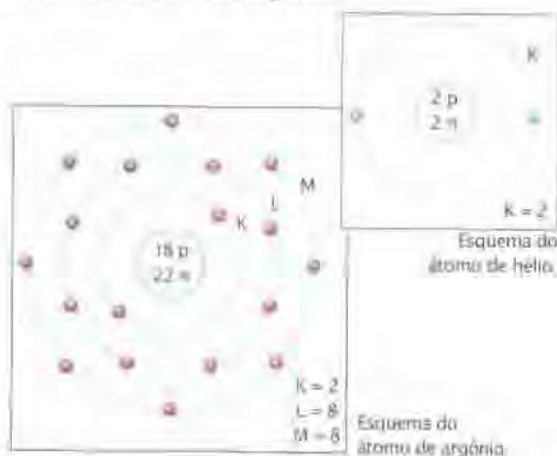
## Átomos dos gases nobres

Você já sabe que os átomos se combinam entre si dando origem às substâncias.

Porém, átomos que têm 8 elétrons na última camada são átomos estáveis e raramente se combinam com outros átomos. Essa é a condição natural dos átomos de certos gases, como o argônio, que recebe o nome de **gás nobre**.

O gás hélio também é classificado como gás nobre. Ele tem apenas 2 elétrons na camada eletrônica (K), que é, ao mesmo tempo, primeira e última camada e está completa com 2 elétrons.

Sendo assim, o hélio é estável e não se combina com outros átomos. Compare sua distribuição eletrônica com a do argônio:



Esquema do átomo de hélio.

Esquema do átomo de argônio.

**Em foco**

Atritou-se por alguns instantes um pente de plástico com um pedaço de lã. Em seguida, aproximou-se o bastão de um filete de água escorrendo de uma torneira.



Responda no caderno:

1. O que aconteceu quando o pente de plástico atritado com lã foi aproximado do filete de água?
2. Explique esse fenômeno, utilizando o que aprendeu sobre o comportamento das cargas elétricas.

**Eis a questão!**

1. A hemoglobina, molécula que faz parte de nossas hemácias (as células que transportam o oxigênio), tem quatro átomos de ferro em sua estrutura. Normalmente, as hemácias são destruídas pelo organismo e uma porcentagem do ferro das moléculas é eliminada com as fezes. Explique por que pessoas anêmicas (doentes que têm poucas hemácias) devem ingerir alimentos ricos em ferro.
2. Em 1911, o físico inglês Ernest Rutherford propôs o modelo atômico que comparava o átomo ao Sistema Solar, modelo que foi aperfeiçoado pelo dinamarquês Niels Bohr. Desenhe a estrutura do átomo segundo o modelo proposto por esses dois cientistas. Inclua legendas.
3. Elétrons são partículas carregadas negativamente que giram em torno do núcleo do átomo, seguindo órbitas definidas. Você concorda ou discorda dessa afirmativa? Por quê?
4. Compare número atômico e número de massa.
5. Para determinar o número de massa de um átomo, levamos em conta apenas as partículas do núcleo. Explique por quê.
6. A massa atômica da prata é 107,87 u, podendo ser arredondada para 108. Que relação existe entre a massa atômica da prata e a massa atômica do carbono?
7. Cátion é um íon positivo porque ganhou cargas elétricas positivas. Certo ou errado? Explique sua resposta.
8. Ânion é um íon negativo porque ganhou cargas negativas. Certo ou errado? Justifique sua resposta.
9. Os átomos dos gases nobres raramente se combinam com átomos de outros elementos. Por quê?
10. Os átomos dos gases nobres têm 8 elétrons na última camada. O átomo de hélio tem apenas 2 elétrons na última camada. Mesmo assim ele também é considerado gás nobre. Explique por quê.
11. Aplicando a regra que você aprendeu neste capítulo, faça a distribuição eletrônica dos seguintes átomos:
  - a) bromo ( $Z = 35$ );
  - b) rubídio ( $Z = 37$ ).



## No seu dia-a-dia

Fenômenos eletrostáticos podem ser facilmente observados em nosso dia-a-dia, mas eles ocorrem mais comumente em dias bem secos.

- Preste atenção da próxima vez que você tirar roupas de lã ou de fibras sintéticas. Assim que tirar a roupa, aproxime-a dos pêlos do braço. Veja o que ocorre.
- Passe várias vezes um pente de plástico em seus cabelos. Depois, aproxime o pente dos fios e observe. Anote o que acontece.
- Também é possível perceber a eletricidade estática na tela de um televisor ou de um microcomputador. Aproxime a mão da tela de um desses aparelhos assim que ele for ligado. Anote o que acontece.
- Superfícies metálicas, como um corrimão metálico, também são interessantes para observar a existência de eletricidade estática. Experimente aproximar a mão de uma dessas superfícies em um dia muito seco. Você terá uma surpresa.

## Com o grupo

### O pêndulo eletrostático

Podemos observar, na prática, a existência das cargas elétricas nos átomos que constituem a matéria.

#### Material

- folhas de lenço-de-papel;
- fiapos de lã;
- um canudo de refresco dobrável e outro comum;
- fio de náilon de meia feminina;
- papel-alumínio;
- cola;
- chapa de madeira de uns 10 x 10 cm, um prego (de uns 10 cm) e um martelo.

#### Como fazer o pêndulo

1. Com cuidado, martelem o prego no centro da chapa de madeira, que deve atravessar totalmente a chapa.
2. Encaixem o canudo dobrável no prego com a parte menor para cima.
3. Dobrem o canudo como uma forca (veja a figura) e amarram o fio de náilon em sua extremidade.
4. Façam um círculo de papel-alumínio (uns 3 cm de diâmetro) e prendam-no com cola à extremidade livre do fio.



#### A eletrização

Segurem uma folha de lenço-de-papel em uma das mãos. Envolvam o canudo de refresco comum com a mão e passem o lenço-de-papel repetidas vezes no sentido do comprimento.

1. Para saber se o canudo já está eletrizado, façam um teste: aproximem-no dos fiapos de lã. O que acontece? Se nada acontecer, é porque ainda não está bom e vocês devem esfregá-lo mais um pouco com o lenço.
2. Quando o canudo estiver bem eletrizado, deve ser aproximado, sem chegar a encostar, do disco de papel-alumínio. Vejam o que acontece.
3. Agora encostem o canudo no disco e observem.
4. Vocês podem explicar o que houve? Discutam o resultado com os colegas e com o professor.

## Conexões

Leia o texto a seguir:

### Quem são eles?

Na atmosfera da Terra existem alguns gases, como o neônio (Ne), o radônio (Rn), o criptônio (Kr) e o xenônio (Xe), que compõem cerca de 1% de seu volume total.

Industrialmente, o neônio é utilizado na produção de lâmpadas coloridas. A eletricidade atravessa um tubo de vidro com neônio e fornece energia aos seus elétrons, que a transformam em luz (leia também "Impressões digitais dos elementos químicos", página 45). Com neônio puro, a luz produzida é vermelha. Quando, no tubo, junto com o neônio, são colocados outros "tipos" de átomos, temos lâmpadas de outras cores: com mercúrio, a luz é azul, com gás carbônico, é violeta, com gás hidrogênio, é amarelo-alaranjado. A luz produzida pelo neônio também é usada na fabricação de lasers, que

têm muitas aplicações: na área telefônica, na leitura de códigos de barras em supermercados e bancas, nos aparelhos que tocam CDs, em cirurgias delicadas, e muitas outras.

Já o radônio é radiativo e pode ser utilizado no tratamento por radioterapia do câncer e de outras doenças. Como é solúvel em vaselina e lanolina, pode ser usado para fabricar pomadas radiativas que têm fácil utilização.

O criptônio é muito raro. É utilizado principalmente no bulbo de lâmpadas elétricas, pois impede que o filamento se oxide (queime).

Finalmente, temos o xenônio, que é extremamente raro, sendo utilizado em lâmpadas que produzem clarões intensos e rápidos, como os flashes de máquinas fotográficas.

1. Faça a distribuição eletrônica dos elementos químicos: neônio,  $Z = 10$ ; radônio,  $Z = 86$ ; criptônio,  $Z = 36$ ; e xenônio,  $Z = 54$ .
2. Quantos elétrons cada elemento tem na última camada?
3. O que significa essa quantidade de elétrons na última camada?
4. Releia o último item deste capítulo. Como podem ser classificados esses gases?

## Palavras-chave

Demócrito (p. 32)	massa atômica (p. 36)
John Dalton (p. 32)	átomo padrão (p. 36)
Ernest Rutherford (p. 32)	unidade de massa atômica (p. 36)
Niels Bohr (p. 32)	camadas eletrônicas (p. 37)
núcleo (do átomo) (p. 32)	distribuição eletrônica (p. 39)
prótons (p. 32)	ânions (p. 40)
elétrons (p. 32)	cátions (p. 40)
eletrosfera (p. 32)	ion negativo (p. 40)
partículas atômicas (p. 33)	ion positivo (p. 40)
nêutrons (p. 33)	gás nobre (p. 40)
orbitais (p. 33)	
quark (p. 33)	
eletricidade (p. 33)	
carga elétrica (p. 34)	
cargas elétricas negativas (p. 34)	
cargas elétricas positivas (p. 34)	
interação nuclear (p. 35)	
número atômico (p. 36)	
número de massa (p. 36)	
massa do elétron (p. 36)	

Identifique aqui os principais conceitos deste capítulo na ordem em que foram apresentados. Retome-os sempre que achar necessário para seus estudos.



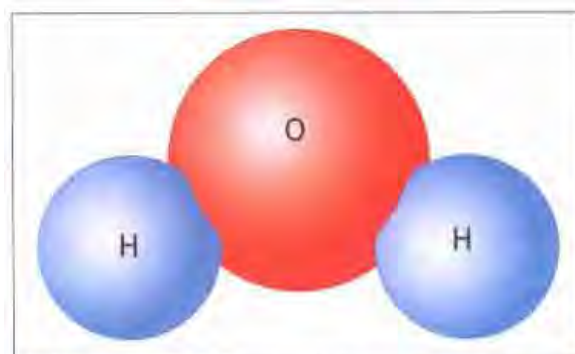
## APRESENTAÇÃO DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS NA LEITURA DO LIVRO DO ALUNO.

Página 12: Figura de círculos

Domínio Alvo: molécula de água.

Domínio Análogo: esferas coloridas.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.



Modelo da molécula de água: as esferas azuis representam átomos de hidrogênio e a esfera vermelha representa um átomo de oxigênio.

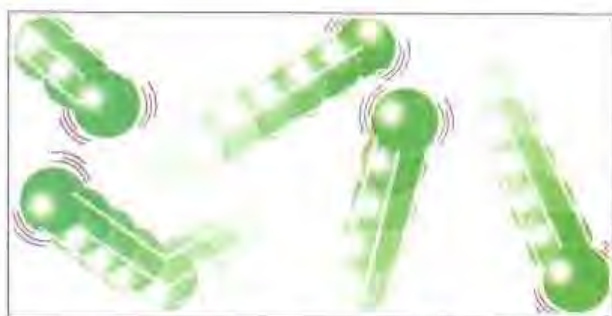
Página 12 e 13: Figura - Círculos que vibram.

Domínio Alvo: estado da matéria.

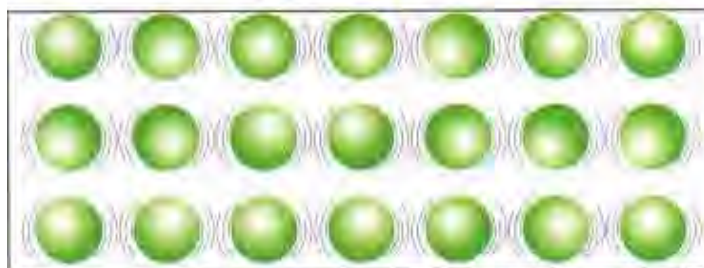
Domínio Análogo: esferas coloridas.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

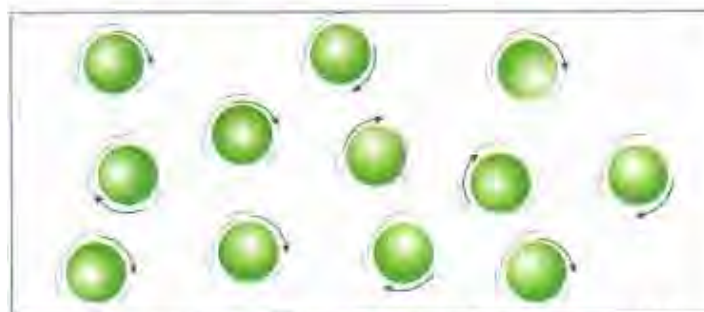
Enfoque da comparação: semelhança, figura.



Comportamento das partículas no **estado gasoso** (o estado da matéria no oxigênio atmosférico, por exemplo). As partículas mantêm seu movimento vibratório individual e, ao mesmo tempo, porque a atração entre elas é muito pequena, deslocam-se livremente e independentemente umas das outras.



Comportamento das partículas no **estado sólido** (o estado da matéria em uma pedra, por exemplo). Nesse estado, há grande atração entre as partículas, as quais têm pouca liberdade de movimento. Elas apresentam um movimento vibratório sem se deslocar do lugar, ou seja, vibram em posições fixas. Os traços curvos e paralelos representam esse movimento vibratório.



Comportamento das partículas no **estado líquido** (o estado da matéria na água que bebemos, por exemplo). As setas representam o movimento mais livre das partículas, que mantêm o movimento vibratório individual e, ao mesmo tempo, deslocam-se constantemente de lugar, num movimento escorregadio. Esse tipo de movimento é possível porque a atração entre as partículas no estado líquido é mais fraca do que a que existe no estado sólido.

Página 13: Assim como os livros ocupam lugar na estante, qualquer porção de matéria ocupa um lugar no espaço.

Domínio Alvo: propriedades da matéria.

Domínio Análogo: livros na estante.

Localização: livro do aluno, corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 21: Porém as partículas da camada mais superficial (no limite com o ar) são atraídas apenas pelas que estão “ao lado” e “logo abaixo” delas. Dessa forma, são fortemente puxadas para baixo, criando certa resistência na superfície do líquido, como se fosse uma película.

Domínio Alvo: tensão superficial da água.

Domínio Análogo: película.

Localização: livro do aluno, box destacado do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

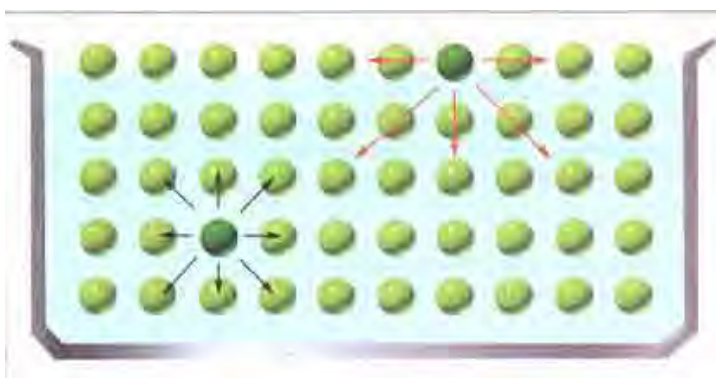
Página 21: Figura de círculos.

Domínio Alvo: tensão superficial da água.

Domínio Análogo: esferas coloridas e flechas.

Localização: livro do aluno, box destacado do texto.

Enfoque da comparação: figura.



Página 22: O vapor de água passa para água no estado líquido (gotículas que formam a “fumacinha” branca).

Domínio Alvo: vapor de água.

Domínio Análogo: fumacinha branca.

Localização: livro do aluno, corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.



Página 28: Uma chaleira no fogo com água fervendo e uma “fumacinha branca” visível perto do bico.

Domínio Alvo: vapor de água.

Domínio Análogo: fumacinha branca .

Localização: livro do aluno, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 32: O núcleo do átomo pode ser de 10 mil a 100 mil vezes menor que o átomo. Nessa proporção, podemos imaginar: uma formiga (correspondendo ao núcleo) no centro do Maracanã (correspondendo ao átomo).

Domínio Alvo: proporção entre núcleo do átomo e eletrosfera.

Domínio Análogo: formiga no Maracanã.

Localização: livro do aluno, box destacado do texto.

Enfoque da comparação: proporção.

Página 32: Ou seja, da mesma maneira que os planetas giram ao redor do Sol, o átomo teria um núcleo com prótons ao redor do qual girariam outras partículas, os elétrons, formando a eletrosfera.

Domínio Alvo: núcleo do átomo e eletrosfera.

Domínio Análogo: Sol e planetas.

Localização: livro do aluno, corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 34: Figura de círculos

Domínio Alvo: atração entre cargas elétricas de um bastão de vidro atritado a uma flanela e aproximado de uma bola de plástico.

Domínio Análogo: esferas coloridas.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura.



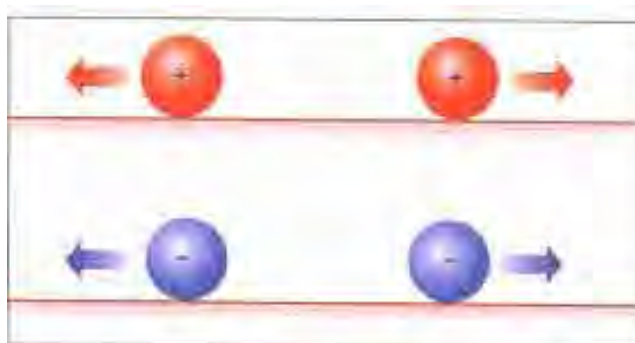
Página 34: Figura de círculos

Domínio Alvo: atração de cargas elétricas entre duas bolas de plástico atritadas.

Domínio Análogo: esferas coloridas.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura



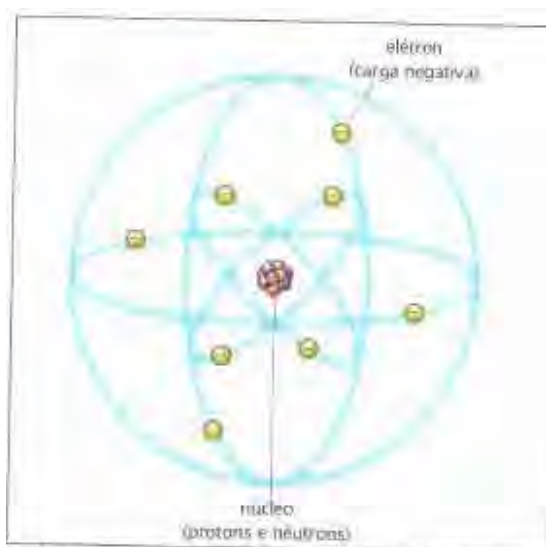
Página 35: Figura de círculos

Domínio Alvo: estrutura do átomo e suas cargas.

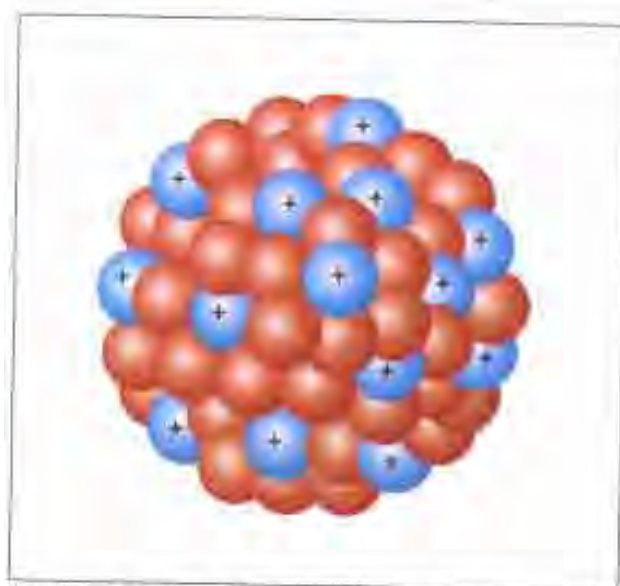
Domínio Análogo: esferas coloridas.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura



Lembre-se: as cores são apenas ilustrativas, pois, individualmente, os átomos não têm cores; as dimensões não estão em escala: o raio do núcleo é muitas vezes menor que o raio total do átomo e os elétrons são muitíssimo menores que o núcleo.



Os prótons (+) e os nêutrons estão fortemente agrupados. Esse agrupamento ocorre pela forte interação nuclear. (Observação: as cores são apenas ilustrativas, pois prótons e nêutrons não têm cor.)

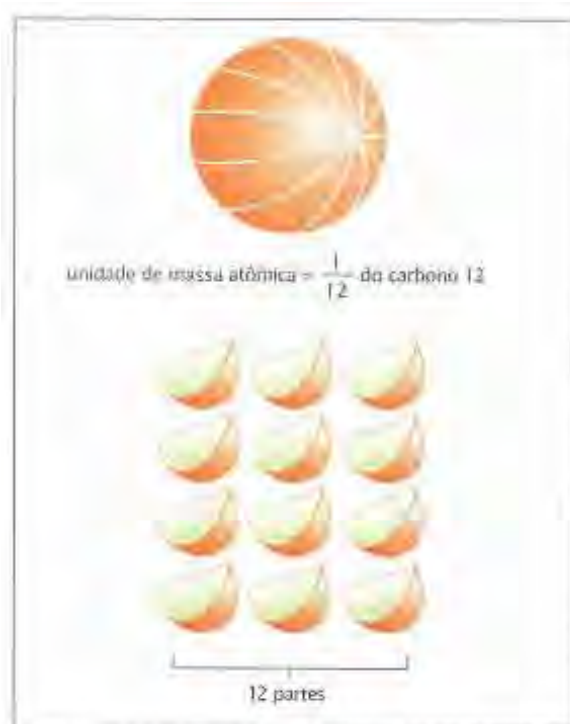
Página 36: Modelo representando o átomo de carbono (C), dividido em doze partes iguais. (observação: trata-se apenas de um modelo didático; como você já viu, átomos não são maciços nem podem ser divididos em fatias, como uma maçã; além disso, individualmente, não têm cores e são muitíssimo menores que o modelo: o átomo de carbono tem cerca de  $0.00000000015$  m ou  $1,5 \cdot 10^{-10}$  m de diâmetro.)

Domínio Alvo: átomo.

Domínio Análogo: círculo dividido.

Localização: livro do aluno, corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura.



Modelo representando o átomo de carbono (C), dividido em doze partes iguais. (Observação: trata-se apenas de um modelo didático; como você já viu, átomos não são maciços nem podem ser divididos em fatias, como uma maçã; além disso, individualmente, não têm cores e são muitíssimo menores que o modelo: o átomo de carbono tem cerca de  $0.00000000015$  m ou  $1,5 \cdot 10^{-10}$  m de diâmetro.)

Página 37: Os orbitais são descritos pelos pesquisadores como nuvens de elétrons que se movimentam em alta velocidade. Esse movimento é tão indefinido quanto é indefinido o lugar que um elétron ocupa num determinado momento na eletrosfera.

Domínio Alvo: orbital.

Domínio Análogo: nuvem de elétrons.

Localização: livro do aluno, corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 42: Dobrem o canudo como uma força (veja figura) e amarrem o fio de náilon em sua extremidade.

Domínio Alvo: montagem de um experimento.

Domínio Análogo: força.

Localização: livro do aluno, em propostas de atividades em grupos.

Enfoque da comparação: modelo experimental.

Página 45: “Impressões digitais” dos elementos químicos.

Domínio Alvo: emissão de luz dos elétrons ao mudar de camada.

Domínio Análogo: impressão digital.

Localização: livro do aluno, no tópico do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 45: Quando os elétrons de um átomo ganham energia extra (por aquecimento, por exemplo), “saltam” para camadas eletrônicas mais externas. Essa é uma situação instável e eles logo voltam para suas camadas originais. Quando isso acontece, “devolvem” a energia que ganharam na forma de luz.

Domínio Alvo: passagem dos elétrons para outra camada.

Domínio Análogo: saltar, devolver.

Localização: livro do aluno, corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 45: Assim conforme as cores produzidas, podemos saber qual foi o elemento que as produziu. As cores que um elemento emite são como se fossem sua “impressão digital”.

Domínio Alvo: emissão de luz dos elétrons ao mudar de camada.

Domínio Análogo: impressão digital.

Localização: livro do aluno, corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

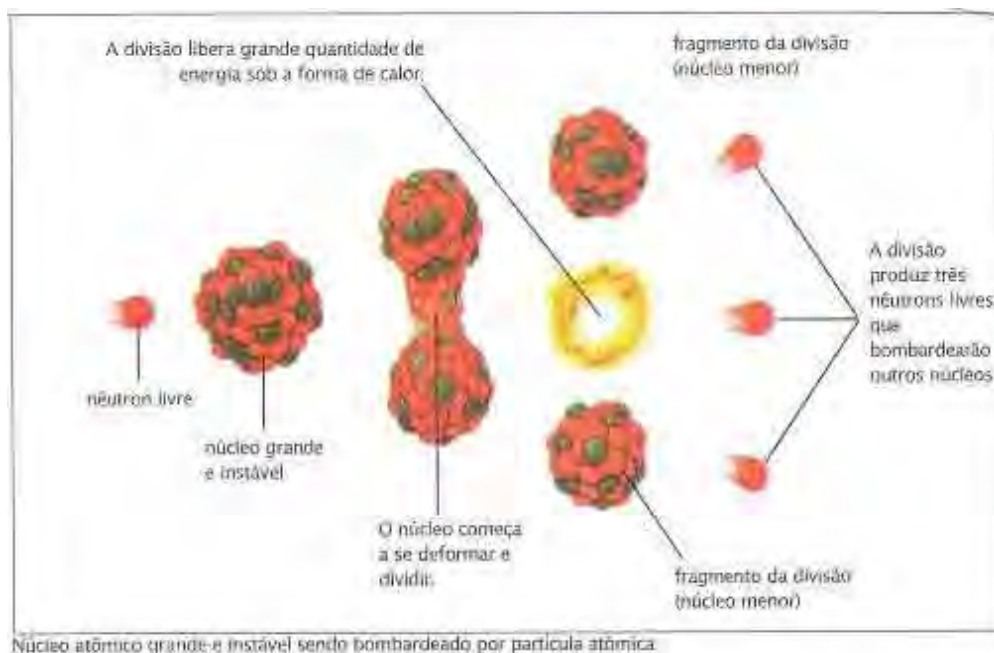
Página 49: Figura representando a fragmentação do núcleo de um átomo com pequenas esferas coloridas.

Domínio Alvo: fragmentação do núcleo de um átomo.

Domínio Análogo: pequenas esferas coloridas.

Localização: livro do aluno, em texto complementar.

Enfoque da comparação: figura.



Página 49: Exercício 4. Escolha um dos isótopos de urânio e desenhe o seu núcleo, representando prótons e nêutrons como pequenas esferas coloridas.

Domínio Alvo: estrutura do núcleo do átomo.

Domínio Análogo: pequenas esferas coloridas.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 52: Círculos coloridos.

Domínio Alvo: estrutura de moléculas.

Domínio Análogo: círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura.







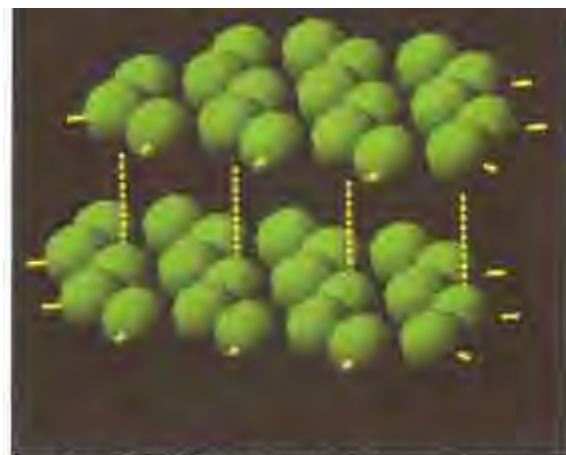
Página 53 e 54: Círculos coloridos.

Domínio Alvo: estrutura de moléculas.

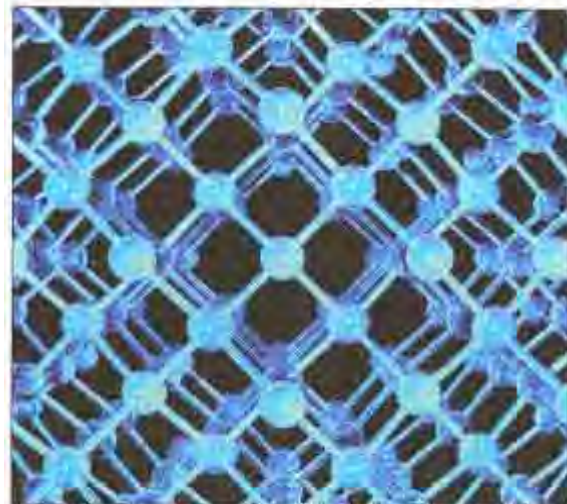
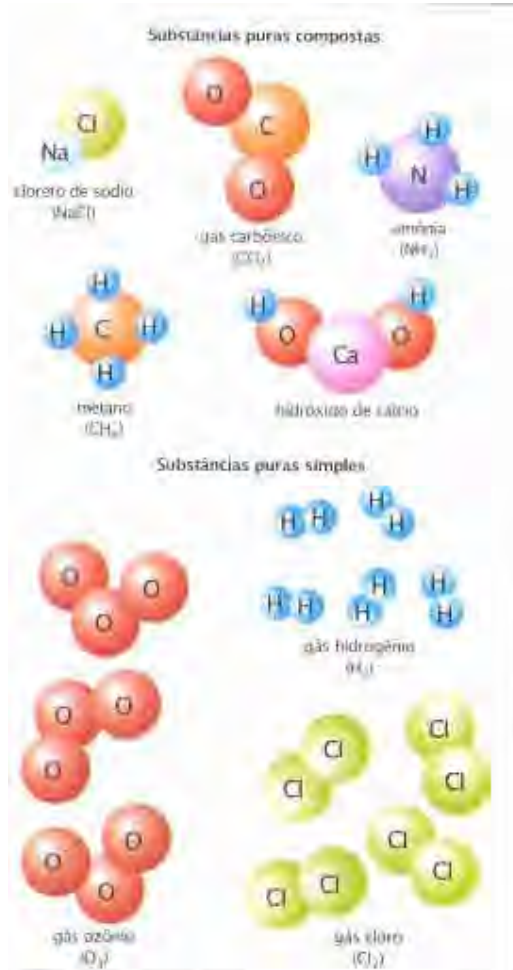
Domínio Análogo: círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura.



Representação da estrutura da grafite. Os átomos de carbono formam camadas que estão fracamente interligadas. (cor fantasia)



Representação da estrutura do diamante. Os átomos de carbono estão interligados numa estrutura muito rígida: cada átomo de carbono está diretamente ligado a outros quatro, que se localizam nos vértices de um tetraedro. (cor fantasia)

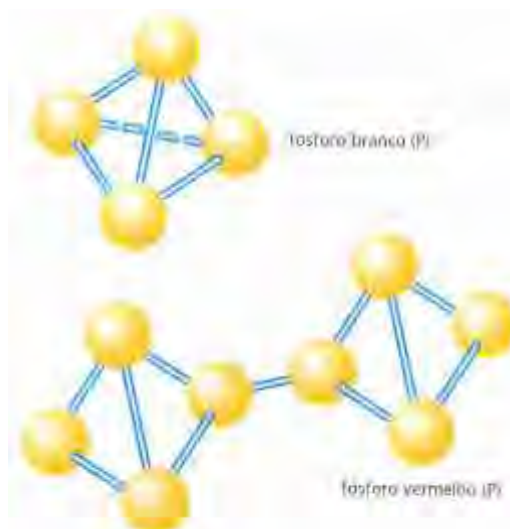
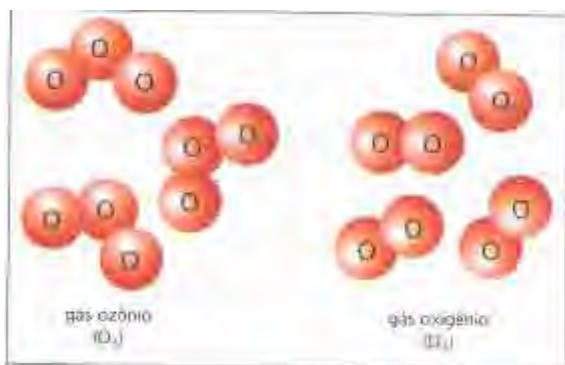
Página 55: Círculos coloridos.

Domínio Alvo: estrutura de moléculas.

Domínio Análogo: círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura



Página 65: As bolinhas de cores diferentes dentro do cilindro representam as proporções dos gases que compõem o ar atmosférico. Além deles, o ar frequentemente contém vapor de água e partículas de poeira.

Domínio Alvo: composição do ar.

Domínio Análogo: bolinhas coloridas.

Localização: livro do aluno, corpo do texto.

Enfoque da comparação: proporção, figura.



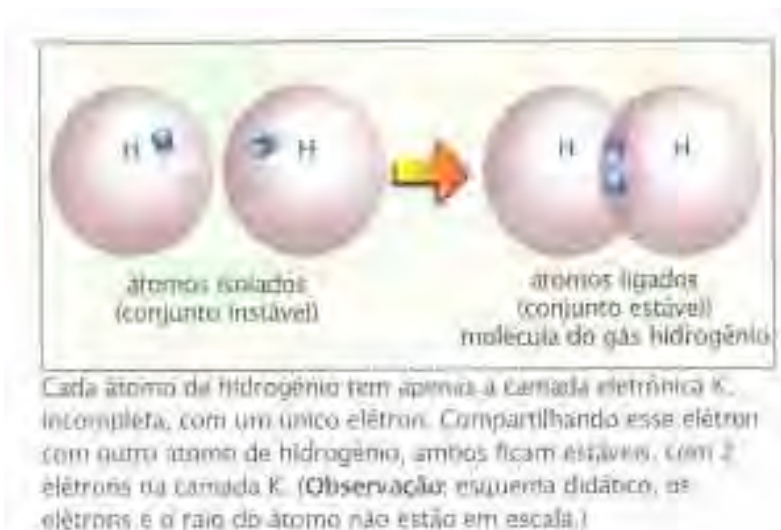
Página 81: Círculos que se aproximam.

Domínio Alvo: Ligação entre átomos de hidrogênio.

Domínio Análogo: círculos coloridos que se aproximam.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura



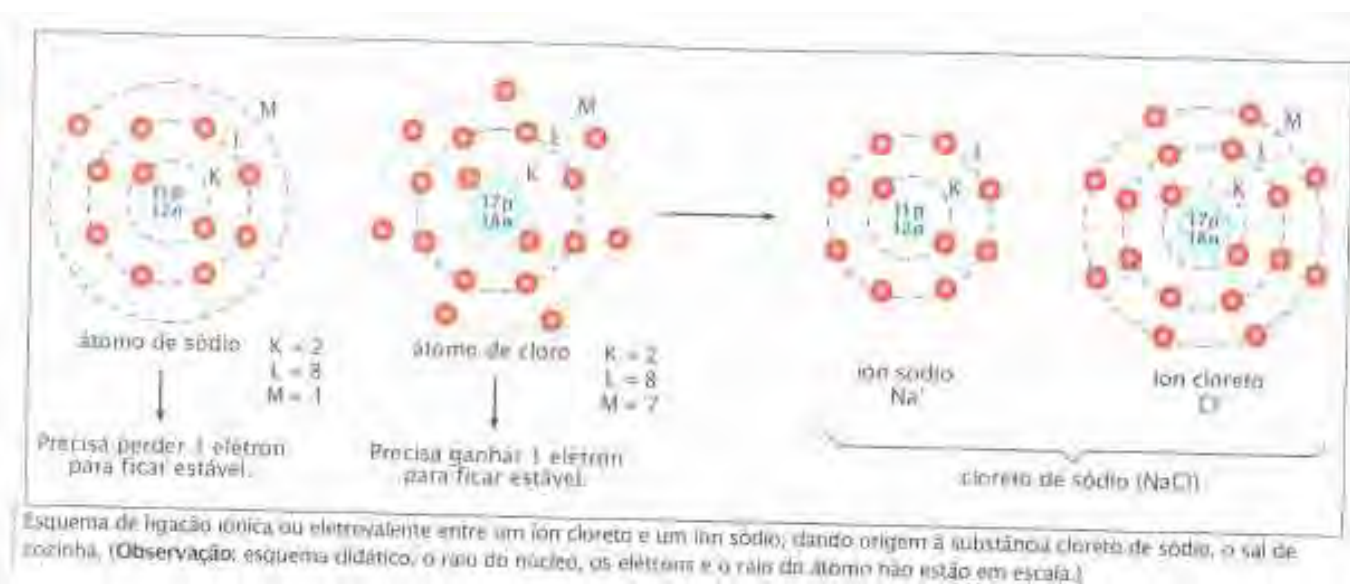
Página 82: Círculos com bolinhas ao redor.

Domínio Alvo: ligação iônica.

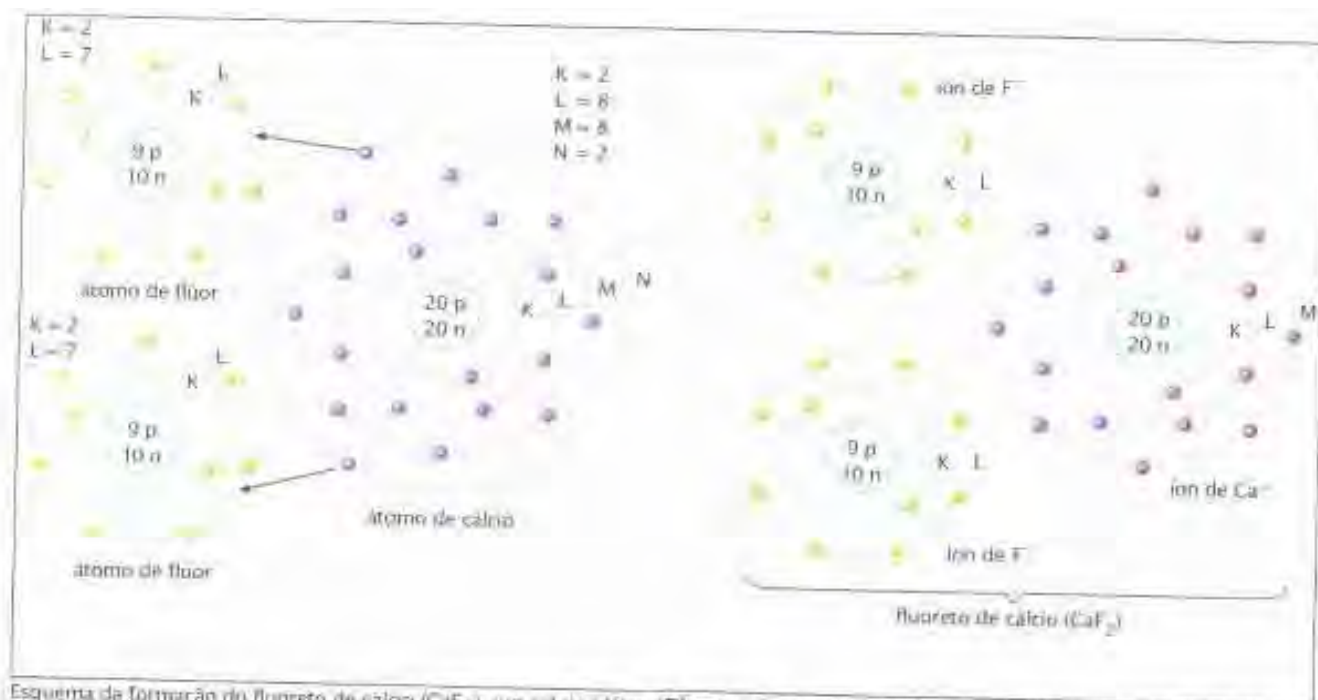
Domínio Análogo: círculos coloridos que se aproximam.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura







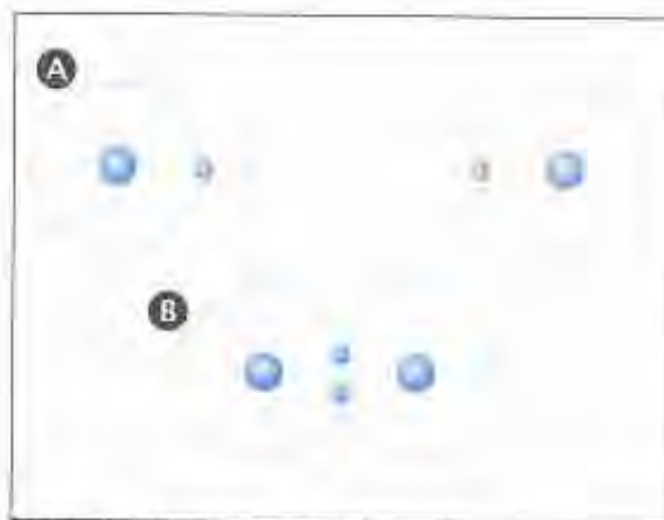
Página 83: Círculos com bolinhas ao redor.

Domínio Alvo: ligação eletrônica.

Domínio Análogo: círculos coloridos que se aproximam.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura



(A) Esquema da configuração dos átomos de hidrogênio. (B) Esquema do compartilhamento de elétrons entre átomos de hidrogênio para a formação da molécula de gás hidrogênio. (Observação: esquema didático: o raio do núcleo, os elétrons e o raio do átomo não estão em escala.)

Página 84: Círculos com bolinhas ao redor.

Domínio Alvo: ligação eletrônica covalente e metálica.

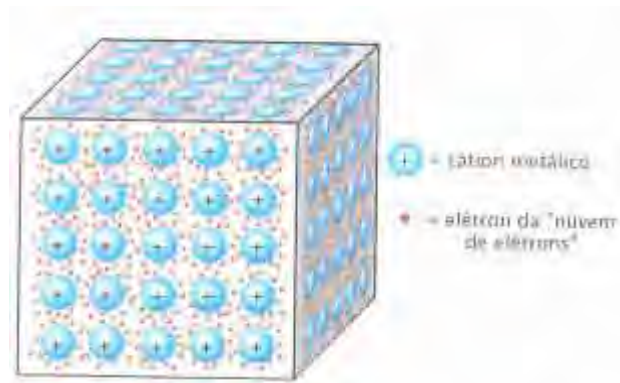
Domínio Análogo: círculos coloridos que se aproximam.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura



Esquema da formação de ligações covalentes na formação da molécula de água. (Observação: esquema didático, o raio do núcleo, os elétrons e o raio do átomo não estão em escala.)



Página 85: Exercício 3. Ilustre as ligações entre os 8 átomos de enxofre para a formação dessa molécula.

Exercício 8. Na formação da substância óxido de cálcio (CaO) ocorre uma ligação iônica entre um átomo do metal cálcio (Ca) e um átomo do não-metal oxigênio (O). Represente essa ligação por uma ilustração e explique-a em poucas palavras.

Exercício 10. Na formação da substância gás fluorídrico (HF) ocorre uma ligação covalente entre um átomo de hidrogênio (H) e um átomo de flúor. Represente essa ligação por uma ilustração e explique-a em poucas palavras. (Dica: consulte a Tabela Periódica).

Domínio Alvo: ligações químicas.

Domínio Análogo: escolha dos alunos, provavelmente círculos.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: figura.

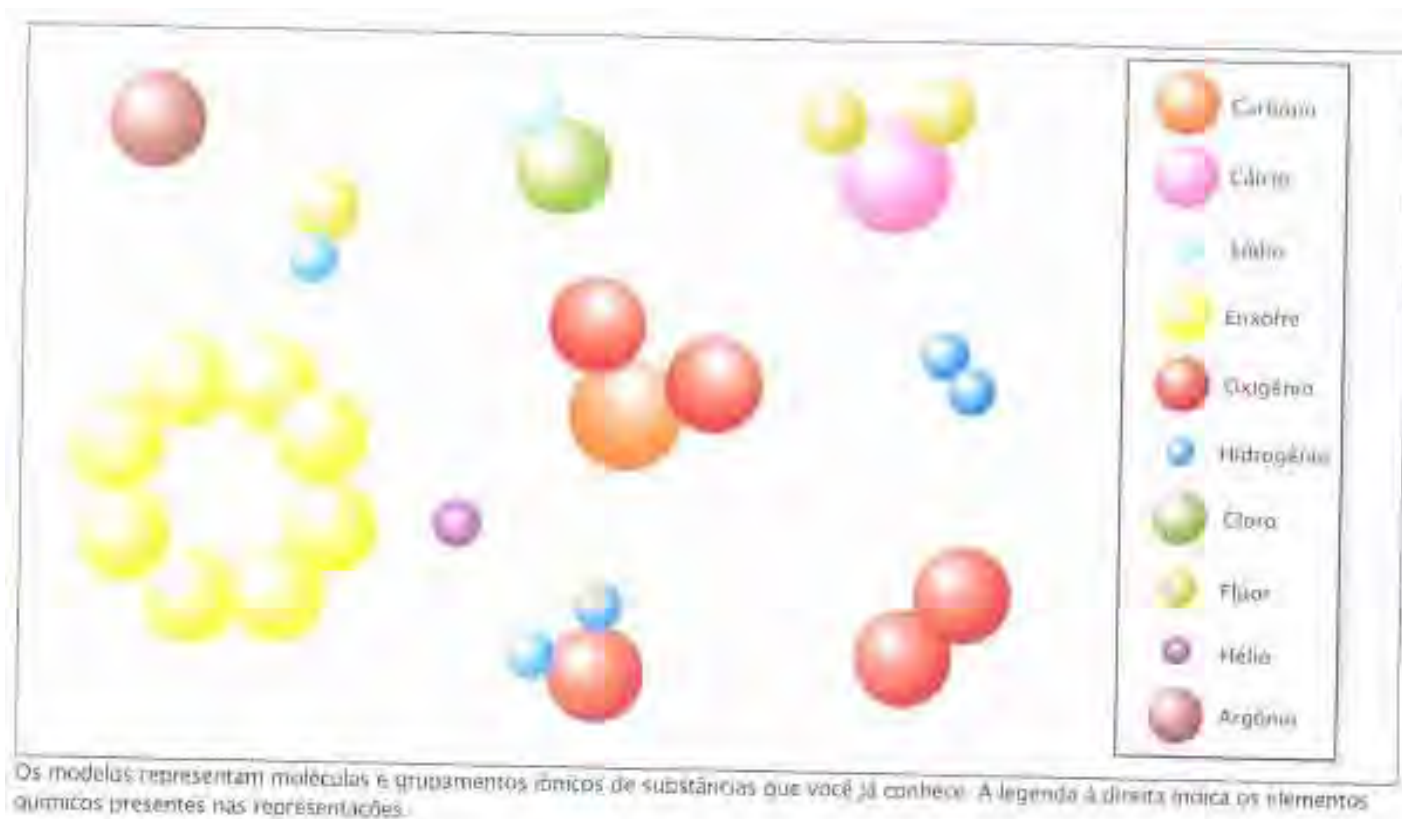
Página 88: Círculos coloridos.

Domínio Alvo: átomos e moléculas.

Domínio Análogo: círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura



Página 92: Exercício 1. Escreva as fórmulas químicas de cada substância representada na ilustração que abre este capítulo.

Exercício 2. Nas fórmulas químicas existem letras e números. O que as letras e os números representam?

Domínio Alvo: fórmulas químicas.

Domínio Análogo: círculos ilustrados no início do capítulo.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: figura. (mesma anterior)

Página 92: Exercício 1. Escreva as fórmulas moleculares das duas substâncias.

Exercício 2. Desenhe as fórmulas eletrônicas das duas substâncias.

Modelos de figuras de bolinhas

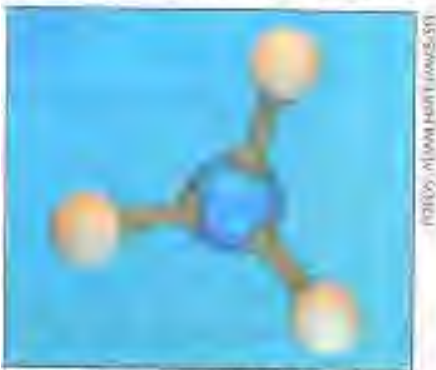
Domínio Alvo: fórmulas moleculares e eletrônicas.

Domínio Análogo: círculos ligados entre si

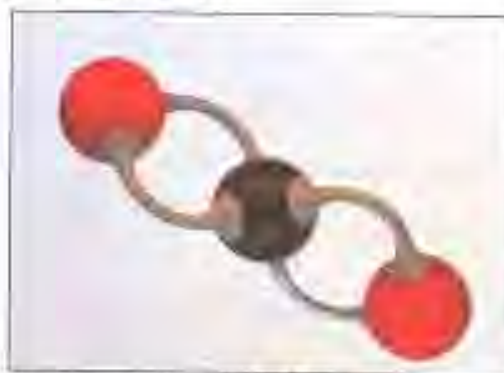
Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: figura.

Observe as imagens, leia as legendas e faça as atividades no caderno.  
As fotos mostram dois modelos de moléculas de substâncias.



No modelo acima, cada bolinha de cor clara representa um átomo de hidrogênio e a bolinha azul representa um átomo de nitrogênio.



No modelo acima, cada bolinha vermelha representa um átomo de oxigênio e a bolinha preta representa um átomo de carbono.

Responda no caderno.

1. Escreva as fórmulas moleculares das duas substâncias.
2. Desenhe as fórmulas eletrônicas das duas substâncias.

Página 93: Construindo modelos.

Em grupos de quatro pessoas e utilizando o material sugerido (ou outro material escolhido pelo grupo), montem dois modelos de moléculas e dois modelos de grupamentos iônicos para expor. Atenção:

1. As substâncias devem ser escolhidas dentre os exemplos dados no capítulo (incluindo as citadas nas atividades).
2. É importante que vocês conheçam as fórmulas eletrônicas das substâncias escolhidas, pois elas servirão de base para a construção dos modelos.
3. Escolham as substâncias antes de providenciar o material, assim ficará mais fácil saber quanto de cada material vão precisar.

Material sugerido

Bolinhas de isopor de diversos tamanhos (conforme necessidade do grupo);

Tinta solúvel em água de diversas cores e pincel;

Palitos de madeira (palitos de dente e/ou de churrasco).

Domínio Alvo: ligações entre átomos.

Domínio Análogo: bolas de isopor e palitos de madeira.

Localização: livro do aluno, propostas de atividades em grupos.

Enfoque da comparação: modelo experimental.

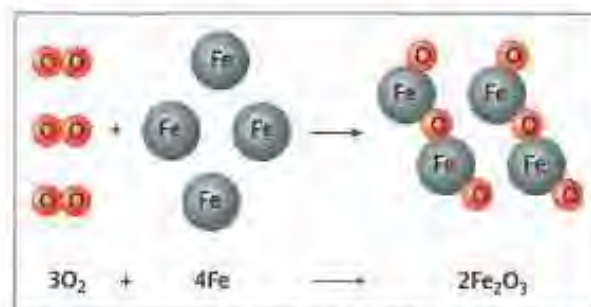
Página 99: Círculos coloridos.

Domínio Alvo: átomos e moléculas.

Domínio Análogo: círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura



Esquema de uma reação de síntese, na qual estão representadas moléculas de gás oxigênio combinando-se com átomos da substância ferro e resultando em moléculas de óxido de ferro.

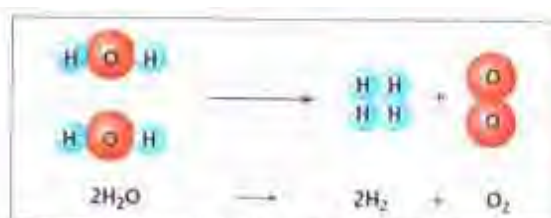
Página 100 e101: Círculos coloridos.

Domínio Alvo: átomos e moléculas em reações químicas.

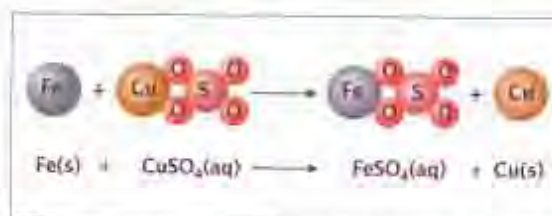
Domínio Análogo: círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

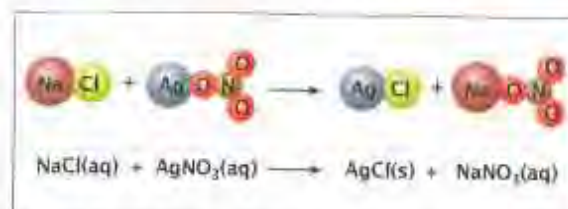
Enfoque da comparação: figura



Esquema de uma reação de decomposição, na qual duas moléculas de água se decompõem em duas moléculas de hidrogênio e uma de oxigênio.



Esquema de uma reação de substituição: um átomo de ferro substitui o cobre na molécula de sulfato de cobre, resultando em uma molécula de sulfato de ferro e um átomo livre de cobre.



Esquema de uma reação de dupla troca: uma molécula de cloreto de sódio combina-se com uma molécula de nitrato de prata, ocorrendo dupla troca entre os elementos sódio e prata. Resultam novas substâncias compostas: cloreto de prata e nitrato de sódio.



Página 102: Exercício 9. O esquema mostra uma reação química cujo produto é o óxido de alumínio. Observe que os 2 átomos de alumínio. [...] Escreva em seu caderno a equação química da formação do óxido de alumínio.

Domínio Alvo: átomos e moléculas em reações químicas.

Domínio Análogo: círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: figura



Página 102: Uma cozinha pode ser considerada um laboratório, pois nela ocorrem muitas reações químicas. Como em um laboratório, ao cozinhar medimos quantidades exatas de reagentes (os ingredientes), depois os misturamos (contato entre os reagentes) e aquecemos (energia envolvida na reação). O produto (prato pronto) em geral é muito diferente dos reagentes.

Domínio Alvo: reações químicas.

Domínio Análogo: cozinhar.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 108: Círculos com bolinhas ao redor.

Domínio Alvo: ligação eletrônica.

Domínio Análogo: círculos coloridos. Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura.



Página 110: Os ácidos nucleicos- Responsáveis pelo controle dos processos vitais básicos, os ácidos nucleicos, são considerados as moléculas “mestras da vida”.

Domínio Alvo: ácidos nucleicos e suas funções.

Domínio Análogo: moléculas mestras da vida.

Localização: livro do aluno, em textos complementares.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 113: 1. [...] A casca do ovo contém cálcio em sua composição. Como ela, também nossos ossos e dentes são compostos basicamente de cálcio. Observando o que ocorreu com a casca do ovo, responda às questões a seguir.

2. Existem bactérias que vivem em nossa boca e se alimentam do açúcar presente em certos alimentos (massas, refrigerantes, doces, etc.). Essas bactérias produzem um tipo de ácido. Sabendo que nossos dentes contém cálcio em sua composição, diga qual pode ser a consequência disso para nossos dentes.

Domínio Alvo: ação do ácido na casca do ovo.

Domínio Análogo: ação do ácido nos dentes.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios / experimento.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 129: A antiga crença de que um fluido (como uma “alma”) escapa dos corpos durante sua queima foi destruída por Lavoisier.

Domínio Alvo: gás que se desprende na combustão.

Domínio Análogo: alma que sai do corpo.

Localização: livro do aluno, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 131: Nas estufas de plantas, utilizadas em países de invernos rigorosos, a luz atravessa o vidro e aquece o ambiente, pois o próprio vidro impede que o calor escape para o meio externo. De modo semelhante, os gases atmosféricos permitem a passagem da luz e impedem que o calor emitido pela superfície do planeta escape para o espaço.

Domínio Alvo: efeito estufa.

Domínio Análogo: estufa de plantas.

Localização: livro do aluno, em legenda.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 132: A camada de ozônio, que age como filtro de raios ultravioleta do Sol.

Domínio Alvo: ação da camada de ozônio.

Domínio Análogo: filtro.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função.

Página 135: Em seu caderno faça dois esquemas: um representando uma estufa de plantas e o fenômeno de aquecimento interno, outro, representando o planeta Terra e o efeito estufa.

Compare-os.

Domínio Alvo: efeito estufa

Domínio Análogo: estufa de plantas

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança/ função.

Página 163: Podemos fazer uma analogia: as componentes, neste caso, seriam as três forças empregadas pelos três participantes da direita. A resultante seria a força empregada pela pessoa sozinha para obter o mesmo efeito.

Domínio Alvo: sistema de forças, força resultante, forças componentes.

Domínio Análogo: cabo de guerra.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.



Página 177: Se estivermos soltos no espaço próximo à superfície da Terra também caímos, assim como a maçã que se desprende de seu galho.

Domínio Alvo: ação da gravidade – homem.

Domínio Análogo: maçã.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 179: Observe agora a ilustração: o que faz com que a bolinha permaneça em “órbita” da mão, com movimento circular?

A força centrípeta que mantém a bolinha em movimento circular ao redor da mão é representada pelo cordão. Se, num dado momento, o cordão se quebrar, a bolinha não terá mais a força centrípeta sobre ela e sairá pela tangente, seguindo em linha reta. Ou seja, voltará a apresentar uma trajetória retilínea.

No caso da Lua em relação à Terra e dos outros planetas, incluindo a Terra, em relação ao Sol, a força centrípeta que os mantém em órbita é a própria força da gravidade. Por outro lado, nem a Lua cai na Terra nem a Terra e os outros planetas do Sistema Solar caem no Sol devido à velocidade que apresentam.

Domínio Alvo: força centrípeta / órbita dos planetas e Lua

Domínio Análogo: bolinha movimentada de maneira circular ligada a barbante

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 186: Nós mesmos, que somos verdadeiros sacos de água salgada, também estamos sujeitos a essas ondas, e ganhamos ou perdemos algum peso com a alta e a baixa das marés.

Domínio Alvo: influência da Lua nas marés.

Domínio Análogo: corpo humano – sacos de água salgada.

Localização: livro do aluno, em textos complementares.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 203: Corte um pedaço de papel em forma de triângulo retângulo e enrole-o em torno de um lápis como na figura B da ilustração abaixo. Você construiu um parafuso. Meça o pedaço de papel que você enrolou e o comprimento do lápis envolvido por ele. Qual é mais longo?

Domínio Alvo: princípio de parafuso.

Domínio Análogo: papel enrolado em um lápis.

Localização: livro do aluno, em boxes destacados do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 221: As paredes espelhadas absorvem pouco calor, pois refletem as ondas caloríficas, e o ar rarefeito entre elas funciona como um isolante térmico.

Domínio Alvo: ação do ar rarefeito na garrafa de café.

Domínio Análogo: isolante térmico.

Localização: livro do aluno, em boxes destacados do texto.

Enfoque da comparação: função.

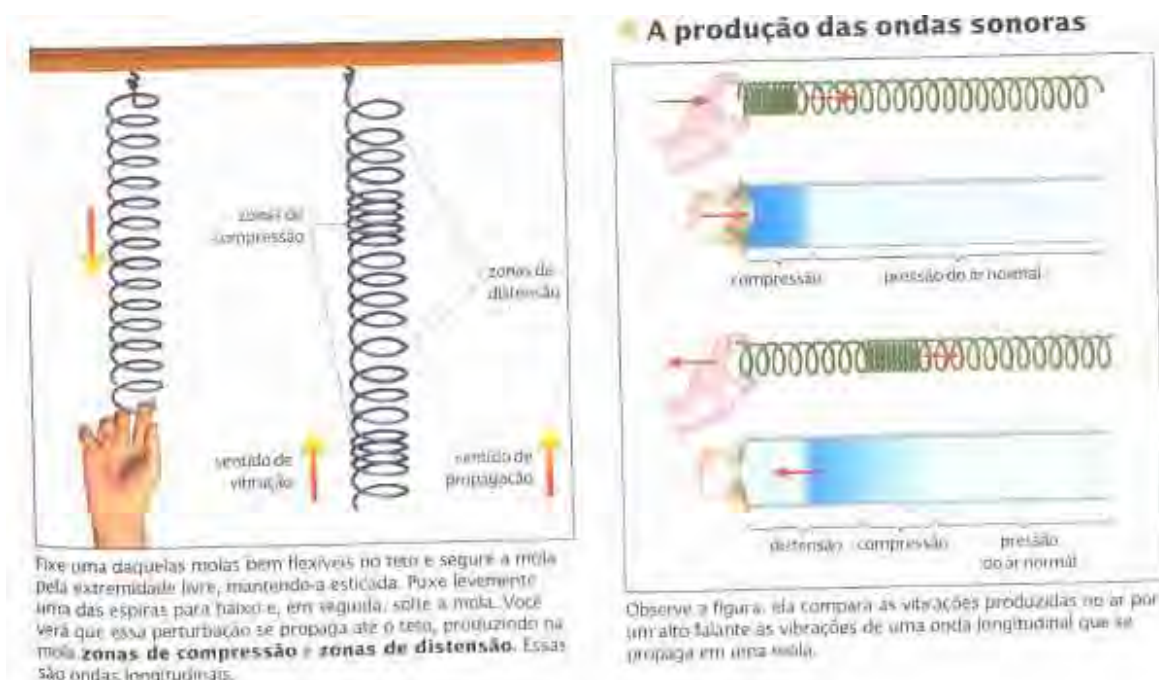
Página 229: observe a figura: ela compara as vibrações produzidas no ar por um alto-falante às vibrações de uma onda longitudinal que se propaga em uma mola. O som produzido empurra para a frente o cone do alto-falante, que comprime o ar. Nessa região, que é uma zona de compressão, o ar tem sua pressão ligeiramente aumentada. A compressão produzida pelo alto-falante é semelhante à que ocorre nas espiras da mola.

Domínio Alvo: produção de ondas sonoras.

Domínio Análogo: compressão de uma mola.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura / semelhança.



Página 231: Para entender como ela ocorre, façamos uma comparação: se, num certo intervalo de tempo, um barco navegar contra as ondas do mar, encontrará pela frente um número de ondas maior do que aquele que encontrarias se navegasse a favor das ondas (no mesmo intervalo de tempo). Algo semelhante acontece com o som. Quando a fonte sonora se aproxima, é como se o receptor estivesse indo em direção a ela, encontrando pela frente, portanto, um maior número de ondas. Nesse caso, a frequência do som torna-se maior, isto é, produz-se um som mais agudo. Quando a fonte se afasta, o número de ondas diminui em relação ao receptor, portanto a frequência também diminui produzindo um som mais grave.

Domínio Alvo: frequência do som, efeito Doppler.

Domínio Análogo: ondas do mar.

Localização: livro do aluno, em boxes destacados do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 232: Como a bola ao bater na parede, o som também se reflete ao encontrar um obstáculo.

Domínio Alvo: reflexão do som - eco.

Domínio Análogo: bola que bate na parede.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página: 234 (proposta de comparação): Explique em poucas palavras a relação entre o fenômeno que ocorre na situação mostrada na foto (ondas circulares na superfície da água) e o fenômeno da produção dos sons.

Domínio Alvo: produção do som – ondas mecânicas invisíveis.

Domínio Análogo: ondas na superfície da água – ondas mecânicas visíveis.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 254: Dizemos que a superfície da água em repouso e as superfícies polidas funcionam como espelhos. A superfície da água pode funcionar como um espelho. Na foto, vista do Parque Nacional Monte Roraima, em Roraima.

Domínio Alvo: espelho.

Domínio Análogo: água e superfícies polidas.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto e legenda.

Enfoque da comparação: função.

Página 267 (proposta de comparação): Pesquise em livros de física de ensino médio (ou na internet, em sites especializados no ensino de física – por exemplo, o site <http://educar.sc.usp.br/ótica/instrume.htm>) – um esquema simplificado de um telescópio refrator e de um microscópio. Reproduza os esquemas em seu caderno e compare-os: quais são as semelhanças e as diferenças que apresentam?

Domínio Alvo: formação de imagens

Domínio Análogo: formação de imagens em telescópio e microscópio.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 272: A Terra pode ser considerada um ímã gigantesco, mas, devido ao deslocamento dos pólos magnéticos em relação aos pólos geográficos, seu eixo magnético não coincide com o seu eixo de rotação.

Domínio Alvo: ímã.

Domínio Análogo: planeta Terra

Localização: livro do aluno, em textos complementares –legenda.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 277: Imantação por contato – Material: Uma fatia fina de uma rolha de cortiça; uma agulha de costura; cola; um ímã em barra; um pires com água. Como fazer: 1.(...) 2.(...) 3. Coloquem água no pires e, quando a cola secar, coloquem delicadamente a fatia de rolha com a agulha boiando sobre ela. Esperem e observem. O que acontece? Como isso pode ser explicado? Como se chama o instrumento produzido por vocês?

Domínio Alvo: bússola - imantação por contato.

Domínio Análogo: movimento da cortiça com agulha na água.

Localização: livro do aluno, em propostas de atividades em grupos.

Enfoque da comparação: experimento.

Página 282: Um fio de metal está ligando a esfera ao solo. Através dele, alguns elétrons da esfera escoam para o solo. O fio de metal, chamado fio terra, tem função semelhante à da mão na experiência com a caneta metálica.

Domínio Alvo: fio terra.

Domínio Análogo: mão de uma pessoa em uma atividade de transferência de elétrons.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função.

Página 283: Diferença de potencial (ddp)

Para compreender esse conceito, vamos fazer uma comparação. Imagine dois reservatórios de água, A e B. Em A o nível da água é mais elevado que em B, como mostra a figura a seguir. Se ligarmos o fundo dos reservatórios por meio de um cano, a água fluirá do reservatório A, de nível mais alto, para o reservatório B, de nível mais baixo, até que em ambos o nível da água seja o mesmo. Isso acontece em virtude de um nível de energia potencial existente entre eles. (...) Na eletricidade ocorre algo semelhante. Se dois corpos eletrizados com cargas contrárias (um positivamente carregado e o outro, negativamente) forem ligados por meio de um condutor (um fio de metal por exemplo), as cargas elétricas fluirão de um corpo para o outro, até que se estabeleça o equilíbrio entre ambos. Nesse caso, são os elétrons do corpo negativo que fluem pelo fio e neutralizam as cargas positivas do outro corpo.

Corrente elétrica

Prosseguindo com nossa comparação, o corpo negativo funciona como reservatório A e o positivo como o reservatório B. Quanto mais grosso for o fio condutor, mais rapidamente fluirão os elétrons.

Domínio Alvo: transferência de elétrons.

Domínio Análogo: transferência de água.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função.

Página 287: Os fios condutores podem oferecer maior ou menor resistência à passagem de corrente elétrica. De modo análogo aos canos de água no exemplo dos reservatórios, fios mais finos opõem maior resistência à passagem da corrente elétrica que os fios mais grossos.

Domínio Alvo: transferência de elétrons.

Domínio Análogo: transferência de água.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função

Página 290: O corpo humano é um bom condutor de eletricidade, pois a maior parte dele é constituída de água e sais dissolvidos. Por isso, pode funcionar como fio-terra, estabelecendo uma conexão entre a terra e um circuito elétrico.

Domínio Alvo: fio terra.

Domínio Análogo: corpo humano.

Localização: Livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função

Página: 296 (proposta de comparação): Exercício 2. Compare a descarga elétrica do poraquê com a tensão fornecida pelas tomadas da rede elétrica e avalie:

- a) no choque produzido pelo peixe, a intensidade de corrente que atravessa nosso corpo é maior ou menor do que aquela produzida pelo choque em tomadas?

Domínio Alvo: corrente elétrica do poraquê.

Domínio Análogo: corrente elétrica das tomadas.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança, proporção.

Página: 296 (proposta de comparação): 3.No capítulo 24 você deve ter pesquisado a utilização dos sons pelos morcegos na localização de obstáculos. Compare o sistema de localização e navegação dos poraquês com aquele que existe nos morcegos.

Domínio Alvo: comunicação com o ambiente por meio da eletricidade.

Domínio Análogo: comunicação com o ambiente por meio da emissão de ultra-sons.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança (depende).

#### APRESENTAÇÃO DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS NA LEITURA DO LIVRO DO PROFESSOR.

Página 15: Exercício 4. Escolha um dos isótopos de urânio e desenhe o seu núcleo, representando prótons e nêutrons como pequenas esferas coloridas.

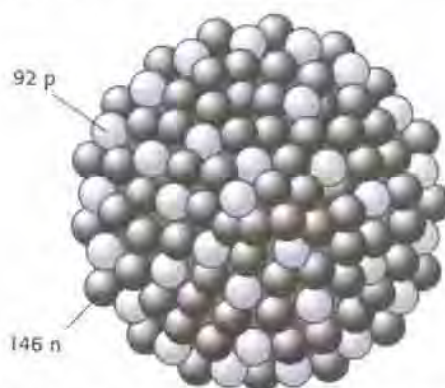
Domínio Alvo: estrutura do núcleo do átomo.

Domínio Análogo: pequenas esferas coloridas.

Localização: manual do professor, em de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança/ figura

4. Escolha um dos isótopos de urânio e desenhe o seu núcleo, representando prótons e nêutrons como pequenas esferas coloridas.



O urânio representado na ilustração é o  $^{238}_{92}\text{U}$ . A representação dos núcleos dos dois isótopos é semelhante, mudando apenas o número de nêutrons, ou seja, para o  $^{235}_{92}\text{U}$ ,  $n = 142$  e para o  $^{238}_{92}\text{U}$ ,  $n = 146$ .

Página 28 e 29: Exercício 3. Ilustre as ligações entre os 8 átomos de enxofre para a formação dessa molécula.

Exercício 8. Na formação da substância óxido de cálcio (CaO) ocorre uma ligação iônica entre um átomo do metal cálcio (Ca) e um átomo do não-metal oxigênio (O). Represente essa ligação por uma ilustração e explique-a em poucas palavras.

Exercício 10. Na formação da substância gás fluorídico (HF) ocorre uma ligação covalente entre um átomo de hidrogênio (H) e um átomo de flúor. Represente essa ligação por uma ilustração e explique-a em poucas palavras. (Dica: consulte a Tabela Periódica).

Domínio Alvo: ligações químicas.

Domínio Análogo: escolha dos alunos, provavelmente círculos.

Localização: Localização: manual do professor, em resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: figura.

3. Ilustre as ligações entre os 8 átomos de enxofre para a formação dessa molécula.

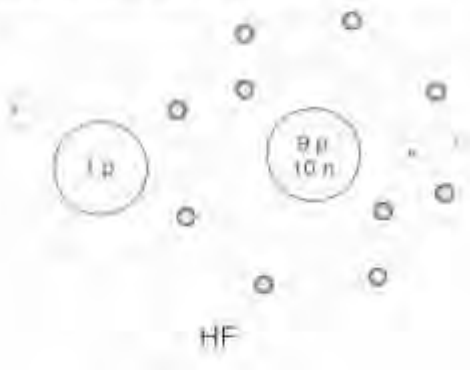
R.



Página 28

10. Na formação da substância gás fluorídrico (HF), ocorre uma ligação covalente entre um átomo de hidrogênio (H) e um átomo de flúor (F). Represente essa ligação por uma ilustração e explique-a em poucas palavras. (Dica: consulte a Tabela Periódica.)

R.



Página 29

8. Na formação da substância óxido de cálcio (CaO) ocorre uma ligação iônica entre um átomo do metal cálcio (Ca) e um átomo do não-metal oxigênio (O). Represente essa ligação por uma ilustração e explique-a em poucas palavras. (Dica: consulte a Tabela Periódica.)

R.



O oxigênio (O), para adquirir estabilidade, precisa ganhar 2 elétrons; já o cálcio (Ca), pelo mesmo motivo, precisa ceder 2 elétrons. Logo, o cálcio cede 2 elétrons ficando  $\text{Ca}^{2+}$ , ao oxigênio, que fica  $\text{O}^{2-}$ , e ambos ficam unidos pela atração que surge entre eles, formando o agrupamento iônico  $\text{CaO}$ , o óxido de cálcio.

Página 29

Página 38: Exercício 9. O esquema mostra uma reação química cujo produto é o óxido de alumínio. Observe que os 2 átomos de alumínio. [...] Escreva em seu caderno a equação química da formação do óxido de alumínio.

Domínio Alvo: átomos e moléculas em reações químicas.

Domínio coloridos.

Localização: em resolução de Enfoque da

9. O esquema mostra uma reação química cujo produto é o óxido de alumínio. Observe que 2 átomos de alumínio reagem com o óxido de ferro; o óxido de ferro tem 5 átomos, sendo 2 de ferro e 3 de oxigênio. Escreva em seu caderno a equação química da formação do óxido de alumínio.



R.  $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$

Análogo: círculos

manual do professor, exercícios.

comparação: figura



Página 52: Exercício 2. Em seu caderno faça dois esquemas: um representando uma estufa de plantas e o fenômeno de aquecimento interno; outro, representando o planeta Terra e o efeito estufa. Compare-os.

Domínio Alvo: efeito estufa da Terra.

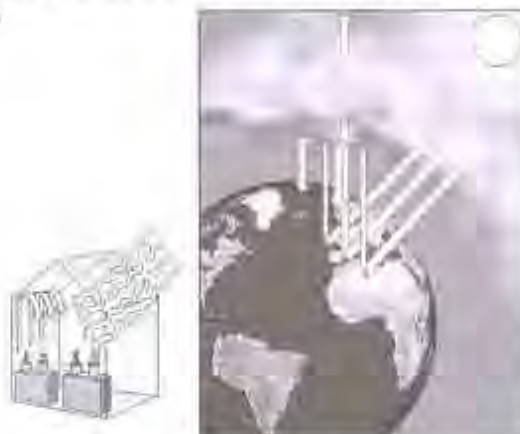
Domínio Análogo: estufa de plantas.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: função / figura.

2. Em seu caderno faça dois esquemas: um representando uma estufa de plantas e o fenômeno de aquecimento interno; outro, representando o planeta Terra e o efeito estufa. Compare-os.

R.



A atmosfera da Terra reflete parte da radiação solar para o espaço, mas permite a passagem de outra parte, que é absorvida pela superfície do planeta. Essa radiação é absorvida pela superfície terrestre e transforma-se em calor. O calor emitido pela superfície, por sua vez, não pode voltar para o espaço, pois é absorvido pelos gases atmosféricos.

Esse fenômeno recebe o nome de efeito estufa devido à sua semelhança com o que ocorre nas estufas de plantas, em que a luz atravessa o vidro e aquece o ambiente, pois o próprio vidro impede que o calor escape para o meio externo.

Página 71 (analogia presente apenas no manual): De forma semelhante aos planetas que orbitam o Sol e satélites que orbitam os planetas, o carrinho está em movimento (em relação os trilhos) com uma velocidade que faria com que seu movimento fosse retilíneo, tangente à circunferência formada pelos trilhos.

Domínio Alvo: força centrípeta e ação da gravidade na montanha russa.

Domínio Análogo: movimento dos planetas.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 91 (analogia presente apenas no manual): Como vimos, o gelo funciona como um isolante térmico, impedindo a perda de calor para a atmosfera.

Domínio Alvo: gelo.

Domínio Análogo: isolante térmico.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: função.

Página 91 (analogia presente no livro do aluno e no manual): A função da camada de gordura e do revestimento espesso é justamente essa, funcionar como um isolante térmico, evitando a perda de calor corporal.

Domínio Alvo: camadas de gordura e revestimento.

Domínio Análogo: isolante térmico.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: função.

Página 92 (proposta de comparação): A foto mostra ondas mecânicas, isto é, ondas que se propagam em um meio material, a água, também chamadas ondas visível. Como elas, as ondas sonoras também são ondas mecânicas, isto é, propagam-se em um meio material, o ar, mas são classificadas como ondas invisíveis, pois sua propagação ocorre em um meio material invisível.

Outra diferença entre elas é que enquanto as ondas na água são ondas transversais, isto é, vibram na direção vertical, mas se propagam na direção horizontal, as ondas sonoras são ondas longitudinais, isto é, vibram na mesma direção em que se propagam.

Domínio Alvo: produção do som – ondas mecânicas invisíveis.

Domínio Análogo: ondas na superfície da água – ondas mecânicas visíveis.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 94 (analogia presente apenas no manual): Nesta atividade deve ocorrer com a pessoa que está no mar algo semelhante ao que ocorre com a rolha na pia: quando as ondas passam, ela sobe e desce com elas (sofre deslocamento horizontal), pois as ondas não transportam matéria, transportam apenas energia.

Domínio Alvo: deslocamento de matéria (corpo) pelas ondas do mar.

Domínio Análogo: deslocamento de matéria (rolha) pelas ondas na pia.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 103 (proposta de comparação, presente apenas no manual): Se tiver uma câmara fotográfica em casa observe a posição da lente objetiva, do diafragma e do filme. Compare essas posições na câmara àquelas ocupadas no olho humano pelo cristalino (lente), pupila ou abertura da íris (abertura do diafragma) e à retina (filme). São iguais? Explique.

R. Olhos humanos e câmaras fotográficas são bastante semelhantes: a lente objetiva, a abertura do diafragma e o filme de uma máquina fotográfica podem ser comparados, respectivamente, ao cristalino, à pupila (abertura da íris) e à retina do globo ocular, com uma única diferença: na máquina fotográfica a lente está situada na frente do diafragma e no globo ocular o cristalino (lente) está situado atrás da íris.

Domínio Alvo: máquina fotográfica.

Domínio Análogo: olho humano.

Localização: manual do professor, proposta de exercício extra.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 104 (proposta de comparação): Pesquise em livros de física de ensino médio (ou na internet, em sites especializados no ensino de física – por exemplo, o site <http://educar.sc.usp.br/ótica/instrume.htm>) – um esquema simplificado de um telescópio refrator e de um microscópio. Reproduza os esquemas em seu caderno e compare-os: quais são as semelhanças e as diferenças que apresentam?

Domínio Alvo: formação de imagens.

Domínio Análogo: formação de imagens em telescópio e microscópio.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 112 (proposta de comparação): 2. Compare a descarga elétrica do poraquê com a tensão fornecida pelas tomadas da rede elétrica e avalie: no choque produzido pelo peixe, a intensidade de corrente que atravessa nosso corpo é maior ou menor do que aquela produzida pelo choque em tomadas?

Domínio Alvo: corrente elétrica do poraquê.

Domínio Análogo: corrente elétrica das tomadas.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança, proporção.

Página: 112 (proposta de comparação): Exercício 3. No capítulo 24 você deve ter pesquisado a utilização dos sons pelos morcegos na localização de obstáculos. Compare o sistema de localização e navegação dos poraquês com aquele que existe nos morcegos.

Domínio Alvo: comunicação com o ambiente por meio da eletricidade.

Domínio Análogo: comunicação com o ambiente por meio da emissão de ultra-sons.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

## ANEXO B - LIVRO CIÊNCIAS: FÍSICA E QUÍMICA



Fig. 1: Capa do livro.



Fig. 2: Contracapa do livro



Apresentação das páginas 243 à 252 do capítulo 22 analisado na seção 3 desta dissertação intitulada “SELEÇÃO, DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS”.



Ele também formulou uma teoria sobre a constituição da matéria, que ficou conhecida como *teoria atômica de Dalton* e pode ser resumida nas seguintes afirmações ou postulados:

- I – Toda matéria é constituída de átomos.
- II – Todos os átomos de certo elemento químico apresentam a mesma massa e as mesmas propriedades.
- III – Em um composto, os átomos dos elementos químicos combinam-se em proporções definidas, formando moléculas. Exemplo: na formação do composto  $A_2B$ , é preciso que 2 átomos de A se combinem com 1 átomo de B.
- IV – Numa reação química ocorre a recombinação entre átomos de elementos químicos, com a formação de nova(s) substância(s), mas os próprios átomos não sofrem alterações.

A teoria de Dalton foi logo aceita pela comunidade científica, pois, na realidade, propunha uma explicação aprofundada para algumas regras gerais já conhecidas, cujas bases haviam sido estabelecidas experimentalmente alguns anos antes pelo francês Antoine Lavoisier (1743-1794).

Lavoisier, considerado o "pai da química moderna", fez uma série de experimentos nos quais os reagentes e os produtos de uma reação química foram cuidadosamente pesados. Essas medições o auxiliaram a descobrir que, numa reação química, não ocorre variação de massa, isto é: a quantidade de matéria existente antes da reação (massa dos reagentes) é a mesma depois dela (massa dos produtos).

Com base nesses dados, propôs a chamada *lei da conservação da matéria*, que costuma ser enunciada, de forma resumida, na famosa frase: "Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma".



O cientista inglês John Dalton, que propôs o primeiro modelo de átomo. Para Dalton, o átomo seria uma partícula real, maciça, extremamente pequena e indivisível. Essa idéia está bem próxima daquela proposta por Demócrito.



Modelo de Dalton



Antoine Lavoisier

## Surgem novos modelos

### III – Discutam estas idéias

- a) O modelo de representação do sistema solar nem sempre foi o mesmo que conhecemos hoje. Que mudanças importantes ocorreram na representação do nosso planeta em relação ao Universo?
- b) Por que foi possível ou necessário fazer essas mudanças no modelo?

Enquanto determinado modelo científico for capaz de explicar e prever os fenômenos relacionados a um objeto de estudo, ele será aceito pela comunidade científica. Quando deixa de explicar certos fenômenos, passa a não ser mais adequado e deve sofrer modificações ou, até mesmo, ser substituído por outro.

Isso ocorreu (e ocorre) muitas vezes na história da ciência. Nesse sentido, um dos mais marcantes exemplos foi a mudança do modelo de representação de nosso planeta em relação ao Uni-



verso, em que o sistema geocêntrico cedeu lugar ao sistema heliocêntrico.

A representação do átomo também sofreu mudanças ao longo do tempo: novos modelos foram substituindo os incompletos ou ultrapassados.

O modelo proposto por Dalton, como partícula indivisível, imutável e maciça, continuou válido até o final do século XIX, pois não havia evidências experimentais que pudessem contestá-lo. Mas, entre o final desse século e o início do XX, sucessivas descobertas experimentais levaram à proposição de novos modelos atômicos.

Experimentos científicos demonstraram, por exemplo, que o átomo, já muitíssimo pequeno, é formado por partículas ainda menores: prótons, nêutrons e elétrons.

Experimentos realizados entre 1897 e 1912, que procuravam explicar, por exemplo, por que certos materiais passavam a se atrair ou se repelir quando atritados, revelaram que prótons e elétrons têm cargas elétricas de efeitos opostos. (Por convenção, adotou-se a carga positiva para o próton e a carga negativa para o elétron.) Verificou-se também que o nêutron (identificado em 1931) não possui carga elétrica — daí a sua denominação, que significa 'neutro'.

Atualmente, sabe-se que os átomos são formados por inúmeras partículas subatômicas, além dos prótons, nêutrons e elétrons: os pósitrons, os quarks, os neutrinos e os mésons. Neste livro, estudaremos apenas os prótons, nêutrons e elétrons, considerados as partículas fundamentais dos átomos.

De forma simplificada, podemos descrever o modelo de átomo atualmente aceito, proposto em 1913 pelo físico neozelandês Ernest Rutherford (1871-1937) e pelo físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962), da seguinte maneira:

- composto por duas regiões, uma central — o núcleo —, compacta, densa e com carga elétrica positiva, contendo prótons e nêutrons, e outra periférica — a eletrosfera —, na qual os elétrons giram em órbitas ao redor do núcleo. Tais órbitas são denominadas níveis de energia ou camadas eletrônicas;
- em cada órbita, o elétron possui uma energia específica — quanto mais próximo do núcleo, menor a energia do elétron em relação ao núcleo; quanto mais afastado, maior a sua energia em relação ao núcleo;

- o elétron pode mudar de órbita. Para que ele passe de uma órbita de menor energia (mais próxima do núcleo) para uma de maior energia (mais afastada), é necessário fornecer energia ao átomo. No processo contrário, ocorre liberação de energia.



## Alguns números de um átomo

Com base em dados obtidos experimentalmente, sabe-se que um próton apresenta massa de aproximadamente  $1,673 \times 10^{-24}$  g; um nêutron apresenta mais ou menos a mesma massa do próton ( $1,675 \times 10^{-24}$  g); e um elétron apresenta massa bem inferior à dessas partículas:  $9,11 \times 10^{-31}$  g.

Faça alguns cálculos e descubra quantas vezes a massa de um próton é maior que a massa de um elétron.

Sentiu a dificuldade em fazer as contas? Esses valores de massas, expressos em gramas, por serem muito pequenos, não são muito práticos para se trabalhar. Por isso, é mais conveniente expressar a massa das partículas subatômicas em outra unidade — nesse caso, a unidade de massa atômica — representada pela letra minúscula *u*.

Uma unidade de massa atômica (*u*) corresponde a 1/12 da massa do átomo de carbono mais comum na natureza. Devidamente convertidas, a massa de 1 próton é igual a 1,007 *u* e a de um nêutron, igual a 1,009 *u*. Para usos mais comuns, porém, as massas do próton e do nêutron costumam ser arredondadas e consideradas iguais a 1 *u*.

A massa do elétron, que é aproximadamente 1 836 vezes menor que a do próton, é igual a 0,0005 *u*, ou seja, praticamente desprezível.

Além da massa muitíssimo pequena, os átomos têm também tamanhos extremamente reduzidos: o raio de um átomo pode medir de 30 picômetros (pm) a 300 picômetros (sendo 1 pm igual a  $1 \times 10^{-12}$  m).



## Número atômico (Z)

Todos os átomos de um mesmo elemento químico apresentam o mesmo número de prótons. Esse número, chamado *número atômico*, é representado pela letra maiúscula **Z**. Na Tabela Periódica, ele normalmente aparece indicado acima do símbolo do elemento.

O elemento sódio (símbolo Na), por exemplo, possui um núcleo com 11 prótons; portanto, seu número atômico é igual a 11 ou  $Z = 11$ . Veja a tabela abaixo.

### IV – Trabalhe esta ideia

Consulte a Tabela Periódica abaixo e identifique os números atômicos e os símbolos dos seguintes elementos: oxigênio, enxofre, potássio, ouro, prata e mercúrio.

Um átomo é considerado eletricamente neutro, pois o número total de elétrons, que representam suas cargas negativas (-), é igual ao número total de prótons, que representam suas cargas positivas (+). Dessa forma, quando se fala de um átomo qualquer, uma vez fornecido o seu número atômico (Z), temos duas informações: o seu número de prótons e o seu número de elétrons.

Veja um exemplo: ao afirmarmos que o Z do elemento cloro (Cl) é 17; está subentendido que seus átomos têm 17 prótons e 17 elétrons.

Segundo o modelo atômico atualmente aceito (Rutherford-Bohr), e que estamos adotando, os 17 prótons do elemento cloro se encontram no núcleo juntamente com os nêutrons. Ao redor do núcleo estaria a eletrosfera, com os 17 elétrons ocupando as camadas eletrônicas.

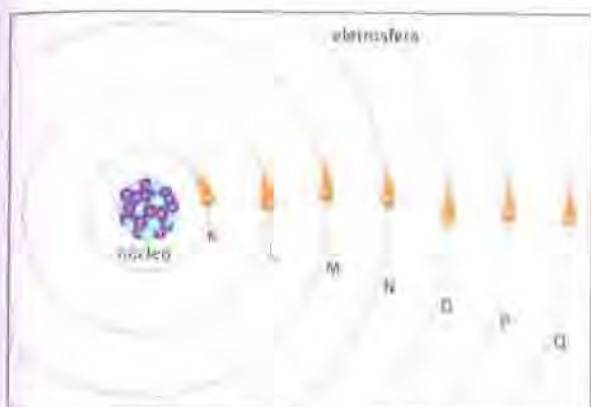
Mas como esses elétrons estariam dispostos na eletrosfera? E como seria a eletrosfera? Quantas camadas ela teria: uma? mais de uma? infinitas?

## TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

1	2	Elementos de transição										13	14	15	16	17	18
I	II	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIII
1 H												B	C	N	O	F	He
2 Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar
3 Na	Mg																
4 K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5 Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6 Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7 Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Mn	Uu	Uu	Uu

## Os elétrons e a eletrosfera

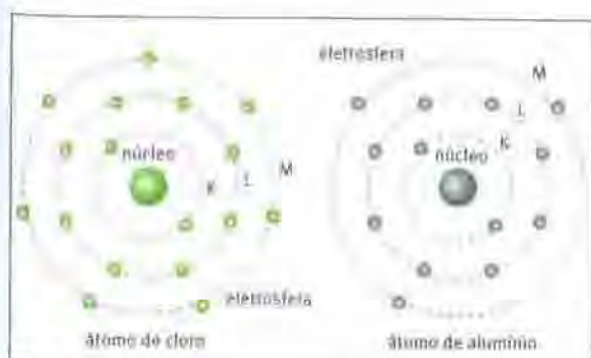
Na eletrosfera existem as camadas eletrônicas ou níveis de energia nos quais os elétrons estão distribuídos. O número máximo de camadas eletrônicas de uma eletrosfera é sete; cada uma delas, por convenção, é designada por uma das seguintes letras maiúsculas: K, L, M, N, O, P e Q, nessa ordem, partindo do núcleo.



A primeira camada é a K, que está mais próxima do núcleo. A sétima é a Q, mais distante do núcleo.

Qualquer que seja a camada em que estejam localizados, os elétrons estão em constante movimento. Conforme já dissemos, quanto mais distantes do núcleo estiverem, maior será a quantidade de energia que possuem. Assim, elétrons na camada K possuem menos energia que os da camada L. Os da camada L possuem menos energia que os da camada M, que possuem menos energia que os da N, e assim sucessivamente.

Tomando os átomos de cloro ( $Z = 17$ ) e de alumínio ( $Z = 13$ ) como exemplos, temos, esquematicamente:



Representação dos átomos de cloro e alumínio. (Esquema didático: os raios do núcleo, do átomo e dos elétrons não estão na proporção real.)

## A formação de íons

Os elétrons das últimas camadas de um átomo, que possuem muita energia, podem se afastar excessivamente do núcleo, acabando por deixar a eletrosfera desse átomo. Uma vez que num átomo o número de prótons é igual ao de elétrons, remover um ou mais desses elétrons deixará o átomo com excesso de prótons. Como os prótons têm carga elétrica positiva, esse átomo ficará com uma ou mais cargas positivas. Dizemos que esse átomo se transformou em um *ion positivo* ou *cátion*.

O átomo de sódio (Na), por exemplo, apresenta  $Z$  igual a 11; isso significa que possui 11 prótons e 11 elétrons. Se perder 1 elétron, ele ficará com 11 prótons e 10 elétrons, ou seja, terá 1 próton a mais que o total de elétrons; ficará, portanto, com 1 carga positiva em excesso. Dizemos, nesse caso, que o átomo Na se transformou no cátion  $\text{Na}^+$  (ou ion positivo  $\text{Na}^+$ ).

Por sua vez, quando um átomo ganha 1 ou mais elétrons, ocorre o processo inverso: ele fica com 1 ou mais cargas negativas, transformando-se em *ion negativo*, também chamado *ânion*. Caso o átomo de enxofre (S),  $Z = 16$ , receba 2 elétrons, seu número de prótons continuará sendo 16 e o de elétrons passará a ser 18. Dessa forma, esse átomo se transforma no ânion  $\text{S}^{2-}$  (ou ion negativo  $\text{S}^{2-}$ ).

## A distribuição dos elétrons

### V – Trabalhe estas ideias

Volte aos esquemas que representam os átomos de cloro e de alumínio e observe-os com atenção.

- Quantas camadas eletrônicas tem cada um dos átomos? As bolinhas sobre as camadas representam os elétrons. Quantos elétrons o alumínio tem? E o cloro?
- Observe a distribuição dos elétrons nas camadas. Quantos elétrons há em cada camada desses átomos?

Como você deve ter observado, os dois átomos têm três camadas eletrônicas e um mesmo número de elétrons nas duas primeiras camadas (K e L).



Na realidade, cada camada pode abrigar um número máximo de elétrons. Observe a tabela a seguir.

CAMADA	NÚMERO MÁXIMO DE ELÉTRONS
K	2
L	8
M	18
N	32
O	32
P	18
Q	8

A maioria dos elementos não possui todas as sete camadas eletrônicas em seus átomos. Exemplos: o hidrogênio tem apenas uma camada; o oxigênio tem duas; o alumínio, três; o manganês, quatro; a prata, cinco; o ouro, seis. O urânio é um dos elementos que têm as sete camadas eletrônicas.

A última camada eletrônica de um átomo nunca poderá ter mais que oito elétrons. E, se for a camada K, não poderá ter mais que dois – nos casos em que isso ocorre, ela será a única camada do átomo.

Para fazer a distribuição dos elétrons pelas camadas eletrônicas, você deve obedecer a algumas regras. Assim, siga sempre a seqüência das camadas (K, L, M, ...), preenchendo-as com seus números máximos de elétrons. Quando uma camada eletrônica estiver preenchida, os elétrons passam a ocupar a seguinte; no átomo de sódio ( $Z = 11$ ), por exemplo, 2 elétrons ocupam a primeira camada, 8 a segunda e 1 a terceira:

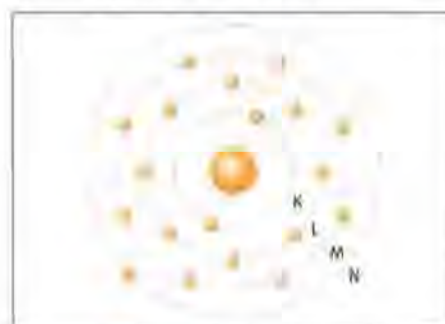
	K	L	M
Na ( $Z = 11$ )	2	8	1

No entanto, no último nível (ou camada), nunca coloque mais que 8 elétrons. Se, ao realizar a distribuição eletrônica, verificar que a última camada eletrônica ficará com 8 a 18 elétrons, deixe apenas 8 elétrons nessa camada e passe os demais para a seguinte. Veja o caso do átomo de potássio ( $Z = 19$ ):

	ERRADO				CORRETO			
	K	L	M		K	L	M	N
K ( $Z = 19$ )	2	8	9	→	2	8	8	1

Como o último nível não pode ter mais que 8 elétrons, deixamos apenas 8 na camada M e pas-

samos o único elétron restante para o nível seguinte, que é a camada N.



Distribuição eletrônica do átomo de potássio

Se o número de elétrons da última camada for maior que 18 e menor que 32, coloque apenas 18 elétrons nesse nível e passe o restante para o nível seguinte. Veja a distribuição eletrônica da prata (Ag), que possui 47 elétrons:

	ERRADO					CORRETO				
	K	L	M	N		K	L	M	N	O
Ag ( $Z = 47$ )	2	8	18	19	→	2	8	18	18	1



Distribuição eletrônica do átomo de prata

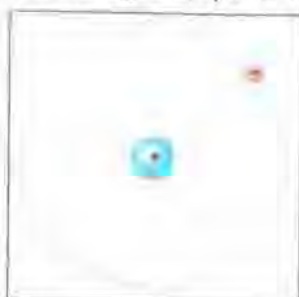
## A identificação dos átomos

Existem mais de 90 elementos químicos na natureza. E, na prática, mais alguns – os elementos sintéticos – criados em laboratório pelos cientistas. Como podemos distinguir um elemento do outro? Como os identificamos?

Dissemos que todos os átomos de determinado elemento químico possuem o mesmo número atômico ( $Z$ ). Também já vimos que o número atômico corresponde ao número de prótons do átomo. Logo, podemos diferenciar os elementos pela quantidade de prótons que seus átomos possuem. Ou seja, por  $Z$ , que é considerado a "identidade" do elemento.

Dentre os elementos existentes, o que possui o átomo mais simples é o hidrogênio, que tem apenas 1 próton, 1 elétron e nenhum nêutron.

O núcleo do átomo de hidrogênio é constituído por apenas 1 próton. Não há nêutrons no núcleo e a eletrosfera possui apenas 1 elétron.



## O número de massa

Chama-se *número de massa* à soma do número de prótons ( $p$ ) e de nêutrons ( $n$ ) de um átomo, isto é, ao total das partículas fundamentais que se acham no núcleo do átomo. O número de massa é representado pela letra  $A$ .

Dessa forma, temos:  $A = p + n$ .

Como  $p$  corresponde ao número atômico, podemos dizer que  $A = Z + n$ .

A tabela abaixo relaciona os números de prótons, de nêutrons e de massa de átomos de alguns elementos.

ELEMENTO	NÚMERO DE MASSA
Hidrogênio	$1 + 0 = 1$
Hélio	$2 + 2 = 4$
Enxofre	$16 + 16 = 32$
Ferro	$26 + 30 = 56$

Será que, além do número atômico, o número de massa também pode servir para identificar um elemento? Vejamos.

## O que são isótopos?

Como acabamos de ver, o núcleo atômico contém certo número de nêutrons (com exceção do núcleo do hidrogênio, que não tem nenhum) e de prótons, que, somados, correspondem ao número de massa. Também sabemos que o número atômico caracteriza o elemento químico, de tal forma que basta conhecê-lo para identificarmos o elemento de que se fala. Todavia, dado o número de massa nem sempre é possível identificar com certeza o elemento. Por quê?

Na prática, quando uma amostra de dado elemento químico é cuidadosamente examinada, observa-se, na maioria dos casos, que nem todos os átomos de um mesmo elemento apresentam o mesmo número de massa.

Acompanhe, como exemplo, o caso do boro (B). Apesar de todos os átomos desse elemento apresentarem  $Z = 5$ , seus números de massa não são iguais, existindo átomos com  $A = 10$  e átomos com  $A = 11$ . Como se vê, embora constituam o mesmo elemento químico, esses átomos não são exatamente iguais.

Átomos de um mesmo elemento (ou seja, que têm o mesmo número atômico) com diferentes números de massa são denominados *isótopos*. No caso do boro, dizemos que esse elemento apresenta os isótopos boro 10 e boro 11.

Isso quer dizer que, embora todos os isótopos de um elemento tenham o mesmo número atômico, eles possuem diferentes números de nêutrons no núcleo, pois  $A = Z + n$ .

## VI - Trabalhe esta idéia

O número atômico do boro é 5. Quantos nêutrons possuem, respectivamente, os isótopos boro 10 e boro 11?

Geralmente nos referimos a um isótopo em particular por meio de seu número de massa, como neste exemplo: urânio 238 ou  $^{238}\text{U}$ .

Você sabena explicar por que o número de massa pode servir como "identidade" de um isótopo?

A resposta é bastante simples: se é possível determinar a identidade de certo elemento químico pelo seu número atômico, para identificarmos o isótopo basta conhecer seu número de massa.

Alguns isótopos passaram a ser tão importantes na vida humana que receberam símbolos e nomes especiais.

Veja o caso do hidrogênio. Todos os átomos desse elemento possuem 1 próton. Quando esta é a única partícula nuclear, o nome do elemento é hidrogênio mesmo, e seu símbolo é simplesmente H. Mas existem átomos de hidrogênio em cujo núcleo, além do próton, há 1 nêutron. Esse isótopo do hidrogênio, de número de massa 2 ( $^2\text{H}$ ), recebe o nome de *deutério* (que pode ser representado por D) ou *hidrogênio pesado*. Outros átomos de



hidrogênio têm 2 nêutrons no núcleo; portanto, possuem número de massa 3 ( $^3\text{H}$ ) e recebem o nome de *trítio* (e a representação é T) ou *hidrogênio radioativo*.

Na formação de substâncias, a substituição de um elemento por seu isótopo pode ter consequências bem interessantes. Por exemplo, na formação da molécula de água, o hidrogênio pode ser substituído por deutério. A água comum, que contém hidrogênio ( $^1\text{H}$ ) na molécula, forma um sólido (gelo) menos denso que a água líquida. É por isso que o gelo flutua na água. O gelo que resulta de água que contém moléculas de deutério ("água

pesada", representada pela fórmula  $\text{D}_2\text{O}$ ) é chamado "gelo pesado" e também flutua na "água pesada", mas, sendo mais denso que a água comum, afunda nela.

A maioria dos elementos possui (pelo menos 2) isótopos estáveis, mas alguns apresentam apenas um, como o alumínio (Al), o flúor (F) e o fósforo (P). Outros apresentam muitos isótopos, como o estanho (Sn), que possui 10 isótopos estáveis.

A expressão "isótopo estável" é usada para estabelecer a diferença entre estes e os *isótopos radioativos*. Um exemplo de isótopo radioativo é o trítio ( $^3\text{H}$ ).

## PARA IR MAIS LONGE

### O que é radioatividade

Além dos elementos estáveis, existem na natureza alguns elementos cujos átomos se transformam, isto é, seus núcleos sofrem desintegração, emitindo radiação (grande quantidade de energia e partículas com velocidades altíssimas). Chamamos de *radioatividade* essa propriedade que tais átomos apresentam de emitir radiação.

Alguns exemplos de elementos fisicamente instáveis ou radioativos são o urânio 235, o cério 137 e o cálcio 60 e o tório 232, que estão em constante e lenta desintegração, liberando grandes quantidades de energia (ondas eletromagnéticas ou raios gama) e partículas subatômicas com altíssimas velocidades (partículas alfa, beta e nêutrons).

A radioatividade foi descoberta no final do século XIX. Até aquela época predominava a ideia de que os átomos eram as menores partículas de qualquer matéria e que seriam semelhantes a esferas maciças. A descoberta da radiação abriu caminho para a revelação de partículas menores que o átomo: os prótons, os nêutrons e os elétrons, estes últimos, partículas subatômicas que se movimentam a altíssimas velocidades.

Descobriu-se também que os átomos não são todos iguais. O átomo de hidrogênio, por exemplo, é o mais simples de todos, com 1 próton, 1 elétron e nenhum nêutron. O átomo de urânio 235 contém 92 prótons, 92 elétrons e 143 nêutrons.

Estamos expostos diariamente à radioatividade, seja aquela emitida por fontes naturais de radiação (elementos radioativos que existem na superfície da Terra ou os raios cósmi-

cos que vêm do espaço) ou emitida por fontes artificiais (produzida pela humanidade): o uso de raios X na medicina, as chuvas de partículas radioativas produzidas pelos testes de armas nucleares, os vazamentos acidentais em usinas nucleares etc.

Os efeitos da radioatividade no ser humano dependem da quantidade acumulada no organismo e do tipo de radiação. Em pequenas doses, ela é inofensiva. Quando bem manipulada, os elementos radioativos podem ser benéficos. O célio 137, por exemplo, é muito utilizado no tratamento de pessoas com tumores cancerosos. Mas doses excessivas podem provocar lesões diversas e até mesmo a morte (em poucos dias, quando a dose é muito intensa, ou num tempo de dez a quarenta anos, quando a dose é suficiente para provocar o desenvolvimento de leucemia ou outro tipo de câncer).

Os vários tipos de radiação têm diferentes efeitos no organismo vivo. As partículas alfa podem ser facilmente detidas até mesmo por uma folha de papel; em geral, não conseguem ultrapassar as camadas externas de células mortas da pele de uma pessoa, sendo praticamente inofensivas. Entretanto, podem ocasionalmente penetrar no organismo através de um ferimento ou por aspiração e provocar lesões graves.

As partículas beta são capazes de penetrar até cerca de um centímetro nos tecidos, ocasionando danos à pele, mas não aos órgãos internos, a não ser que a pessoa engula ou aspire uma fonte que as emita.

Os raios gama e os raios X são extremamente penetrantes, podendo atravessar o corpo humano, sendo detidos somente por uma grossa parede de concreto ou metal.



Paciente sendo submetida a tratamento de radioterapia.

Ser atingido por radiação é algo sutil e muitas vezes impossível de ser percebido imediatamente, já que não moni-

to do impacto não ocorre dor ou lesão visível. Sem diferente de ser atingido por uma bala de revólver por exemplo, cujo efeito destrutivo é sentido e constatado na hora.

A radiação ataca as células do corpo individualmente, fazendo com que sofrem alterações em sua estrutura e funcionamento, pois afeta os átomos que as compõem, que podem perder elétrons, e altera as ligações químicas entre eles. Com o tempo, essas danos celulares refletem-se no funcionamento do organismo como um todo. Algumas consequências podem ser percebidas a curto prazo, outras a longo prazo. Às vezes, somente apresentarão problemas os descendentes (filhos, netos) da pessoa que sofreu alguma alteração genética induzida pela radioatividade.

PEREIRA, F. & LOURENÇO, S. F. In: *Energia Nuclear*. São Paulo: ABC, 2008.  
(Texto adaptado para fins didáticos)

## INTEGRANDO O CONHECIMENTO

- Qual o significado da palavra *modelo* em ciências? Cite um exemplo diferente daqueles que aparecem no texto do capítulo.
- O modelo de átomo proposto por Dalton, como uma esfera maciça e indivisível, não corresponde ao que é válido atualmente. Explique por que a comunidade científica da época de Dalton o aceitava.
- Se você não se lembra de como representar uma reação química, reveja o capítulo 3. Depois, represente a reação química em que dada substância A reage com B para formar o composto AB. Então, responda:
  - Qual seria a massa do composto AB<sub>2</sub> de acordo com o princípio de conservação da matéria, se fossem misturados 5,0 g de A com 5,0 g de B?
  - O que isso significa?
- Uma vela acesa é um exemplo de reação química. Após algum tempo, só resta um pouquinho de parafina solidificada. Esse fenômeno contradiz a lei da conservação da matéria formulada por Lavoisier? Explique.
- O que torna inválido um modelo científico?
- Quando uma bexiga de aniversário cheia de ar é atirada contra um tecido, os dois corpos passam a se atrair, devido à natureza elétrica da matéria. O modelo atômico de Dalton explica esse fenômeno? Justifique sua resposta.
- O núcleo atômico apresenta que tipo de carga elétrica? E a eletrosfera?
- Faça uma crítica à afirmação: "O modelo atual da estrutura atômica é considerado definitivo".
- Faça a distribuição eletrônica em camadas dos átomos dos seguintes elementos:
 

a) zinco (Z = 30);	c) enxofre (Z = 16);
b) telúrio (Z = 52);	d) alumínio (Z = 13);
- Verifique se as seguintes afirmativas estão corretas. Caso não estejam, reescreva-as no caderno, fazendo as correções necessárias.
  - Isótopos são átomos que apresentam o mesmo número atômico e mesmo número de massa.
  - Constituem um elemento químico apenas os átomos que têm o mesmo Z e o mesmo A.
  - O átomo constituído de 11 prótons, 12 nêutrons e 11 elétrons apresenta Z = 11 e A = 22.



11. Em seu caderno, reescreva as afirmativas, corrigindo-as.

a) Quando se compara o átomo neutro de enxofre (S) com o íon sulfeto ( $S^{2-}$ ), verifica-se que este tem dois prótons a mais e o mesmo número de elétrons.

b) Sabemos que o número atômico do chumbo (Pb) é igual a 82 e que o íon  $Pb^{2+}$  apresenta 127 nêutrons. Concluímos, portanto, que o número de elétrons ao redor do núcleo do íon é igual a 82.

12. Descendentes de pessoas que tenham sido expostas a radioatividade podem ser afetados. Explique por quê.

## EM GRUPO: REALIZANDO PESQUISA

Façam uma pesquisa sobre o episódio do lançamento da bomba atômica nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki. Anotem as seguintes informações:

- quando ocorreu e por quê;

- o que se verificou instantes após o lançamento;
- quais as consequências do episódio para o organismo das pessoas afetadas e seus descendentes;
- quais as consequências políticas.

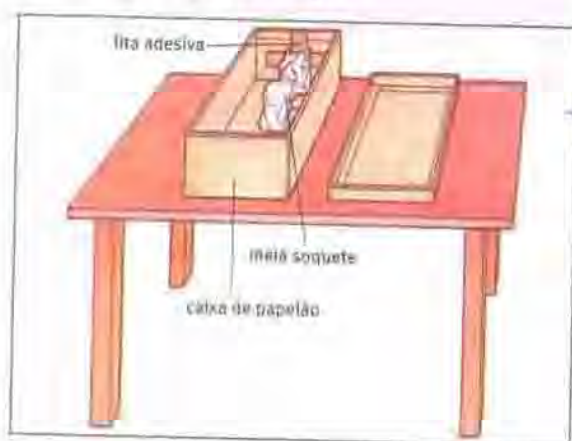
## MÃOS À OBRA: ATIVIDADE PRÁTICA OU EXPERIMENTAL

### A construção de modelos

Organizem-se em duplas e desenvolvam esta atividade.

**Material:** caixa de papelão com tampa; tesoura; objetos diversos que caibam na caixa; um pé de meia soquete (não muito grossa); cola ou fita adesiva (ou outro material que possa fixar a meia à caixa).

**Procedimento:** com a tesoura, façam uma abertura na lateral da caixa (o tamanho deve ser grande o suficiente para passar a mão de vocês). Usando cola ou fita adesiva, prendam a meia à abertura do lado interno da caixa, de forma que uma mão, enfiada na meia, possa apalpar os objetos.



Agora, um de vocês deve colocar alguns objetos na caixa e fechá-la. O outro deve enfiar a mão na meia; tentar descobrir o que há dentro da caixa e anotar numa folha de papel.

Após o registro, abram a caixa e confirmem.

Invertam os papéis. Quem tentou descobrir os objetos deve colocar outros objetos na caixa, e quem colocou os objetos na vez anterior deve tentar descobrir os novos objetos (o tempo deve ser o mesmo que o da primeira vez).

### Discutam esta idéia

Tentem descobrir como esta atividade está relacionada à construção de modelos.



## APRESENTAÇÃO DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS NA LEITURA DO LIVRO DO ALUNO.

Página 9: Como a matéria, a energia existente no universo não pode ser criada nem destruída, apenas transformada.

Embora nosso corpo seja muito mais complexo que qualquer máquina, podemos fazer algumas comparações para facilitar o entendimento de certos aspectos. Vamos então, compara-lo a um automóvel.

O motor do veículo emprega a energia do combustível (gasolina, álcool, etc) para se deslocar no espaço. O nosso corpo utiliza os alimentos para se manter vivo e realizar as diversas atividades orgânicas. Como um motor, nosso corpo gasta energia ao realizar todas as suas atividades. No veículo há um tanque para reservar o combustível. Nosso corpo armazena o excesso de alimentos sob a forma de gordura, por exemplo.

Domínio Alvo: energia utilizada pelo corpo

Domínio Análogo: automóvel

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função e semelhança

Página 10: Simplificando, podemos dizer que a energia dos alimentos que ingerimos ou é “queimada” ou é acumulada no organismo.

Domínio Alvo: utilização da energia

Domínio Análogo: queima

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 11: Um bom exemplo desse tipo de conversão de energia é o que ocorre em vagalumes. Podemos imaginar que no corpo desses insetos existe um pequeno laboratório de química: as chamadas “lanternas”, nas quais ocorre o processo de geração de luz.

Domínio Alvo: transformação de energia química em luminosa

Domínio Análogo: laboratório de química - lanterna

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança



Página 28: Em geral, distinguimos e reconhecemos as pessoas por meio das características físicas, como peso, altura, cor dos olhos, comprimento dos cabelos, etc.

O mesmo vale para os diferentes materiais. Comparamos suas características físicas para diferenciá-los. Por exemplo, o mel tem cor amarela e, embora seja líquido, é mais viscoso que a água, que é incolor. Um picolé de uva pode ser descrito como um material sólido de coloração vinho, enquanto um bloco de gelo é um material sólido e incolor.

Domínio Alvo: propriedades físicas da matéria

Domínio Análogo: distinguir pessoas

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 64: O fato é que a física está em constante processo de construção. É como se ela fosse um prédio sem fim, onde há, sempre, mais um andar a ser construído.

Domínio Alvo: descobertas na área da física

Domínio Análogo: prédio

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 77 (duas analogias): A física se vale da linguagem matemática para descrever com precisão seus fenômenos, e uma das formas utilizadas é traduzir esses fenômenos na forma de equações matemáticas, com suas incógnitas e variáveis. É como aprender um idioma diferente.

O grande físico e astrônomo do século XVII Galileu Galilei descreve assim a relação da física com a matemática. “O universo é o grande livro da sabedoria”. O livro está sempre aberto ao olhar humano, mas não pode esperar compreendê-lo quem não dominar primeiro a linguagem e os caracteres com os quais ele foi escrito. Essa linguagem é a matemática.

Domínio Alvo: equações - universo.

Domínio Análogo: idioma diferente - livro.

Localização: livro do aluno, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança - semelhança

Página 78: Vamos verificar se os automóveis respeitam os limites de velocidade em seu bairro? Para isso, agiremos como os policiais de trânsito: faremos a medição da velocidade

média de três ou quatro deles e a compararemos com o limite de velocidade permitido nessa via.

Domínio Alvo: medição de velocidade

Domínio Análogo: agir como policiais

Localização: livro do aluno, em propostas de atividade prática.

Enfoque da comparação: função

Página 102: Um foguete em movimento é um exemplo prático da terceira lei de Newton. Os gases produzidos na queima do combustível são impelidos para fora e para baixo (ação) e, como resultado, o veículo é impulsionado para cima (reação). É algo parecido ao que ocorre quando enchemos uma bexiga e a soltamos sem amarrar o bico: o ar de dentro dela é expelido para um lado, e a bexiga vai para o outro.

Domínio Alvo: funcionamento de um foguete.

Domínio Análogo: movimento de uma bexiga livre sem estar com o bico amarrado.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função.

Página 103: Na tira abaixo, inteligentemente Charlie Brown se vale do princípio da inércia para colocar Snoopy na sua casinha sem acordá-lo. Relacione essa tira com o uso correto do cinto de segurança em automóveis.

Domínio Alvo: princípio da inércia de Newton no uso do cinto de segurança.

Domínio Análogo: transporte do Snoopy.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: função

Página 117: O objetivo desta atividade é observar as mudanças e sensações produzidas no corpo por duas atividades físicas e compara-las àquelas experimentadas pelos astronautas na ausência de gravidade.

Domínio Alvo: sensação corporal na ausência de gravidade.

Domínio Análogo: sensação corporal produzida por atividade física específica.

Localização: livro do aluno, em propostas de atividade prática.

Enfoque da comparação: experimento/semelhança.

Página 147 e 157: figuras de círculos coloridos.

Domínio Alvo: movimento de partículas e átomos, condução de calor.

Domínio Análogo: figuras de círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura



Página 147

Página 157

Página 177: figuras de círculos coloridos.

Domínio Alvo: movimento de moléculas de ar com a produção das ondas sonoras por violão.

Domínio Análogo: figuras de círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura



Página 178: a) O que ocorre com as bolinhas após a colisão?

b) O que aconteceria se houvesse dois conjuntos de bolinhas, cada um com quatro bolinhas?

Tentem montar isso e verifiquem.

c) Qual a relação desse experimento com a explicação sobre a formação e a propagação das ondas sonoras na corda do violão.

Domínio Alvo: propagação das ondas sonoras na corda do violão.

Domínio Análogo: propagação de movimento entre bolinhas de gude.

Localização: livro do aluno, em propostas de atividade prática.

Enfoque da comparação: função.

Página 178: c) Como vocês relacionam esta atividade com a anterior?

d) Qual a diferença entre o som produzido pelo canhão de ar e o produzido por uma corda de um violão?

Domínio Alvo: movimento de moléculas de ar com a produção das ondas sonoras por violão.

Domínio Análogo: propagação de movimento entre bolinhas de gude e produção das ondas sonoras pelo canhão de ar.

Localização: livro do aluno, em propostas de atividade prática.

Enfoque da comparação: função.

Página 185: Ao atingir a velocidade do som, o avião atravessa o ar de alta pressão, que se espalha para trás dele numa forte “onda de choque”. Essa onda, que tem força suficiente para quebrar janelas, é ouvida pelas pessoas no chão como se fosse um trovão alto.

Domínio Alvo: propagação do movimento de moléculas de ar com produção de onda sonora.

Domínio Análogo: som produzido pelo trovão.

Localização: livro do aluno, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 190: Se pensarmos nas orelhas como “sensores de som”, podemos usar essa imagem para a visão: os olhos são sensores de luz.

Como acontece com as orelhas e as ondas sonoras, nossos olhos não conseguem “enxergar” se não forem atingidos pelas ondas eletromagnéticas; por isso, não vemos onde não há luz. E, do mesmo modo que com as orelhas, os nossos sensores de luz não conseguem captar todas as ondas eletromagnéticas, apenas aquelas que possuem determinadas frequências.

Domínio Alvo: funcionamento da visão

Domínio Análogo: funcionamento da audição

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função

Página 194: Para que ocorra um arco-íris é necessário que existam gotas de água em suspensão no ar, como ocorre antes, durante ou depois de uma chuva. Uma gota de água funciona como um pequeno prisma. Quando a luz branca a atravessa, acaba refletindo na sua superfície interna e retornando. Ao atravessar, ela sofre refração e se decompõe, saindo de dentro da gota como um conjunto de luzes coloridas e não como luz branca.

Domínio Alvo: ocorrência de arco-íris antes, durante ou depois de uma chuva.

Domínio Análogo: prisma

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função

Página 196: Exercício 9. Quais as principais semelhanças e diferenças entre o olho e a orelha?

Domínio Alvo: funcionamento da visão.

Domínio Análogo: funcionamento da audição.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança (depende)

Página 196: Exercício 14. a) Quais as semelhanças e as diferenças entre uma vitrola e um aparelho de som com CD?

b) A agulha da vitrola anda sobre o disco de vinil. Num aparelho de CD, o que você acha que ocorre?

c) Por que se usa a luz de laser e não outros tipos em aparelhos de CD?

Domínio Alvo: funcionamento de aparelho de CD

Domínio Análogo: funcionamento de vitrola com disco de vinil

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: função

Página 200: Juntem os dois espelhos de forma que eles formem um ângulo entre eles (como se fossem duas páginas de um livro).

Domínio Alvo: formação de ângulo entre espelhos.

Domínio Análogo: formação de ângulo entre páginas de livro.

Localização: livro do aluno, em propostas de atividade prática.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 204: De forma simplificada, lente convergente é a que concentra o feixe de luz que a atravessa. Assim, podemos comparar as lentes convergentes com os espelhos côncavos (com a diferença de que estes refletem os raios luminosos e aquelas são atravessadas por eles).

Domínio Alvo: lente convergente.

Domínio Análogo: espelhos côncavos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 204: Como nos espelhos, nas lentes a imagem depende da posição do objeto em relação a elas e também pode ser direita ou invertida, maior ou menor que o objeto.

Domínio Alvo: imagem das lentes

Domínio Análogo: imagem nos espelhos

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 213: Mas atenção: os elétrons não são as cargas negativas, nem os prótons são as cargas positivas. Eles possuem como característica essas cargas. É como alguém que possui cabelos castanhos: ele não é “cabelos castanhos”, apenas possui como característica cabelos castanhos.

Domínio Alvo: característica de prótons e elétrons.

Domínio Análogo: características de uma pessoa.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 214: a) O que acontece? Como vocês explicam isso?

b) Quando passamos o braço em frente à tela do televisor ligado, os pêlos são atraídos por ela. Qual a relação disso com a experiência que vocês fizeram?

Domínio Alvo: eletrização dos corpos, pêlos atraídos pelo televisor.

Domínio Análogo: caneta de plástico eletrizada e pedaços de papel.

Localização: livro do aluno, em propostas de atividade prática.

Enfoque da comparação: função

Página 217: Materiais metálicos possuem facilidade em movimentar elétrons por causa da forma como seus átomos se organizam: alguns elétrons como que ficam passeando livremente

de um átomo para outro dentro do metal, mas sem pularem para fora (chamamos essa característica de “mar de elétrons livres”). (figura)

Domínio Alvo: movimento de elétrons entre os átomos

Domínio Análogo: mar de elétrons livres

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança

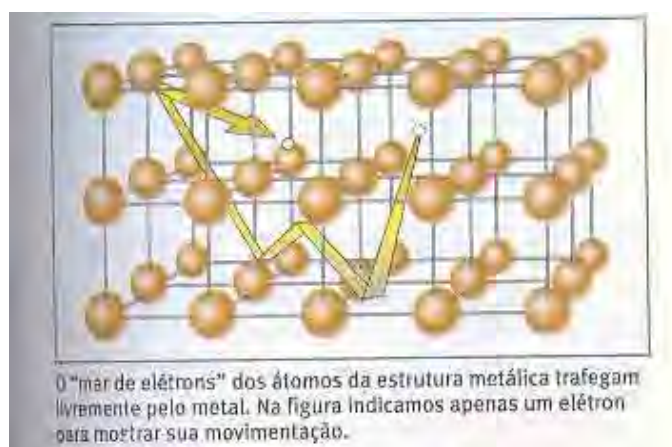
Página: 217 e 228: Materiais metálicos possuem facilidade em movimentar elétrons por causa da forma como seus átomos se organizam: alguns elétrons como que ficam passeando livremente de um átomo para outro dentro do metal, mas sem pularem para fora (chamamos essa característica de “mar de elétrons livres”).

Domínio Alvo: movimento de elétrons entre os átomos

Domínio Análogo: círculos coloridos

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança/figura



Página 228: Ao passar pelo filamento de tungstênio, a corrente elétrica encontra grande dificuldade, o que provoca muitos choques dos elétrons com os átomos do tungstênio. O aquecimento é tão intenso que chega a incandescer, a brilhar. Algo parecido com o que ocorre quando se deixa uma barra de metal no fogo; ela chega a brilhar no escuro.

Domínio Alvo: incandescimento do tungstênio por corrente elétrica.

Domínio Análogo: incandescimento de barra de metal pelo fogo.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 230: Quando a nuvem carregada está sobre o pára-raios, sua ponta funciona como local de maior concentração de cargas elétricas, favorecendo que o raio ocorra ali, descarregando a nuvem.

Numa tempestade, deve-se evitar locais descampados e se abrigar sob árvores isoladas, pois a pessoa e a árvore podem funcionar como a ponta de um pára-raios. Estando numa piscina ou no mar, deve-se sair imediatamente ao se escutar o primeiro trovão, uma vez que os sais minerais diluídos na água favorecem a condução de eletricidade na eventual descarga elétrica de um raio.

Domínio Alvo: prevenção de acidentes durante tempestade, relacionados a pessoas e árvores.

Domínio Análogo: funcionamento de pára-raio.

Localização: livro do aluno, em texto complementar.

Enfoque da comparação: função

Página 231: Pilha: miniusina de energia elétrica.

Domínio Alvo: funcionamento de uma pilha.

Domínio Análogo: usina de energia elétrica.

Localização: livro do aluno, no tópico do texto.

Enfoque da comparação: semelhança, função (depende).

Página 236: Com observações como essas, Gilbert pôde concluir que a Terra também possui dois pólos magnéticos, agindo como um gigantesco ímã, e que seu campo magnético possui linhas de força que vão de norte a sul no planeta.

Domínio Alvo: Terra e seus pólos magnéticos.

Domínio Análogo: gigantesco ímã.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função.

Página 236: Existem animais, como tartarugas marinhas e certas aves, que conseguem “sentir” o campo magnético terrestre e o utilizam em sua navegação. É como se possuíssem uma pequena bússola dentro de sua cabeça, indicando o norte e facilitando sua localização.

Domínio Alvo: localização de tartarugas marinhas e certas aves.

Domínio Análogo: bússola interna

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.



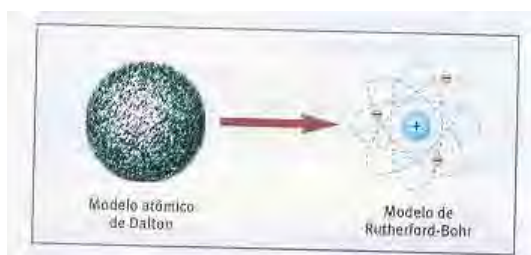
Páginas 245, 247, 248, 249: figuras de círculos coloridos.

Domínio Alvo: átomos.

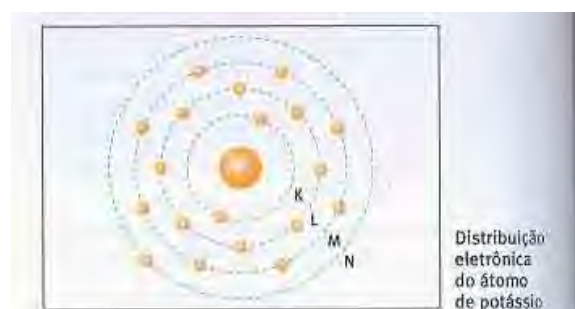
Domínio Análogo: figuras de círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura

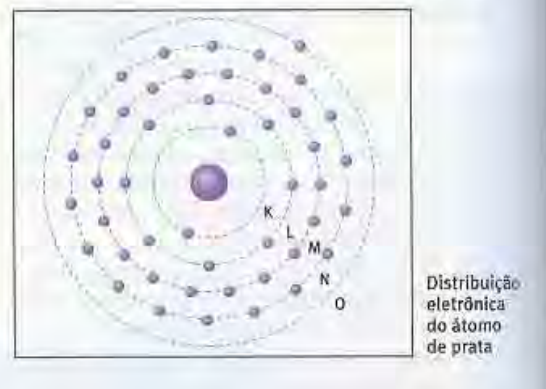


Página 245



Se o número de elétrons da última camada for maior que 18 e menor que 32, coloque apenas 18 elétrons nesse nível e passe o restante para o nível seguinte. Veja a distribuição eletrônica da prata (Ag), que possui 47 elétrons:

	ERRADO					CORRETO				
	K	L	M	N		K	L	M	N	O
Ag (Z = 47)	2	8	18	19	→	2	8	18	18	1



Página 248



Página 247



Página 247

Página 247: Volte aos esquemas que representam os átomos de cloro e de alumínio e observe-os com atenção.

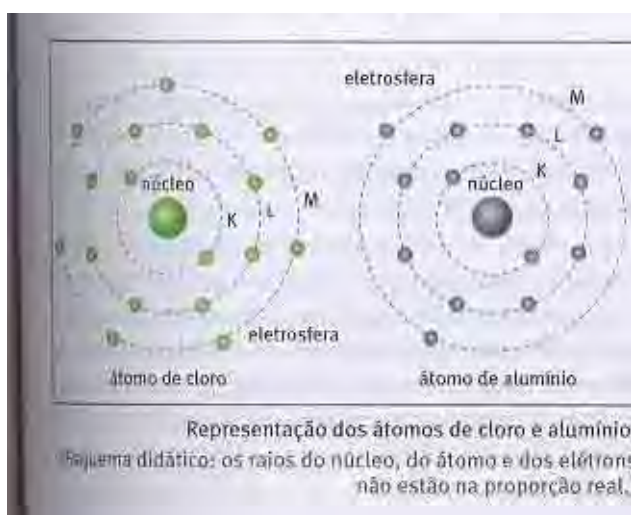
- Quantas camadas eletrônicas tem cada um dos átomos? As bolinhas sobre as camadas representam os elétrons. Quantos elétrons o alumínio tem?
- Observe a distribuição dos elétrons nas camadas. Quantos elétrons há em cada camada desses átomos?

Domínio Alvo: camadas eletrônicas de átomos.

Domínio Análogo: figuras de círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: figura



A distribuição dos elétrons

**V – Trabalhe estas idéias**

Volte aos esquemas que representam os átomos de cloro e de alumínio e observe-os com atenção.

- Quantas camadas eletrônicas tem cada um dos átomos? As bolinhas sobre as camadas representam os elétrons. Quantos elétrons o alumínio tem? E o cloro?
- Observe a distribuição dos elétrons nas camadas. Quantos elétrons há em cada camada desses átomos?

Página 248: Logo podemos diferenciar os elementos pela quantidade de prótons que seus átomos possuem. Ou seja, por  $Z$ , que é considerado a “identidade” do elemento.

Domínio Alvo: número atômico.

Domínio Análogo: identidade.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 264 e 310: figura

Domínio Alvo: estrutura do cloreto de sódio-retículo cristalino.

Domínio Análogo: bolas coloridas reunidas em forma de quadrado.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto, e no glossário respectivamente.

Enfoque da comparação: figura

estrutura cúbica do cloreto de sódio

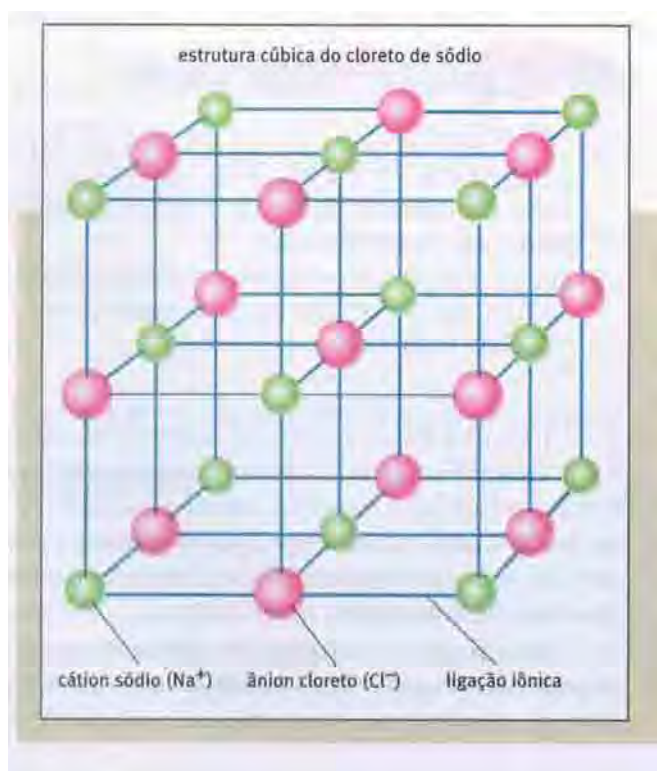
(cátion<sup>x+</sup>) (ânion<sup>y-</sup>)

A fórmula de um composto iônico como o representado é: (cátion)<sub>y</sub>(ânion)<sub>x</sub>. Observe a ordem de representação dos íons: primeiro, o cátion; depois, o ânion.

cátion sódio (Na<sup>+</sup>) ânion cloreto (Cl<sup>-</sup>) ligação iônica

Um aglomerado iônico de íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> tem forma geométrica cúbica bem definida, como pode ser constatado nos cristais de cloreto de sódio mostrados na foto (obtida por microscópio eletrônico de varredura). (O esquema não está representado na proporção real. Cores-fantasia.)

Página 264



Página 310

Página 289: Para o agricultor a cal é importante para “adoçar” a terra, como se diz nas áreas rurais. Incorporada o solo, ela eleva o teor de cálcio e aumenta sua disponibilidade para as plantas. O agricultor percebe que a plantação fica mais viçosa e reage melhor com a aplicação da cal e, por isso, em sua linguagem explica que “a cal adoça a terra”.

Domínio Alvo: ação da cal no solo

Domínio Análogo: adoçar o solo

Localização: livro do aluno, em texto complementar.

Enfoque da comparação: função

Página 292: figura de círculos.

Domínio Alvo: reação química entre hidrogênio e cloro.

Domínio Análogo: bolas coloridas.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura



Página 300: Um catalisador de automóvel é um bloco de material cerâmico, semelhante a uma colméia de abelhas, impregnado de metais como ródio, platina e paládio ou seus óxidos.

Domínio Alvo: catalisador

Domínio Análogo: colméia de abelhas

Localização: livro do aluno, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança.

#### APRESENTAÇÃO DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS NA LEITURA DO LIVRO DO PROFESSOR.

Página 63: O uso do cinto de segurança é fundamental, pois, quando se precisa variar bruscamente o movimento do automóvel, freando-o por exemplo, os ocupantes do veículo não são lançados contra o pára-brisas, como Snoopy foi lançado com a parada brusca de Charlie Brown.

Domínio Alvo: princípio da inércia, uso do cinto de segurança.

Domínio Análogo: lançamento do Snoopy com a parada brusca de Charlie Brown.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança



Página 91: As partículas de ar dentro do canhão são empurradas com o peteleco e transmitem essa energia para as partículas de ar que estão à sua frente, como a bolinha que transmitiu sua energia cinética para o conjunto de bolinhas.

Domínio Alvo: transferência de energia entre partículas de ar.

Domínio Análogo: transferência de energia cinética entre bolinhas de gude.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 95: Exercício 9. Semelhanças: ambos são “sensores” (só funcionam quando algo os toca), funcionam em determinadas faixas de frequência e podem ser danificados pelo excesso de sensações (luminosas ou sonoras). Diferenças: o olho “sente” ondas eletromagnéticas; a orelha, ondas mecânicas (sonoras).

Domínio Alvo: funcionamento da visão.

Domínio Análogo: funcionamento da audição.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança (depende)

Página 96: Semelhança: em ambos as músicas ficam “armazenadas” em discos, que devem girar para que possam ser “lidos”. Diferença: enquanto um usa uma agulha metálica para a sua leitura, o outro usa um feixe de luz de laser.

Domínio Alvo: funcionamento de um vitrola.

Domínio Análogo: funcionamento de um aparelho de Cd.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 105: Se um condutor favorece a passagem de corrente elétrica, o sumo do limão está funcionando como meio condutor de corrente elétrica, que circula pelas placas metálicas e por dentro do amperímetro.

Domínio Alvo: condução de energia elétrica.

Domínio Análogo: limão

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: função

Página 109: Exercício 6. Aparentemente não, mas ele funciona como um “escudo eletromagnético”, impedindo que as partículas do vento solar atinjam a superfície da Terra e causem algum mal aos seres vivos.

Domínio Alvo: campo eletromagnético terrestre.

Domínio Análogo: escudo

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: função

## ANEXO C – LIVRO CIÊNCIAS NATURAIS NO DIA-A-DIA.

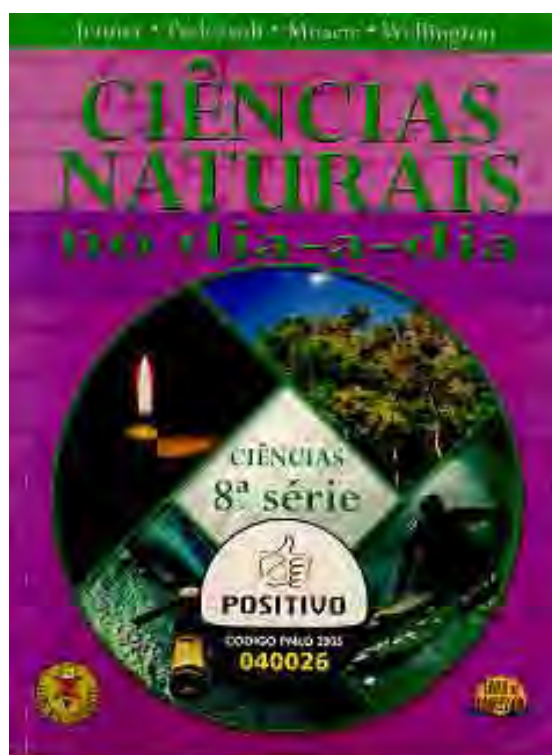


Fig. 1: Capa do livro.

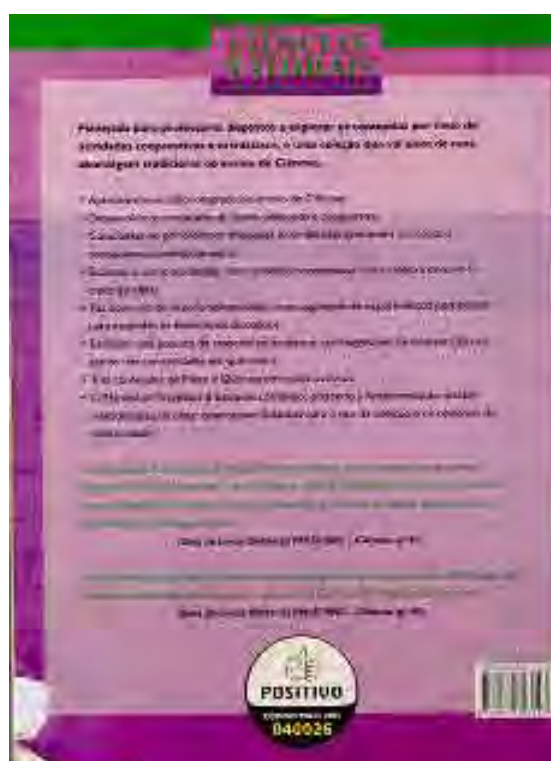


Fig. 2: Contracapa do livro

Apresentação das páginas 9 à 19 do capítulo 1 analisado na seção 3 desta dissertação intitulada “SELEÇÃO, DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS”.



Você alguma vez já parou para pensar sobre a constituição dos diferentes materiais que formam o mundo? Já pensou no que faz, por exemplo o ferro ser tão diferente do ouro?

Para responder a essas e a outras perguntas temos que lançar mão de um conceito que hoje é fundamental em química: o átomo.

A primeira idéia de átomo como constituinte da matéria surgiu, na Grécia, por volta do ano 430 a.C. Nessa época, dois filósofos gregos, Leucipo e Demócrito, afirmavam, com base em pensamento especulativa, que, se a matéria fosse dividida em partes cada vez menores, chegaria um momento em que não haveria mais possibilidade de dividi-la. Seria obtida uma partícula extremamente pequena, invisível e indivisível. A essa partícula eles denominaram **átomo**.

Átomo é uma palavra de origem grega, que significa “indivisível”. É formada pelo prefixo **a**, que significa não, e pela palavra **tomo**, que significa divisão.

A idéia do átomo não alcançou grande força até que, no século XIX, veio a tornar-se de fundamental importância para explicar os fenômenos que passaram a ser observados pelos métodos experimentais que se desenvolviam nas ciências naturais. Nessa época, as idéias dos antigos filósofos começaram a ser reformuladas.

No final do século XVIII, já se havia acumulado muito conhecimento acerca das transformações da matéria, com o uso de experimentação. E muitas leis científicas foram sendo elaboradas. Só que essas leis não explicavam por que os fenômenos ocorreriam de um modo e não de outro, e precisavam de uma explicação teórica que as tornasse compreensíveis.



Boas explicações sobre as transformações das substâncias foram fornecidas por John Dalton, em 1808.

Dalton concordava com a idéia de Leucipo e Demócrito de que a matéria era constituída de pequenas partículas, os átomos. E, além disso, afirmava que o con-

junto de átomos que possuem a mesma massa, tamanho e forma constituem um elemento químico. E que substâncias diferentes eram formadas por tipos diferentes de átomos. Os conceitos de Dalton permitiam a explicação de muitos fenômenos observados.



## A IDÉIA DE MODELO ATÔMICO

### Atividade prática

#### CONSTRUIR MODELOS É IMAGINAR

A turma pode se organizar em dois grupos.

Cada grupo colocará um objeto qualquer dentro de uma caixa de sapatos e a tampará. Em seguida os grupos trocarão as caixas.

Agora, sem abrir a caixa, os componentes de cada grupo tentarão descobrir o que foi colocado dentro dela. Para isso, podem sacudi-la de diferentes maneiras, a fim de perceber se o objeto é pesado ou leve, se rola facilmente ou não, etc.

Depois disso, cada grupo fará um desenho de como imagina ser aquele objeto. Depois os dois grupos irão discutir sobre os procedimentos e observações e mostrarão os modelos criados.

Confiram os modelos com o objeto enigmático.

Algum desenho ficou parecido com o objeto?

Foi fácil criar um modelo para o objeto? E se alguém visse o objeto, seria mais fácil?

As pessoas constroem modelos a fim de facilitar a compreensão de conceitos que envolvem noções abstratas. Na química, na biologia e na física os modelos contribuem muito para o estudo do átomo, das moléculas, das células, do comportamento da luz e de vários outros temas.

As reduzidas dimensões do átomo dificultavam bastante o seu estudo. Os cientistas tinham de fazer uso da imaginação para, a cada dia, entenderem melhor a sua constituição. Eles realizavam experiências com determinados materiais e observavam os resultados. A partir destes, procuravam obter indicações sobre os átomos que constituíam aquele material. Eles construíam, então, uma representação daquilo que pensavam ser o átomo. Eram os chamados modelos atômicos.

Os modelos atômicos são construídos para explicar as observações que vão sendo feitas sobre os materiais e para fornecer pistas para novas observações. Quando um modelo não consegue mais explicar as novas observações, torna-se necessário construir outro. Assim, alguns modelos podem ser abandonados, por serem superados por outros, que conseguem fornecer um maior número de explicações para um conjunto de observações.















## MODELO ATÔMICO DE DALTON

O cientista inglês John Dalton, em 1802, criou um modelo que retomava o antigo conceito dos gregos. Ele imaginou o átomo como uma pequena esfera, com massa definida e propriedades características. Dessa forma, todas as transformações químicas podiam ser explicadas pelo rearranjo de átomos.



Modelo atômico de Dalton (Modelo bola-de-bilhar)

Dalton concebeu a existência de átomos com propriedades diferentes. É dessa forma, definida elemento químico. Os átomos que possuem a mesma massa, tamanho e forma constituem um elemento químico. Propôs alguns elementos químicos e os representou por meio de símbolos, apresentados na tabela abaixo.

Símbolo	Nome Atual	Massa Atômica
	Hidrogênio	1
	Nitrogênio	5
	Carbono	6
	Oxigênio	7
	Fósforo	9
	Enxofre	13
	Ferro	50
	Zinco	56
	Chumbo	90
	Prata	100
	Ouro	190
	Platina	190
	Mercúrio	167
	Cobre	56

Símbolos criados por Dalton para representar os diversos elementos químicos.



Dalton formalizou seu modelo nos seguintes **postulados**\*:

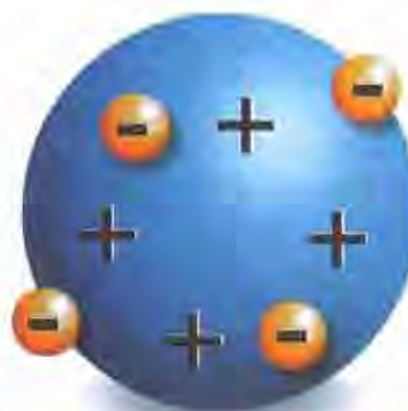
- Toda matéria é constituída por átomos. Esses são as menores partículas que a constituem; são indivisíveis e indestrutíveis, e não podem ser transformados em outros, nem mesmo durante os fenômenos químicos.
- Os átomos de elementos químicos diferentes têm massas diferentes e se comportam desigualmente em **transformações químicas**\*.
- Os átomos de um mesmo elemento químico são idênticos em massa e se comportam igualmente em transformações químicas.
- As transformações químicas ocorrem por separação e união de átomos. Isto é, os átomos de uma substância que estão combinados de um certo modo, separam-se, unindo-se novamente de uma outra maneira, formando outras substâncias.

## O MODELO ATÔMICO DE THOMSON

Entre 1813 e 1834, um cientista chamado Michael Faraday estudou a relação entre as quantidades de materiais em transformações químicas e de eletricidade necessária para realizar essas transformações. Esses estudos evoluíram até que, em 1891, a unidade mais simples de eletricidade foi determinada e denominada elétron.

A descoberta de partículas com carga elétrica fez com que o modelo atômico de Dalton ficasse superado.

Em 1897, Thomson idealizou um experimento para medir a carga elétrica do elétron. Com base em seu experimento, e considerando o átomo eletricamente neutro (com quantidades iguais de partículas positivas e negativas), ele representou o átomo como uma esfera uniforme, de carga positiva, incrustada de elétrons (partículas negativas).



Modelo atômico de Thomson.

### JOSEPH THOMSON

(1856 – 1940)

O físico inglês Joseph Thomson conseguiu um grande avanço no entendimento científico da estrutura do átomo, com um modelo que ficou conhecido como átomo de Thomson. Seu trabalho forneceu provas práticas de muitas teorias sobre estrutura atômica que apareceram naquela época. Em 1906, ele recebeu o Prêmio Nobel de Física por suas pesquisas sobre condutividade elétrica dos gases. Thomson foi um grande professor e destacado cientista. Sete de seus alunos foram agraciados com o Prêmio Nobel, por seus trabalhos científicos.

(Extraldo do CD-ROM *Enciclopédia da Ciência*, 1.ª edição brasileira, 1996, Ed. Globo S.A. São Paulo.)

## GLOSSÁRIO

\***Postulado**: princípio ou fato reconhecido, porém não comprovado.

\***Transformações químicas**: transformações em que as substâncias iniciais desaparecem total ou parcialmente e novas substâncias se formam.

## O MODELO ATÔMICO DE RUTHERFORD

Em 1911, realizando experiências de bombardeio de lâminas de ouro com partículas alfa (partículas de carga positiva, liberadas por elementos radioativos), Rutherford fez uma importante constatação: a grande maioria das partículas atravessava diretamente a lâmina, algumas sofriam pequenos desvios e outras, em número muito pequeno (uma em cem mil), sofriam grandes desvios em sentido contrário.

A partir dessas observações, Rutherford chegou às seguintes conclusões:

- no átomo existem grandes espaços vazios; a maioria das partículas o atravessava sem sofrer nenhum desvio;
- no centro do átomo existe um núcleo muito pequeno e denso; algumas partículas alfa colidiam com esse núcleo e voltavam, sem atravessar a lâmina;
- o núcleo tem carga elétrica positiva; as partículas alfa que passavam perto dele eram repelidas e, por isso, sofriam desvio em sua trajetória.

Pelo modelo atômico de Rutherford, o átomo é constituído por um núcleo central, dotado de cargas elétricas positivas (prótons), envolvido por uma nuvem de cargas elétricas negativas (elétrons).

Rutherford demonstrou, ainda, que praticamente toda a massa do átomo fica concentrada na pequena região do núcleo.

Dois anos depois de Rutherford ter criado o seu modelo, o cientista dinamarquês Niels Bohr o completou, criando o que hoje é chamado modelo planetário.

Para Bohr, os elétrons giravam em órbitas circulares, ao redor do núcleo.

Depois desses, novos estudos foram feitos e novos modelos atômicos foram criados.

O modelo que representa o átomo como tendo uma parte central chamada núcleo, contendo prótons e nêutrons, serve para explicar um grande número de observações sobre os materiais.

### ERNEST RUTHERFORD (1871 – 1962)

O físico britânico nascido na Nova Zelândia, Ernest Rutherford, contribuiu para a fundação e o desenvolvimento da Física nuclear. Ele estudou a radioatividade e a natureza das partículas alfa. Sua descoberta mais importante foi a natureza da estrutura do átomo. Ele percebeu que a carga positiva de um átomo está concentrada no centro, num minúsculo e denso núcleo. A liderança e o trabalho de Rutherford inspiraram duas gerações de cientistas. Em 1908, recebeu o Prêmio Nobel de Química, e em 1925 foi escolhido presidente da Real Sociedade de Londres.

(Extraído do CD-ROM *Enciclopédia da Ciência 7.1*, versão Brasileira, 1996, Ed. Globo S.A. São Paulo.)



Modelo atômico de Rutherford



### Aplicando os conhecimentos

#### CRÍTICA E AÇÃO

Os cientistas, de um modo geral, testam experimentalmente um modelo e, com suas observações, procuram aperfeiçoá-lo cada vez mais.

Será que esse mesmo princípio é válido também para um sistema social?

Será que se o ser humano deixasse o egoísmo e a vaidade de lado, ele seria capaz de construir um modelo de sociedade que visasse ao bem comum e fosse capaz de proporcionar uma vida tranqüila e harmoniosa para todos os seus componentes?

A seu ver, existe solução para a desigualdade social brasileira?

Você pode, de alguma maneira, contribuir para a construção de uma sociedade mais humana e igualitária?

#### RESPONDA EM SEU CADERNO

1. De quem foi a primeira idéia de átomo, baseada em experimentação?
2. Qual foi o grande avanço do modelo de Thomson em relação ao modelo de Dalton?
3. Qual foi o primeiro cientista a idealizar um modelo atômico com predominância de espaços vazios?
4. O que concluiu Rutherford, ao perceber que as partículas alfa utilizadas em sua experiência eram repelidas pelos núcleos dos átomos da lâmina de ouro?

#### CONTANDO HISTÓRIA

Imagine-se um historiador e desempenhe a missão de descrever, resumidamente, a evolução das idéias a respeito da estrutura do átomo.

Seja sucinto e obedeça à ordem cronológica das descobertas.

**LEIA COM MUITA ATENÇÃO O TEXTO SEGUINTE. TROQUE IDÉIAS NO GRUPO E DEPOIS RESPONDA, EM SEU CADERNO, ÀS QUESTÕES PROPOSTAS.**

Que é que existe em um castelo de areia? Milhões e milhões de grãos mínimos de areia, grudados uns aos outros para dar uma forma única – um castelo, talvez com torres, muralhas e pontes.

E você, de que é feito? Milhões e milhões de pedaços mínimos, sendo cada um deles milhões de vezes menor que um grão de areia. Você é todas as outras coisas ao seu redor – pessoas, carros, pedras, água e até mesmo o ar – são feitos de partículas que são agrupadas de maneiras diferentes.

Essas partículas são chamadas átomos. São pequenos demais para você vê-los. Mas se pudesse vê-los, descobriria que esses átomos mínimos são constituídos de pedaços ainda menores.

Todo átomo tem uma parte central chamada núcleo, que contém prótons e nêutrons. E fora do núcleo há partículas ainda menores, chamadas elétrons.

Embora os átomos sejam tão pequenos a ponto de você não poder vê-los, ainda assim têm peso e ocupam espaço. São partículas mínimas de matéria.

Tudo que é matéria – até você – é feito dessas partículas mínimas.

(Texto extraído de *O mundo da Criança*, vol. 8 - *Descobrimos Ciências*, pag. 83; World Book International, Edição especial para Enciclopédia Britannica do Brasil, São Paulo, 1995.)

1. Que título você daria a esse texto?
2. A partir dos modelos atômicos estudados, podemos dizer que um grânzinho de areia seria um átomo? Explique.
3. Se você e todas as coisas a seu redor são feitas de átomos por que são tão diferentes?

## O ESTUDO DO ÁTOMO



No capítulo anterior, você estudou a respeito da história do átomo, das pessoas que se dedicaram a seu estudo e das principais descobertas feitas por essas pessoas. Agora, você vai estudar sobre a constituição fundamental do átomo e as principais características de seus constituintes.

### PARTÍCULAS FUNDAMENTAIS

Os cientistas, por meio de técnicas avançadas, já perceberam a complexidade do átomo. Já comprovaram a presença de inúmeras partículas em sua constituição e desvendaram o comportamento dessas partículas. Mas para construir alguns conceitos que ajudam a entender a química do dia-a-dia, o modelo de átomo descrito por Rutherford-Bohr é suficiente. E é baseado nos postulados desse modelo que este curso será desenvolvido.

Na constituição do átomo predominam os espaços vazios. O núcleo, extremamente pequeno, é constituído por prótons e nêutrons. Em torno dele, constituindo a eletrosfera, giram os elétrons.

#### IMPORTANTE

O diâmetro da eletrosfera de um átomo é de 10.000 a 100.000 vezes maior que o diâmetro de seu núcleo. Esse fato torna impossível a representação, em um livro, do modelo de um átomo em suas proporções reais. Se o núcleo do átomo fosse re-



Modelo do átomo de lítio: 2 prótons, 2 nêutrons, 3 elétrons.



presentado com 1 cm de diâmetro, sua eletrosfera, em proporções reais, teria que ser representada com, no mínimo, 100 m de diâmetro.

O átomo de hidrogênio é constituído por um só elétron, que gira em torno de um só próton. O hidrogênio é o único elemento cujo átomo não possui nêutrons.



O átomo de hidrogênio (1H) possui um próton e um elétron.

## PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DAS PARTÍCULAS FUNDAMENTAIS

### MASSA

Determinar a massa de um corpo significa comparar a massa desse corpo com uma unidade tomada como padrão.

A unidade de massa tomada como padrão é o grama (g). Mas nós muitas vezes utilizamos o **Quilograma**, que significa 1000 vezes 1g. Um exemplo disso é quando dizemos que a massa de uma pessoa é 45kg. Isto significa que a massa da pessoa é 45 vezes a massa correspondente à massa do quilograma.

Ou ainda:  $45 \text{ kg} = 45 \times 1000 \text{ g} = 45000 \text{ g}$

Como as partículas que constituem o átomo são extremamente pequenas, uma unidade especial teve que ser criada para facilitar a determinação de suas massas. Essa unidade, denominada **unidade de massa atômica**, é representada pela letra **u**.

### Curiosidade:

1 u equivale a  $1,6 \cdot 10^{-27}$  kg.

$1,6 \cdot 10^{27}$  é o número que se obtém ao dividir 1,6 por 1 octilhão.

As massas do próton e do nêutron são praticamente iguais: medem 1 u (1 unidade de massa atômica). A massa do elétron é 1840 vezes menor que a do próton: ela é tão pequena que o elétron pode ser considerado desprovido de massa.

### Pense e responda

O átomo, em seu estado natural, possui o mesmo número de prótons e elétrons. Se a carga elétrica de um próton (+1) anula a carga elétrica de um elétron (-1), o átomo em seu estado natural é um sistema eletricamente positivo, negativo ou neutro?

### CARGA ELÉTRICA

O elétron, como você já leu, é uma partícula dotada de carga elétrica negativa. A sua carga, que foi determinada experimentalmente em 1908, equivale a uma unidade elementar de carga elétrica (**1 ue**). A carga do próton é igual à do elétron, só que de sinal contrário. O próton tem carga elétrica positiva. O nêutron não possui carga elétrica. Como seu nome indica, ele é neutro.

### SÍMBOLOS

As partículas fundamentais são representadas por símbolos, que fornecem indicações a respeito das características acima citadas.

Prótons:  ${}^1_1\text{p}$  (carga positiva, massa 1).

Elétrons:  ${}^0_{-1}\text{e}$  (carga negativa, massa 0).

Nêutrons:  ${}^1_0\text{n}$  (carga nula, massa 1).



**Você sabia?**

... que o próton e o elétron são partículas dotadas de cargas elétricas contrárias e que, por **convenção\***, o próton foi considerado positivo, e o elétron, negativo?

**Aplicando os conhecimentos**

**QUADRO SÍNTESE**

Usando o modelo abaixo, faça, em seu caderno, um quadro que resuma as principais características das partículas fundamentais do átomo.

**Componentes do átomo**

Partícula	Simbolio	Localização	Carga elétrica	Massa

**RESPONDA EM SEU CADERNO**

Existe um elemento químico, citado anteriormente, cujo átomo não possui nêutrons. Qual é a carga elétrica desse elemento em seu estado natural? Por quê?

**A ELETROSFERA**

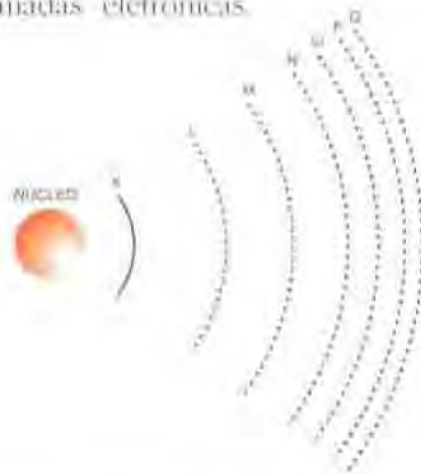
Eletrosfera é a região do átomo onde ficam os elétrons.

De acordo com o modelo de Rutherford-Bohr, os elétrons giram ao redor do núcleo em diferentes **níveis de energia**.

Níveis de energia são regiões do átomo onde os elétrons podem se movimentar, sem ganhar nem perder energia. Se não há fornecimento externo de energia, o elétron se mantém naturalmente em seu nível; se há, ele absorve essa energia e salta para outro nível mais energético. Nesse caso, diz-se que o átomo se encontra em estado excitado.

Para os átomos conhecidos até a atualidade foram identificados 7 níveis de energia, designados pelos números inteiros de 1 a 7. Esses, podem ser representados pelas

letras maiúsculas **K, L, M, N, O, P, Q** e, desse modo, podem ser chamados de camadas eletrônicas.



Quando os elétrons se encontram mais afastados do núcleo possuem maior quantidade de energia.

Cada nível de energia (*n*), pode abrigar elétrons até um determinado limite. O número máximo de elétrons, em cada nível, é calculado pela equação:

$$\text{Num. máx. de elétrons por nível} = 2n^2$$

Onde *n* é o número do nível.

Veja, no quadro abaixo, o número máximo de elétrons por nível ou camada.

NÍVEL DE ENERGIA	CAMADA	Nº MÁXIMO DE ELÉTRONS
1	K	2
2	L	8
3	M	18
4	N	32
5	O	50
6	P	72
7	Q	98

**GLOSSÁRIO**

\***Convenção:** ajuste, acordo ou determinação sobre um assunto.

Independente do número de camadas do átomo, a última, ou seja, a mais externa, nunca terá mais de 8 elétrons. Nessa camada, localizam-se os elétrons que possibilitam as ligações dos átomos, uns com os outros, na formação das substâncias químicas. Tais elétrons são chamados elétrons de valência.

## O TAMANHO DO ÁTOMO

Você, é claro, já percebeu que os átomos são muito pequenos. Mas, com certeza, eles são ainda bem menores do que imagina.

Para que tenha uma ideia do tamanho do átomo, imagine o milímetro, aquela menor divisão existente em sua régua. Pois bem, naquele espaço tão pequeno cabem enfileirados, cerca de 10 milhões de átomos.

O diâmetro do núcleo, como você já leu, é de 10.000 a 100.000 vezes menor que o diâmetro do átomo. Se um átomo fosse do tamanho de um estádio de futebol, com diâmetro aproximado de 300 metros, o núcleo desse átomo seria como uma semente de ervilha colocada no centro do estádio!

### Pense e responda

Pense nessas afirmações sobre o átomo e faça um desenho que represente o que você entendeu desse modelo.

A quantidade de partículas existentes no núcleo de um átomo (prótons e nêutrons) é bem maior que a quantidade de partículas existentes na eletrosfera (elétrons) desse mesmo átomo. Mesmo assim, a eletrosfera é milhares de vezes maior que o núcleo.

## A IDENTIFICAÇÃO DO ÁTOMO

### NÚMERO ATÔMICO

Todos os átomos, com exceção do átomo de hidrogênio, são formados por prótons, nêutrons e elétrons. Mas nem por isso todos eles são iguais.

Apesar de serem formados das mesmas partículas, a quantidade delas varia em cada átomo. O que caracteriza um átomo é o número de prótons que ele possui. Qualquer átomo que tenha apenas 1 próton é átomo de hidrogênio, que tenha 2 prótons é átomo de hélio, que tenha 17 é átomo de cloro.

Ao número de prótons de um átomo denominamos número atômico. O **número atômico** é representado pela letra **Z**.

O número atômico identifica o átomo, porque é pelo número de prótons que um átomo se diferencia de todos os outros. Assim como um número de registro de identidade identifica apenas uma pessoa, o número atômico identifica apenas um tipo de átomo. Assim como não podem existir duas pessoas diferentes com o mesmo registro de identidade, não pode haver átomos do mesmo elemento químico com número atômico diferente.

Assim, o número atômico do hidrogênio é 1 porque todos os átomos de hidrogênio, sem exceção, possuem apenas um próton em seu núcleo.

Se dissermos que o número atômico de um átomo é 26, basta olhar na tabela periódica da página 25 e conferir: este é o átomo do ferro. Se o número atômico fosse 25, seria o manganês; se fosse 27, seria o cobalto.

### NÚMERO DE MASSA

O número de massa, representado pela letra **A**, é uma característica também utilizada na identificação de um átomo. Ele indica o número total de partículas que possuem massa em um átomo. Em outras palavras, número de massa é a soma do número de prótons e nêutrons de um átomo:

$$A = p + n$$



## MASSA ATÔMICA

A massa atômica é uma característica que não deve ser confundida com o número de massa. Enquanto o número de massa é um número inteiro, que represen-

ta o número total de prótons e nêutrons de um átomo, massa atômica é um número que indica quantas vezes a massa de um átomo é maior que a unidade de massa atômica (u).

### Aplicando os conhecimentos

#### RESPONDA EM SEU CADERNO

1. Sabendo-se que o átomo do chumbo possui 82 prótons e 125 nêutrons, calcule o seu número atômico e o seu número de massa.
2. Sabendo-se que o átomo do potássio possui 19 elétrons e número de massa 39, calcule o seu número atômico e o seu número de prótons.
3. Sabendo-se que o número atômico do iodo é 53 e o número de massa 127, calcule o seu número de nêutrons.

**Leia com muita atenção o texto seguinte. Troque idéias no grupo e depois responda, em seu caderno, às questões propostas.**

Os átomos são tão pequenos que não podem ser vistos nem com o auxílio dos mais potentes microscópios eletrônicos. Muito recentemente, tornou-se possível fotografar átomos de certos metais, usando-se outro tipo de microscópio, o chamado microscópio de campo iônico. Entretanto, a expressão "fotografia" não deve ser entendida aqui como "reprodução fiel", mas como imagem que, devidamente interpretada, fornece informações a respeito do átomo.

Os cientistas modernos acreditam que serão necessários cerca de 100 milhões de átomos, alinhados lado a lado, para preencher a distância de 1 cm. A massa de um átomo é da ordem de  $10^{-27}$  kg.

Antes de serem criados instrumentos capazes de determinar a massa real de cada tipo de átomo, os químicos estabeleceram um sistema de massas relativas. Determinado tipo de átomo foi escolhido como padrão, atribuindo-se a ele uma massa arbitrária; todos os demais átomos foram comparados com esse. O átomo utilizado como padrão para determinar as massas atômicas que figuram na Tabela Periódica moderna foi o átomo de carbono. Nesse sistema, a determinação das massas relativas foi feita da seguinte maneira: a massa de um determinado número de átomos de um isótopo do carbono foi atribuído o valor 12g. Determinou-se a massa de um mesmo número de átomos de hidrogênio, encontrando-se um valor 12 vezes menor. Em consequência, quando se diz que a massa atômica do hidrogênio é 1, quer-se dizer que é 1/12 da massa do átomo de carbono-12. Todas as outras massas foram determinadas dessa maneira.

*[Adaptado de Programa de Ciências Exatas, Vol. 2, pag. 242, Companhia Melhoramentos, São Paulo.]*

1. Que título você daria a esse texto?
2. O texto diz que a expressão "fotografia" não significa uma reprodução fiel do átomo. Explique o que você entendeu sobre isto.
3. Qual é a relação entre a massa do hélio 4 e a massa do carbono 12?
4. Aproximadamente quantos átomos são necessários para preencher o espaço de 1 mm?
5. De que maneira foi determinada a massa atômica relativa de cada espécie de átomo?

## APRESENTAÇÃO DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS NA LEITURA DO LIVRO DO ALUNO.

Página 6: Respondeu-lhe Leucipo: “Muitos vêm e não enxergam; use os “olhos da mente”, pois estes nunca o deixarão na escuridão do conhecimento. Em verdade, em verdade lhe digo: todos os materiais são feitos de partículas com espaços vazios e vácuo entre elas. Essas partículas são tão pequenas que mesmo de perto não podem ser vistas. Muitos séculos passarão até que essa verdade seja aceita.

Domínio Alvo: pensar, abstrair.

Domínio Análogo: olhos da mente

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 10: Construir modelos é imaginar

A turma pode se organizar em dois grupos.

Cada grupo colocará um objeto qualquer dentro de uma caixa de sapatos e a tampará. Em seguida os grupos trocarão as caixas.

Agora, sem abrir a caixa, os componentes de cada grupo tentarão descobrir o que foi colocado dentro dela. Para isso, podem sacudi-la de diferentes maneiras, a fim de perceber se o objeto é pesado ou leve, se rola facilmente ou não, etc.

Depois disso, cada grupo fará um desenho de como imagina ser aquele objeto. Depois os dois grupos irão discutir sobre os procedimentos e observações e mostrarão os modelos criados.

Confirmam os modelos com o objeto enigmático.

Algum desenho ficou parecido com o objeto?

Foi fácil criar um modelo para o objeto? E se alguém visse o objeto, seria mais fácil?

As pessoas constroem modelos a fim de facilitar a compreensão de conceitos que envolvem noções abstratas. Na química, na biologia e na física os modelos contribuem muito para o estudo do átomo, das moléculas, das células, do comportamento da luz e de vários outros temas.

Domínio Alvo: construção de modelos

Domínio Análogo: construção de modelos científicos.

Localização: livro do aluno, em propostas de atividade em grupo.

Enfoque da comparação: semelhança

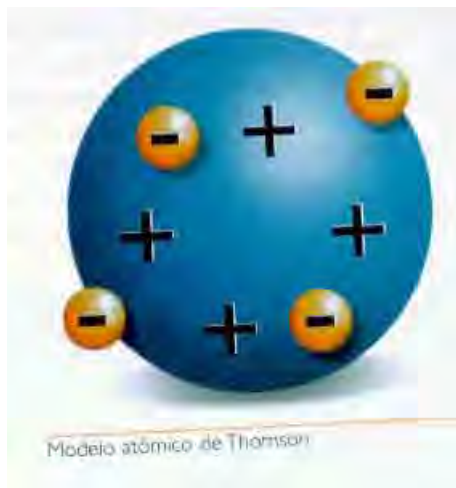
Página 10, 11, 12 e 13: figuras de círculos com cargas elétricas.

Domínio Alvo: Modelo Atômico de Dalton, Thomson e Rutherford.

Domínio Análogo: círculos com cargas elétricas.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura.



Página 12



Página 11



Página 10



Página 13

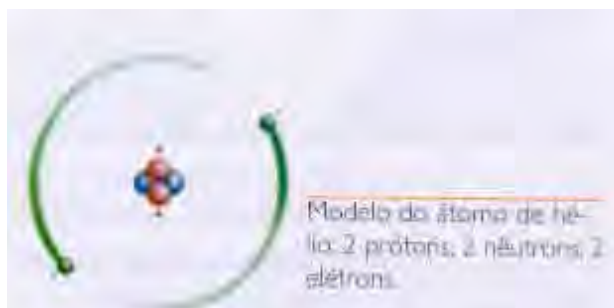
Página 15, 16 e 17: figuras de círculos coloridos.

Domínio Alvo: átomos.

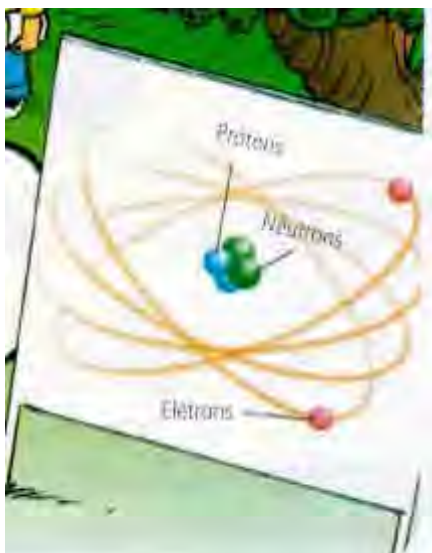
Domínio Análogo: círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura.



Página 15



Página 15



Página 16



Página 17

Página 13: Dois anos depois de Rutherford ter criado o seu modelo, o cientista dinamarquês Niels Bohr o completou, criando o que hoje é chamado modelo planetário.

O modelo que representa o átomo como tendo uma parte central chamada núcleo, contendo prótons e nêutrons, serve para explicar um grande número de observações sobre os materiais.

Domínio Alvo: Modelo Atômico.

Domínio Análogo: modelo planetário.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 18: Se um átomo fosse do tamanho de um estádio de futebol, com diâmetro aproximado de 300 metros, o núcleo desse átomo seria como uma semente de ervilha colocada no centro do estádio!

Domínio Alvo: proporções do átomo.

Domínio Análogo: estádio de futebol.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: proporção.

Página 18: O número atômico identifica o átomo, porque é pelo número de prótons que um átomo se diferencia de todos os outros.

Assim como um número de registro de identidade identifica apenas uma pessoa, o número atômico identifica apenas um tipo de átomo. Assim como não podem existir duas pessoas diferentes com o mesmo registro de identidade, não pode haver átomos do mesmo elemento químico com número atômico diferente.

Domínio Alvo: identificação do átomo pelo número atômico.

Domínio Análogo: identificação de pessoas pelo registro de identidade.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 21: Num esquema que condizia com seu modelo, ele representou os átomos como bolas preenchidas cada uma de uma forma, como vimos anteriormente.

Domínio Alvo: representação de átomos por Dalton, elementos químicos.

Domínio Análogo: bolas preenchidas de formas diferentes.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 28: Como as letras do alfabeto.

Domínio Alvo: combinação de átomos para formar substâncias.

Domínio Análogo: combinação de letras para formar palavras.

Localização: livro do aluno, no tópico do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.



Página 29: Para entender melhor, vamos comparar os elementos químicos às letras do nosso alfabeto. Elas são apenas 23, mas combinadas de maneira diferentes, formam todas as palavras que conhecemos.

Da união dos elementos químicos, à semelhança do que ocorre com as letras, são formadas todas as substâncias que existem. Essa é a forma de explicarmos toda a imensidade de substâncias existentes.

Com duas letras A, uma letra G e uma letra U, formamos a palavra “água”; com dois átomos do elemento químico hidrogênio (H) e um átomo do elemento químico hidrogênio (O), forma-se a unidade básica ou molécula da substância água, representada pela fórmula  $H_2O$ .

Domínio Alvo: combinação de átomos para formar substâncias.

Domínio Análogo: combinação de letras para formar palavras.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Páginas 29, 30 e 31 32, 33 e 34: figuras que representam os átomos dos elementos químicos: neônio; cloro e sódio; cloreto de sódio; hidrogênio, substância hidrogênio, oxigênio e molécula de água; alumínio.

Domínio Alvo: átomos de diferentes elementos químicos.

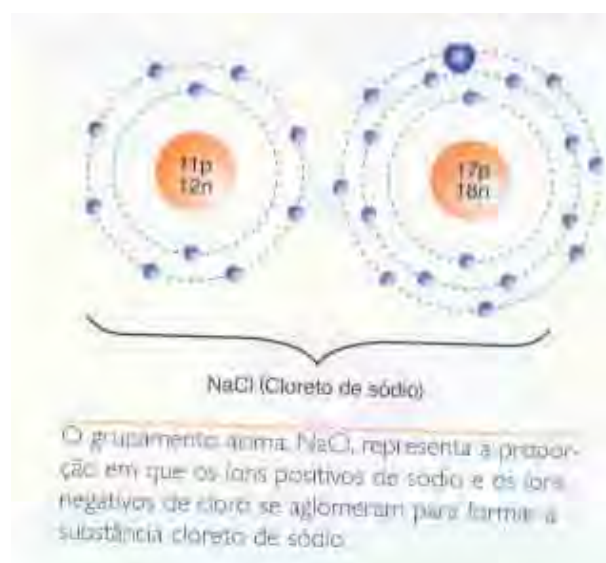
Domínio Análogo: círculos coloridos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura.



Página 29



Página 31


**LIGAÇÕES IÔNICAS**  
 Observe a representação do átomo de cloro:



O átomo de cloro possui 7 elétrons na última camada.

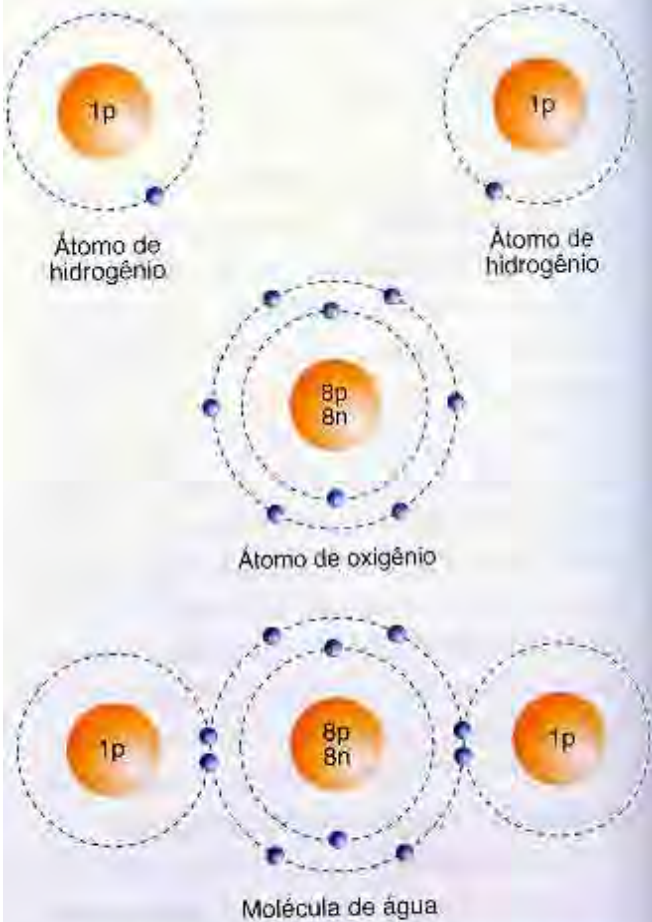
Por ter 7 elétrons na última camada, ele é instável; precisa receber 1 elétron para se estabilizar.

Agora, observe a representação do átomo de sódio:



Representação do átomo de sódio.

Página 32



Átomo de hidrogênio

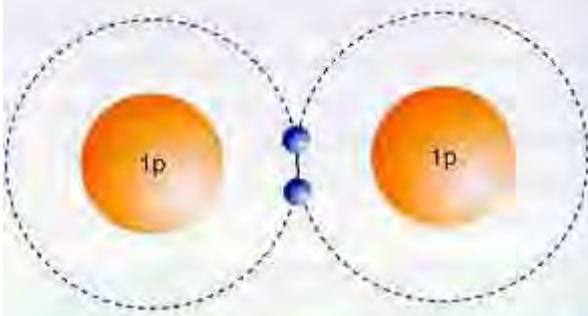
Átomo de hidrogênio

Átomo de oxigênio

Molécula de água

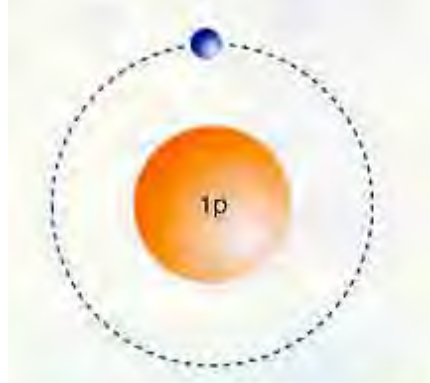
Ligação covalente entre 2 átomos do elemento químico hidrogênio e 1 átomo do elemento químico oxigênio para formar a molécula da substância água.

Página 32



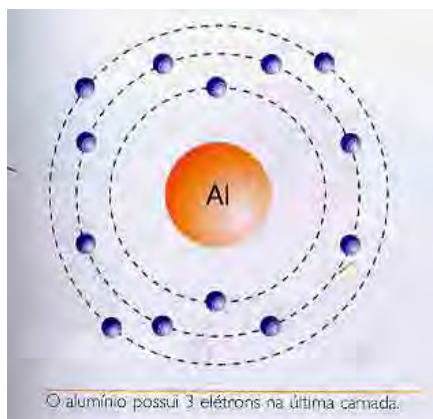
Ligação covalente entre 2 átomos do elemento químico hidrogênio para formar a molécula da substância hidrogênio.

Página 32



O átomo de hidrogênio é o átomo mais simples que existe e possui apenas 1 próton e 1 elétron.

Página 30



Página 33

**Interpretação de ilustrações**

Observe a ilustração seguinte, que representa o átomo de flúor (F) e responda em seu caderno:

1. O átomo representado é instável ou estável?
2. Qual a sua tendência, doar ou receber elétrons?
3. Que tipo de ligação ele forma com o potássio (K), que tem 1 elétron na última camada?
4. A substância formada, o fluoreto de potássio (KF), é uma substância iônica, molecular ou metálica?

Representação de átomo de flúor

Página 34

Página 40: Faça você mesmo

1. represente com desenhos quatro das reações exemplificadas. Use bolinhas diferentes para indicar os diferentes elementos químicos.
2. Agora, represente as mesmas reações utilizando tampinhas de garrafa de diferentes cores para os diferentes elementos químicos.

Observando, com atenção, essas duas formas de representar as reações (com bolinhas e tampinhas), você pode ver que os átomos que existem antes da reação são os mesmos que existem depois que a reação acontece. O que ocorreu nos quatro casos foi o rearranjo dos átomos, gerando novas substâncias.

Domínio Alvo: reações químicas entre os elementos químicos.

Domínio Análogo: bolinhas e tampinhas de garrafa.

Localização: livro do aluno, em propostas de atividades práticas.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 42: Glossário: Enzima: substância existente no corpo dos seres vivos que funciona como catalisador, isto é, acelerados de reações químicas.

Domínio Alvo: ação da enzima.

Domínio Análogo: ação do catalisador

Localização: livro do aluno, no glossário.

Enfoque da comparação: função.

Página 48: Exercício 5. Uma estante cheia de vidros contém diferentes substâncias. Essa é uma boa representação de como as substâncias químicas participam de nossa realidade? Se você acha que sim, explique por quê. Se acha que não, escolha uma outra imagem para representar esse fato.

Domínio Alvo: substâncias químicas no cotidiano.

Domínio Análogo: estante com vidros com diferentes substâncias.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 51: Assim como a queima de carvão possibilita certas operações industriais, a da gasolina e a do álcool tornam possível o funcionamento dos motores dos automóveis e a do gás de cozinha, o cozimento de alimentos, podemos dizer que a queima da glicose possibilita o funcionamento das células e dos organismos.

Domínio Alvo: utilização da glicose como fonte de energia para o corpo.

Domínio Análogo: queima de carvão, gasolina e álcool como fonte de energia.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 53: b. A clorofila é considerada um filtro da natureza: sua função é purificar a atmosfera.

Domínio Alvo: ação da clorofila

Domínio Análogo: filtro da natureza

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: função

Página 57: Essa camada de ozônio funciona como um protetor solar para o planeta.

Domínio Alvo: ação da camada de ozônio.

Domínio Análogo: protetor solar.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função.

Página 68: Exercício 5. É verdade que, em dias secos, quando retiramos do corpo uma blusa de lã, podemos provocar pequenos raios? Justifique sua resposta.

Domínio Alvo: transferência de elétrons entre corpo e blusa de lã.

Domínio Análogo: raios.

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 76: Da mesma forma que um balão carregado de elétrons é capaz de produzir uma separação de cargas na superfície de uma bolinha de alumínio, as camadas inferiores das nuvens são capazes de produzir separação de cargas na superfície da Terra. A atração elétrica entre a Terra e as camadas inferiores das nuvens pode dar origem aos raios.

Domínio Alvo: origem dos raios.

Domínio Análogo: bolinha de alumínio eletrizada.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 83: Alessandro Volta fez uma pilha montando um “sanduíche” no qual um papel embebido em água salgada era colocado entre uma placa de prata e outra de alumínio. Ao juntar os dois metais com um fio, Volta verificou que uma corrente elétrica passava pelo fio. Como a corrente era muito fraca, ele empilhou vários desses “sanduíches”.

Domínio Alvo: camadas da pilha.

Domínio Análogo: recheio ou camadas de um sanduíche.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 102: O chuveiro elétrico é um aparelho que funciona devido ao aquecimento de um resistor. Esse aquecimento é provocado pela passagem de corrente elétrica. Nesse sentido, o chuveiro é estruturalmente igual às lâmpadas incandescentes comuns.

Domínio Alvo: estrutura de um chuveiro.

Domínio Análogo: estrutura de uma lâmpada incandescente.

Localização: livro do aluno, em proposta de atividade prática.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 107: A Terra, por um mecanismo ainda não completamente esclarecido, funciona como um gigantesco ímã. Como todo ímã, a terra possui dois pólos magnéticos.

Domínio Alvo: magnetismo da Terra

Domínio Análogo: gigantesco ímã.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função.

Página 123: Mesmo nos organismos unicelulares, a integração entre as várias organelas (ou pequenos órgãos) também exige um padrão complexo de organização.

Domínio Alvo: ação das organelas.

Domínio Análogo: pequenos órgãos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança, função.

Página 150: Os aglutinógenos, quando em contato com sangue de tipo diferente, podem funcionar como corpos estranhos, sendo combatidos por anticorpos existentes no sangue do receptor.

Domínio Alvo: ação dos aglutinógenos.

Domínio Análogo: corpos estranhos.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função.

Página 162: O código em que se encontram “escritas” as informações genéticas é universal. Um gene humano pode ser implantado em uma bactéria; ela o “lerá” e cumprirá a ordem determinada pelo gene. É como pegar vários toca-fitas de carro para tocar a mesma fita: a música será sempre a mesma. De maneira semelhante, as células “lêem” um determinado gene.

Domínio Alvo: expressão gênica.

Domínio Análogo: tocar mesma fita em vários toca-fitas.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 165: Exercício 1. Pode-se afirmar que o ser humano é um pacote de células.

Domínio Alvo: formação do ser humano por células.

Domínio Análogo: pacote de células.

Localização: livro do aluno, em legendas.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 165: Exercício 5. Os cromossomos são formados de DNA, molécula parecida com uma escada retorcida.

Domínio Alvo: forma do DNA.

Domínio Análogo: escada retorcida.

Localização: livro do aluno, em legendas.

Enfoque da comparação: semelhança.

Páginas 167-168: Uma coisa é identificar os seres humanos. Outra é descobrir, exatamente, para que eles servem. O resultado do projeto será como o mapa das ruas e avenidas que formam uma cidade. Faltará dizer como são feitas as casas e o que acontece dentro delas.

Domínio Alvo: mapeamento genético.

Domínio Análogo: mapa de ruas e avenidas.

Localização: livro do aluno, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 173 (proposta de comparação): Exercício 4. Compare o tipo de reprodução da mandioca com o da roseira. Há alguma semelhança entre eles? E diferença?

5. Qual a semelhança entre a reprodução da mandioca e o tipo de reprodução que originou a ovelha Dolly.

Domínio Alvo: clonagem de mamíferos.

Domínio Análogo: reprodução das plantas mandioca e roseira.

Localização: livro do aluno, em proposta de atividade prática.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 187: Sistema solar - construa um modelo de sistema solar.

Domínio Alvo: proporções do sistema solar.

Domínio Análogo: discos de papel.

Localização: livro do aluno, em proposta de atividade prática.

Enfoque da comparação: experimento/ proporção.

Página 189: Para entender melhor esse ponto de vista, você pode fazer uma experiência simples: amarre um barbante em um pequeno objeto; coloque o objeto sobre o chão ou outra superfície qualquer; com a ajuda do barbante, movimente o objeto em círculos; em seguida, solte o barbante e veja o que acontece.



Se você imaginar que o objeto representa a Lua, e sua mão, a Terra, fica fácil perceber que, para manter um objeto em movimento circular em torno de um ponto, é preciso exercer uma força sobre o objeto dirigida para esse mesmo ponto. Se a força deixa de existir, o movimento circular também. Pois é exatamente assim no caso da Terra e da Lua. A Lua gira em torno da Terra porque a Terra é capaz de exercer sobre a Lua uma força de atração.

Domínio Alvo: força gravitacional entre a Terra e a Lua.

Domínio Análogo: objeto ligado a barbante em movimento circular.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: modelo experimental.

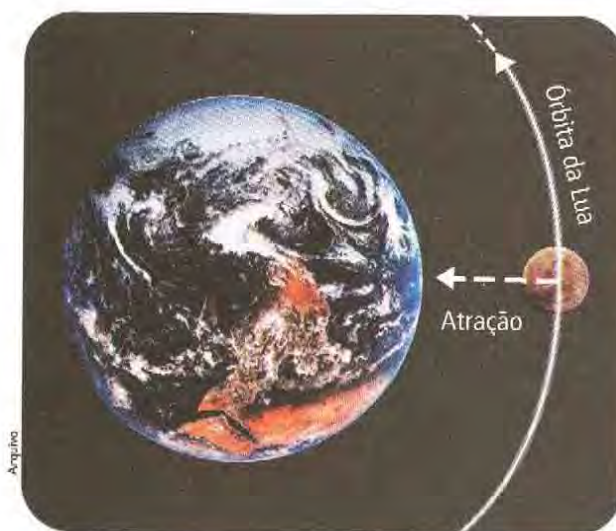
Página 189: Observe, com atenção, a ilustração e compare-a com o experimento que você realizou, ao girar um objeto em círculos, por meio de um barbante.

Domínio Alvo: força gravitacional entre a Terra e a Lua.

Domínio Análogo: objeto ligado a barbante em movimento circular.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: figura.



Observe, com atenção, a ilustração e compare-a com o experimento que você realizou, ao girar um objeto em círculos, por meio de um barbante. Observação: Os diâmetros da Terra e da Lua e a distância entre elas não estão representados na mesma escala.

Página 190: Mas a Terra não tem nenhum “ponto de apoio”. Ela percorre o espaço sideral movendo-se ao redor do Sol como uma “nave cósmica”.

Domínio Alvo: movimento de translação da Terra.

Domínio Análogo: nave cósmica.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 196: No interior de uma estrela, como o Sol, átomos de hidrogênio se fundem para formar átomos maiores: os átomos de hélio. Essa reação gera muita energia, que é expulsa do interior da estrela, espalhando-se em todas as direções do espaço. Podemos dizer, então, que o hidrogênio funciona como uma espécie de “combustível”, pois é a partir da sua fusão em átomos maiores que se gera a energia da estrela.

Domínio Alvo: fusão de átomos de hidrogênio formando átomos de hélio, produção da energia solar.

Domínio Análogo: combustível.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função

Página 196: A nuvem de poeira e gás cósmico da qual se formaram o Sol e os planetas são considerados o resultado da desintegração de uma estrela anterior, no interior da qual os átomos que compõem os planetas haviam sido produzidos. Como nós mesmos somos formados por esses átomos (principalmente por átomos de carbono), podemos dizer que somos “poeira de estrelas”.

Domínio Alvo: constituição do ser humano

Domínio Análogo: poeira de estrelas.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

**APRESENTAÇÃO DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS NA LEITURA DO LIVRO DO PROFESSOR.**

Página 16: Pode ser mais que feliz coincidência, por exemplo, o fato de Kekulé ter sido arquiteto: assim como os arquitetos constroem seus edifícios na imaginação e no papel, antes que estes tomem forma de realidade, os químicos de então foram capazes de prever estruturas químicas que só se tornariam observáveis muitos anos mais tarde.

Domínio Alvo: capacidade dos químicos de imaginar estruturas químicas

Domínio Análogo: capacidade dos arquitetos de imaginar edifícios antes de sua construção.

Localização: manual do professor, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 19: Assim como podemos representar os elementos e substâncias através de símbolos, também podemos representar as reações que ocorrem entre as substâncias através de equações que indicam como os rearranjos de átomos podem formar novas substâncias.

Domínio Alvo: representar as reações químicas por equações.

Domínio Análogo: representar os elementos e substâncias através de símbolos.

Localização: manual do professor, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 20: Apesar de seus mistérios, de seus caprichosos átomos que se comportam como bailarinos, e não como soldados, o vidro é um material tão simples e natural quanto o ar e água.

Domínio Alvo: comportamento dos átomos

Domínio Análogo: bailarinos

Localização: manual do professor, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 28: “O coração é uma bomba”. A maioria das pessoas já ouviu essa frase e ela é verdadeira. Essa é uma bomba muscular que mantém o sangue circulando no nosso organismo através de contrações rítmicas.

Domínio Alvo: função do coração

Domínio Análogo: bomba

Localização: manual do professor, em texto complementar.

Enfoque da comparação: função

Página 29: Imagine você e seus colegas caminhando em um corredor comprido e estreito. Não é difícil percebermos que não vai ser muito confortável! Imagine uma situação oposta, vocês caminhando em um corredor bem comprido e largo. Quanta diferença !!!

Assim como mais fácil, para nós, nos movermos em locais mais largos do que estreitos, as cargas se deslocam mais facilmente em um fio grosso do que em um fio fino.

Domínio Alvo: deslocamento de cargas elétricas, resistor.

Domínio Análogo: deslocamento de pessoas em um corredor.

Localização: manual do professor, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança

Página 31: A Terra se comporta como um gigantesco ímã, mas esse comportamento não se deve à grande concentração de material magnetizado sobre a superfície terrestre.

Domínio Alvo: comportamento eletromagnético da Terra

Domínio Análogo: gigantesco ímã

Localização: manual do professor, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 34: Na base de todas essas atividades está o Banco de células, uma espécie de “biblioteca da vida”, onde serão preservadas, por tempo quase ilimitado, linhagens de quase todos os tipos de células do corpo humano, inclusive as do cordão umbilical, que são funcionalmente equivalentes às da medula óssea.

Domínio Alvo: banco de células.

Domínio Análogo: biblioteca.

Localização: manual do professor, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 46 (proposta de analogia): As distâncias entre os planetas e o tempo necessário para percorrê-las são muito longos. Para representá-los, podemos nos utilizar de escalas menores. Utilizando essas escalas, é possível elaborar modelos do Sistema Solar, que guardem as proporções de tamanho de seus componentes e da distância existente entre eles.

Localização: manual do professor, em texto que apresenta o capítulo.

Enfoque da comparação: experimento/proporção.

Página 60: A lataria do carro funciona como uma capa metálica, que produz uma “blindagem eletrostática” em seu interior.

Domínio Alvo: lataria do carro

Domínio Análogo: capa metálica

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: função

Página 64: Exercício 1. Porque nosso corpo funciona como fio terra, fazendo com que o excesso de cargas elétricas, presentes nos aparelhos ligados, flua através do nosso corpo até chegar à terra.

Domínio Alvo: condução de elétrons

Domínio Análogo: fio terra.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: função.

Página 68: Exercício 3. Porque provocam alterações em genomas que são funcionais. A probabilidade de uma modificação genética favorecer o indivíduo é muito menor do que a de vir a causar problemas. Um exemplo pode nos ajudar a entender: imagine um texto digitado no monitor de um computador; imagine-se agora, de olhos vendados, fazendo modificações aleatórias no texto, suprimindo letras ou substituindo-as. É mais provável que o texto seja prejudicado.

Domínio Alvo: ação deletéria das mutações.

Domínio Análogo: modificações aleatórias em textos de computador.

Localização: manual do professor, resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

## ANEXO D – LIVRO VIVENDO CIÊNCIAS



Fig. 1: Capa do livro.



Fig. 2: Contracapa do livro



Apresentação das páginas 225 à 232 do capítulo 9 analisado na seção 3 desta dissertação intitulada “SELEÇÃO, DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS”.

capítulo  
9
Em busca de um novo modelo atômico

**O** modelo atômico de Dalton foi utilizado por quase cem anos, período no qual foi capaz de justificar satisfatoriamente os fenômenos químicos então conhecidos. No entanto, esse modelo não explicava a contento os fenômenos elétricos da matéria.

Além disso, pesquisas sobre descargas elétricas em gases rarefeitos, no final do século XIX, mostraram que os átomos podiam ser partidos em partículas ainda menores, que o modelo de Dalton não previa. Essas partículas foram denominadas subatômicas. Algumas delas, quando comparadas aos

átomos, quase não têm massa e possuem cargas negativas – são os **elétrons**. Outras têm cargas positivas e massa muito maior que a dos elétrons – são os **prótons**. Em 1932, foram identificados os **nêutrons**, partículas com massa equivalente à dos prótons e destituídas de carga elétrica.

Descobriu-se também que certos elementos são **radioativos**, isto é, emitem espontaneamente partículas subatômicas e energia eletromagnética. Constatou-se que certos fenômenos relacionados à radioatividade podiam transformar um elemento em outro.

### Evolução dos modelos atômicos

O primeiro modelo atômico da Química foi elaborado por John Dalton no início do século XIX. Dalton propunha que os átomos fossem as partículas constituintes da matéria. Na sua teoria, os átomos eram considerados pequenas porções de matérias indivisíveis (átomo em grego significa sem partes). Esse modelo atômico era capaz de explicar vários fatos da Química, porém não possibilitava a compreensão dos fenômenos elétricos que estavam sendo descobertos nessa época.

O passo seguinte foi dado no final do século XIX com a descoberta do elétron devido às pesquisas do cientista Joseph John Thomson em 1897. O elétron foi a primeira partícula do átomo a ser identificada. Thomson propôs que o átomo era formado por uma massa de carga positiva na qual os elétrons ficavam imersos como “passas em um pudim”.

Em 1910, Ernest Rutherford realizou uma série de experimentos que levaram à descoberta do núcleo atômico. Um novo modelo atômico foi elaborado. Nele, o núcleo, de carga positiva e de tamanho muito pequeno, era cercado por elétrons que giravam ao seu redor formando uma eletrosfera.

Outro passo significativo foi dado pelos trabalhos do físico dinamarquês Niels Bohr. No seu modelo, proposto em 1913, os elétrons, que giravam ao redor do núcleo, percorriam órbitas bem definidas que se constituíam em camadas eletrônicas. O modelo de Bohr é o modelo no nosso estudo de Química da 8ª série.

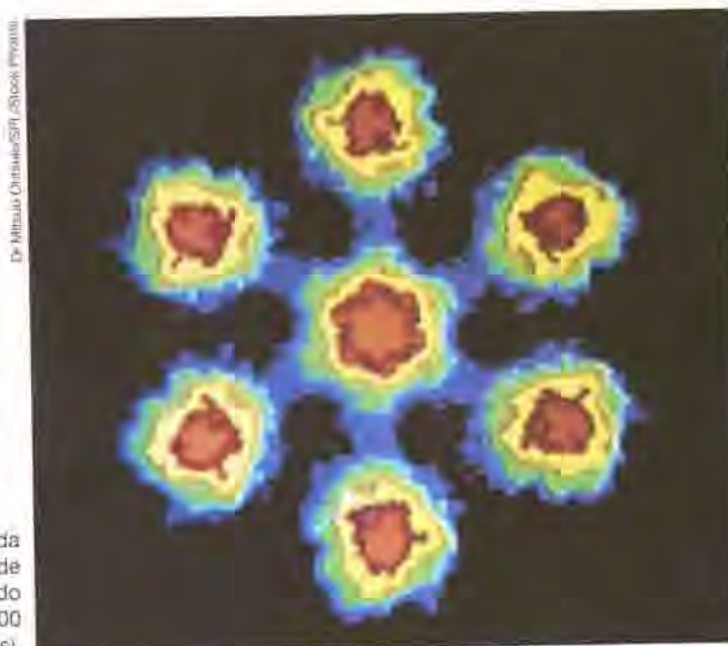
UNIDADE II | O desenvolvimento da química
225



## É HOJE, COMO VEMOS O ÁTOMO?

Pode-se definir o átomo como a menor unidade da matéria que conserva as propriedades características do elemento químico ao qual pertence. O átomo

tem duas partes: o núcleo, onde se encontram os prótons e os nêutrons, que é uma região central muito pequena e muito densa, e a eletrosfera, onde se encontram os elétrons, que formam uma espécie de nuvem ao redor do núcleo atômico e se movimentam em várias camadas, segundo sua quantidade de energia.



Cada região colorida representa um átomo de urânio (ampliado aproximadamente 300 milhões de vezes).

Os elétrons se deslocam ao redor do núcleo em órbitas chamadas **níveis de energia** ou **camadas eletrônicas**.

Os elétrons de cada camada contêm uma determinada quantidade de energia. Cada camada torna-se estável quando é preenchida por certo número de elétrons. Quando esse número se completa, os elétrons passam a ocupar a órbita seguinte.

Nível de energia ou camada eletrônica	Número máximo de elétrons
1º ou K	2
2º ou L	8
3º ou M	18
4º ou N	32
5º ou O	32
6º ou P	18
7º ou Q	2

## massa do átomo

O núcleo, mesmo tendo raio aproximadamente 10 mil vezes menor que o do átomo, contém quase toda sua massa. A carga elétrica positiva dos prótons torna positivo o núcleo.

Prótons e nêutrons, por sua localização, são também conhecidos como **nucleons**. Acredita-se que a grande variedade de massas atômicas que existe se deve à variação do número de nucleons, que pode ir de 1 a 250.

Os elétrons são partículas praticamente sem massa. Imagine que um próton tem 1 840 vezes mais massa que um elétron.

São apresentados, no quadro a seguir, dados comparativos desses três tipos de partículas.

Partícula	Representação	Massa relativa	Carga relativa
Próton	p	1	+1
Nêutron	n	1	0
Elétron	e <sup>-</sup>	$\frac{1}{1840}$	-1

Como a carga do próton e do elétron se anulam, o número de elétrons é igual ao número de prótons em um átomo eletricamente neutro.

## estrutura eletrônica

Após a descoberta dos elétrons e da elaboração dos modelos atômicos de Thomson, Rutherford e Bohr, os cientistas procuraram estabelecer uma relação entre a estrutura eletrônica dos átomos e suas propriedades químicas. Perceberam, então, que alguns elementos com mesmo número de elétrons na última camada tinham propriedades semelhantes e, portanto, reagiam de maneira parecida.

Alguns átomos, por exemplo, têm grande facilidade de perder elétrons. Outros têm grande tendência a ganhar elétrons. Quando um átomo ganha ou perde elétrons, ele deixa de ser neutro. As partículas originadas são chamadas **íons**. Um íon com carga positiva é chamado **cátion** e nesse caso ele perdeu um ou mais elétrons. Um íon com

carga negativa é chamado **ânion** e nesse caso ele ganhou um ou mais elétrons.

Alguns átomos perdem ou ganham elétrons em reações químicas ou em colisões com outras partículas.

## tamanho do átomo

O que define o tamanho do átomo é a nuvem de elétrons que envolve o núcleo. Esse tamanho é inacreditavelmente diminuto: é preciso alinhar 50 milhões de átomos para preencher um espaço de apenas 5 milímetros de comprimento!

Em relação ao átomo, o núcleo poderia ser descrito como um grão de areia no meio de uma quadra de basquete. Podemos, portanto, dizer que o átomo consiste principalmente de espaço.

Para determinar as pequeninas dimensões atômicas, não se usam unidades como o centímetro ou o milímetro. Usam-se o angstrôm (Å), definido como  $10^{-10}$  m, ou o nanômetro, que vale 1 bilionésimo do metro ( $10^{-9}$  m).



## ATIVIDADES

1. Um átomo neutro tem 27 prótons no núcleo. Qual o número de elétrons em sua eletrosfera?  
27 elétrons
2. Certo átomo possui um núcleo formado por 5 prótons e 6 nêutrons. Quantas vezes o seu núcleo tem massa maior que a de um de seus elétrons? 11 (540 = 20 290)
3. A seguir, são apresentadas algumas afirmações acerca do átomo e de suas partículas:
  - I. A maior parte da massa do átomo está concentrada no núcleo.
  - II. Um átomo neutro deve possuir necessariamente o mesmo número de prótons e de nêutrons.
  - III. Em um íon, o número de prótons deve ser necessariamente diferente do número de elétrons.
  - IV. Nêutrons e elétrons possuem massas praticamente iguais.

Escreva, em seu caderno, as afirmações que você julga serem verdadeiras e procure justificar sua resposta.

I. Verdadeira. Os prótons e os nêutrons são as partículas de maior massa do átomo e são encontradas no núcleo. II. Verdadeira. No átomo carregado eletricamente (íon), o número de partículas positivas (prótons) deve ser diferente do número de partículas negativas (elétrons).
4. Se  $x$  for o número de prótons de um íon,  $y$ , o seu número de nêutrons e  $z$ , o seu número de elétrons, podemos afirmar que sempre:
  - a)  $x = z$ ? Por quê? Não,  $x \neq z$ . Em um íon, o número de prótons e o número de elétrons são diferentes.
  - b)  $x = y$ ? Por quê? Não,  $x$  pode ser igual ou diferente de  $y$ .
5. O número de nêutrons de um átomo é três unidades maior que o seu número de prótons. Quantos elétrons contém esse átomo se o seu número de nêutrons é igual a 20?  
Resposta: 17 elétrons
6. Um átomo contém 8 prótons, 8 nêutrons e 10 elétrons. Esse átomo está eletricamente neutro? Explique. Não, para estar neutro o átomo deveria ter igual número de prótons e de elétrons.

## PROPRIEDADES DOS ÁTOMOS

### Número atômico

#### Número atômico (Z)

É o número de prótons (p) existentes no átomo.

Os experimentos mostram que os átomos de um elemento químico têm, invariavelmente, o mesmo número de prótons, mas que o número de nêutrons e de elétrons pode variar. Por esse motivo, convencionou-se identificar os elementos pelo número de prótons existentes no átomo. A esse valor deu-se o nome de **número atômico**, que é representado pela letra Z.

Exemplos:

O alumínio (Al) tem  $Z = 13$ ; logo, possui 13 prótons.  
O ferro (Fe) tem  $Z = 26$ ; logo, tem 26 prótons.

O potássio (K) tem  $Z = 19$ ; logo, apresenta 19 prótons.  
O ouro (Au) tem  $Z = 79$ ; logo, tem 79 prótons.

Assim sendo, podemos chegar a essa definição: elemento químico é o conjunto de átomos que apresenta o mesmo número atômico.

Isso quer dizer que para cada elemento químico existe um único número atômico e vice-versa. Os elementos encontrados na natureza possuem número atômico que vai de 1, que corresponde ao hidrogênio, a 92, que corresponde ao urânio. No entanto, existem elementos artificiais como os de números atômicos 43, 61 e outros demais acima de 92.

## Número de massa

A soma da quantidade de prótons e nêutrons de um átomo recebe o nome de **número de massa**, representado pela letra A, e indica a massa do átomo.

Utiliza-se a seguinte convenção para representar o número atômico e o número de massa de um átomo:

${}^A_ZX$ , sendo X o símbolo de um elemento qualquer

Exemplos:

${}^{23}_{11}\text{Na}$  Número de massa (A) = 23 (12 nêutrons + 11 prótons)  
Número atômico (Z) = 11 (11 prótons)

${}^{56}_{26}\text{Fe}$  A = 56 (30 nêutrons + 26 prótons)  
Z = 26 (26 prótons)

Para facilitar a vida dos estudiosos, decidiu-se colocar todos os elementos em uma tabela que permitisse uma consulta rápida e eficaz. Após muitos anos de estudos, o russo Dimitri Ivanovich Mendeleiev criou uma tabela que serviu de base para a que é utilizada hoje em dia em todo o mundo. A essa tabela deu-se o nome de Tabela Periódica, que estudaremos no capítulo 10.

### Número de massa (A)

É a soma do número de prótons e de nêutrons.

## ATIVIDADES

1. Consulte a Tabela Periódica da pág. 234 e dê os nomes e os símbolos dos elementos correspondentes aos números atômicos:

- |                           |                           |                          |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| a) 13 <i>Alumínio, Al</i> | c) 25 <i>Manganês, Mn</i> | e) 30 <i>Zinco, Zn</i>   |
| b) 82 <i>Chumbo, Pb</i>   | d) 54 <i>Xenônio, Xe</i>  | f) 28 <i>Cobalto, Co</i> |

2. Consulte a Tabela Periódica da pág. 234 e dê o símbolo e o número atômico dos átomos dos seguintes elementos:

- |                           |                         |                           |
|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| a) Neônio <i>Ne (10)</i>  | c) Cobre <i>Cu (29)</i> | e) Potássio <i>K (19)</i> |
| b) Estanho <i>Sn (50)</i> | d) Bromo <i>Br (35)</i> | f) Prata <i>Ag (47)</i>   |



3. Dê o número de prótons, nêutrons e elétrons do átomo de número atômico 15 e de número de massa 31. Que elemento é esse? Consulte a Tabela Periódica da pág. 234.  
*(15 prótons, 16 nêutrons e 15 elétrons. É o Fósforo)*
4. Quantos nêutrons apresenta o átomo de  $Z = 35$  e  $A = 79$ ? *(44 nêutrons)*
5. O núcleo de certo átomo, cujo número de massa é 207, contém 125 nêutrons. Quantos elétrons contém a eletrosfera desse átomo? *(82 elétrons)*
6. Consulte a Tabela Periódica da pág. 234 e dê o número de prótons, nêutrons e elétrons de cada um dos átomos:
- átomo de alumínio com número de massa 27. *(13p, 14n, 13e)*
  - átomo de prata com número de massa 108. *(47p, 61n, 47e)*
  - átomo de símbolo Br com número de massa 79. *(35p, 44n, 35e)*
  - átomo de símbolo Au com número de massa 197. *(79p, 118n, 79e)*
  - átomo de símbolo Fe com 30 nêutrons no núcleo. *(26n, 30n, 26e)*
7. A água pesada é uma variedade de água na qual os átomos de hidrogênio são: ( ${}^2\text{H}$ ). Quantos prótons, nêutrons e elétrons possui uma molécula de água pesada cujo átomo de oxigênio é o  ${}^{16}\text{O}$ ? *(2 + 3 = 10 prótons; 2 + 8 = 10 nêutrons; 2 + 8 = 10 elétrons)*

## Isótopos: átomos iguais ou diferentes?

Desde o final do século XIX, quando a radioatividade foi descoberta, percebeu-se que os processos radiativos faziam aparecer átomos diferentes que, de início, os químicos pensavam ser novos elementos. Experimentos realizados posteriormente provaram que se tratava de variedades dos elementos já existentes. Essas variações tinham o mesmo número de prótons do elemento original, mas diferiam deste quanto ao número de nêutrons. Mesmo assim, reagiam quimicamente da mesma maneira que o elemento original.

Mais tarde se descobriu que também entre os elementos não radiativos existiam átomos de mesmo número atômico e com diferentes números de nêutrons. Tais átomos receberam o nome de **isótopos**.

Os átomos isótopos são diferenciados pelo número de massa. No caso do cloro:  ${}^{35}\text{Cl}$  e  ${}^{37}\text{Cl}$ . Mas também é comum denominá-los "cloro 35" e "cloro 37". Quase todos os elementos tem isótopos naturais, com poucas exceções. Dois delas são o ouro, que é sempre  ${}^{197}\text{Au}$ , e o flúor, que é sempre  ${}^{19}\text{F}$ .

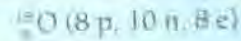
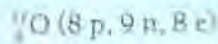
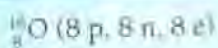
Muitos elementos são misturas de vários isótopos. Esses isótopos na natureza tem uma proporção praticamente constante. Veja alguns exemplos:

- Átomos isótopos do elemento hidrogênio ( $Z = 1$ )

${}^1\text{H}$ (1 p, 0 n, 1 e)	${}^2\text{H}$ (1 p, 1 n, 1 e)	${}^3\text{H}$ (1 p, 2 n, 1 e)
Hidrogênio leve ou Protó	Deutério	Tritó

O hidrogênio é o único elemento cujos isótopos têm nomes específicos.

- Átomos isótopos do elemento oxigênio ( $Z = 8$ )



Os vários isótopos de um elemento químico se comportam da mesma maneira quanto as reações químicas das quais participam. Isso acontece porque suas propriedades químicas não dependem dos nêutrons, e sim dos prótons e elétrons.

Os radioisótopos (isótopos radioativos) são muito usados no diagnóstico e no tratamento de diversas doenças.

O iodo 131 serve principalmente para avaliar a atividade da glândula tireóide, onde o isótopo se acumula. Por meio de detectores de radiação, localiza-se o todo radioativo e a partir de sua deposição realiza-se o chamado mapeamento da tireóide, exame pelo qual se determinam o tamanho da glândula, seu formato e eventuais irregularidades. Radioisótopos, como o cobalto 60 e o césio 137, são largamente usados no tratamento de tumores malignos. A radiação emitida por eles é aplicada sobre os tecidos cancerosos.

Os isótopos radiativos também são perigosos. O césio 137 foi, em 1987, o causador de um acidente em Goiânia. Nesse acidente, um aparelho usado para radioterapia foi jogado fora sem os devidos cuidados e acabou sendo aberto por pessoas que desconheciam seu conteúdo. Cerca de 250 pessoas foram afetadas pela radioatividade do material e algumas morreram em consequência disso. Anteriormente, no final da Segunda Guerra Mundial, em 1945, bombas de urânio enriquecido e de plutônio foram lançadas pelos Estados Unidos nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, matando milhares de pessoas e deixando outras tantas gravemente doentes e feridas.



Roger Viollier/Keystone

A bomba atômica lançada sobre Hiroshima em 6 de agosto de 1945 matou mais de 80 mil pessoas.





Nuvem em forma de cogumelo formada na explosão da bomba atômica sobre Hiroshima.

## ATIVIDADES

- 1.** (Fuvest-SP) Dalton, na sua teoria atômica, propôs, entre outras hipóteses, que:
- Os átomos são indivisíveis. Atualmente, os átomos são considerados divisíveis, pois já foram identificados vários partículas subatômicas.
  - Os átomos de determinado elemento são idênticos em massa. Os átomos de um mesmo elemento podem ser diferentes quanto a seu número de nêutrons e portanto ter massas diferentes.
- À luz dos conhecimentos atuais, quais as críticas que podem ser formuladas a cada uma dessas hipóteses?
- 2.** Considere o conjunto de átomos:
- |                        |                        |                        |                        |                        |                        |   |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|------------------------|
| ${}^{56}_{26}\text{A}$ | ${}^{55}_{25}\text{B}$ | ${}^{58}_{26}\text{C}$ | ${}^{56}_{24}\text{D}$ | ${}^{57}_{25}\text{E}$ | ${}^{59}_{27}\text{F}$ | e | ${}^{58}_{28}\text{G}$ |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---|------------------------|
- Quais são isótopos? **A, C, B e E**
- 3.** Faça uma pesquisa e elabore um texto sobre os prós e os contras de usinas nucleares.  
Resposta variável.



## APRESENTAÇÃO DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS NA LEITURA DO LIVRO DO ALUNO.

Página 27: Esse fenômeno é chamado efeito estufa e esses gases são conhecidos como gases estufa. Não é por acaso que esse nome é o mesmo das estufas plantas: nelas ocorre o mesmo fenômeno. O vidro ou o material transparente no interior do qual as plantas ficam tem o mesmo papel que a nossa atmosfera: deixam a luz do Sol entrar e barram a radiação infravermelha, o calor, mantendo as plantas num ambiente aquecido.

Domínio Alvo: efeito estufa

Domínio Análogo: estufa de plantas

Localização: livro do aluno, em textos complementares.

Enfoque da comparação: função.

Página 30: Compare o que foi dito sobre o efeito estufa na Terra com o que ocorre numa estufa de plantas. Quais são as semelhanças? Que parte da estufa de plantas corresponde à atmosfera terrestre?

Domínio Alvo: efeito estufa

Domínio Análogo: estufa de plantas

Localização: livro do aluno, em propostas de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 78: As roupas e os agasalhos diminuem a sensação de frio porque funcionam como isolantes térmicos, reduzindo a troca de calor do corpo com o ambiente.

Domínio Alvo: função de roupas e agasalhos.

Domínio Análogo: isolantes térmicos

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função.

Páginas 97, 212, 213, 217, 222, 248, 252 e 254: representação de átomos, ligações, moléculas.

Domínio Alvo: modelo atômico, átomos, ligações, moléculas.

Domínio Análogo: círculos coloridos

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

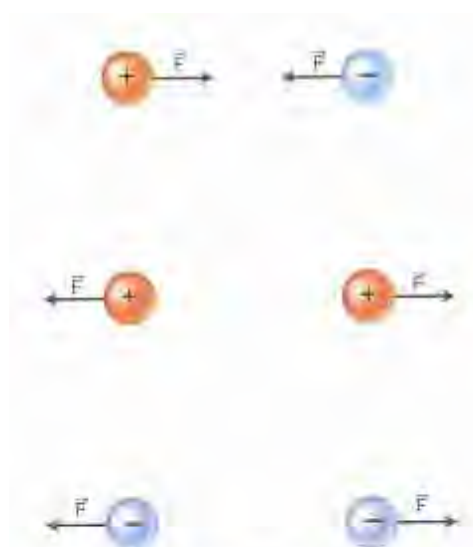
Enfoque da comparação: figura.



prótons   
 nêutrons   
 elétrons

Uma representação do átomo: um núcleo central possui partículas com cargas positivas (prótons) e neutras (nêutrons). Ao seu redor, giram partículas com cargas negativas (elétrons).

Página 97



Cargas de mesmo sinal sofrem forças de repulsão; cargas de sinais opostos sofrem forças de atração.

Página 97



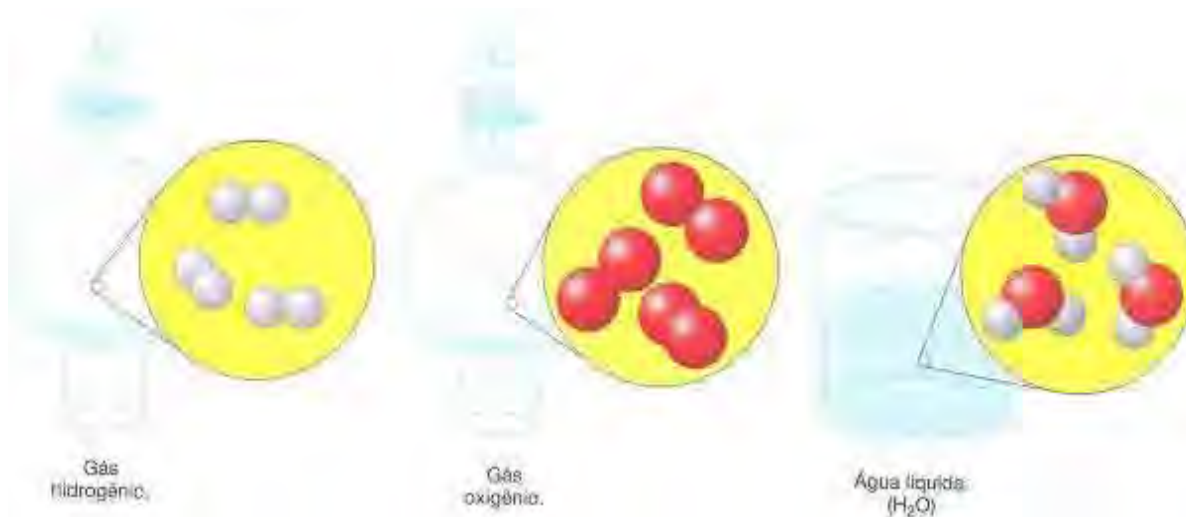
Página 212

**5.** Analise a ilustração:



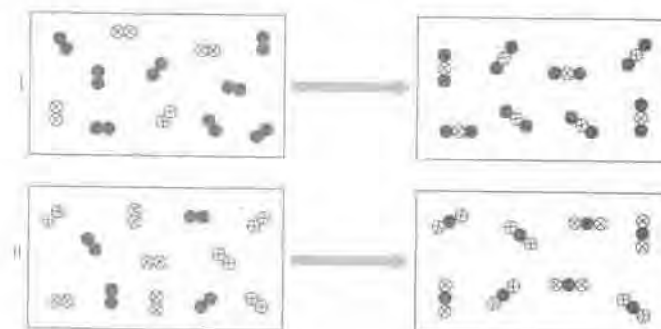
- Quantos elementos químicos estão representados?
- Quantos átomos estão representados?
- Quantos tipos de substância estão representados?
- Quantas moléculas estão representadas?

Página 213



Página 217

- 8.** Sob condições adequadas, uma mistura de nitrogênio gasoso,  $N_{2(g)}$ , e de oxigênio gasoso,  $O_{2(g)}$ , reage para formar diferentes óxidos de nitrogênio. Se representarmos o elemento nitrogênio por  $\otimes$  e o elemento oxigênio por  $\bullet$ , duas dessas reações químicas podem ser esquematizadas como:

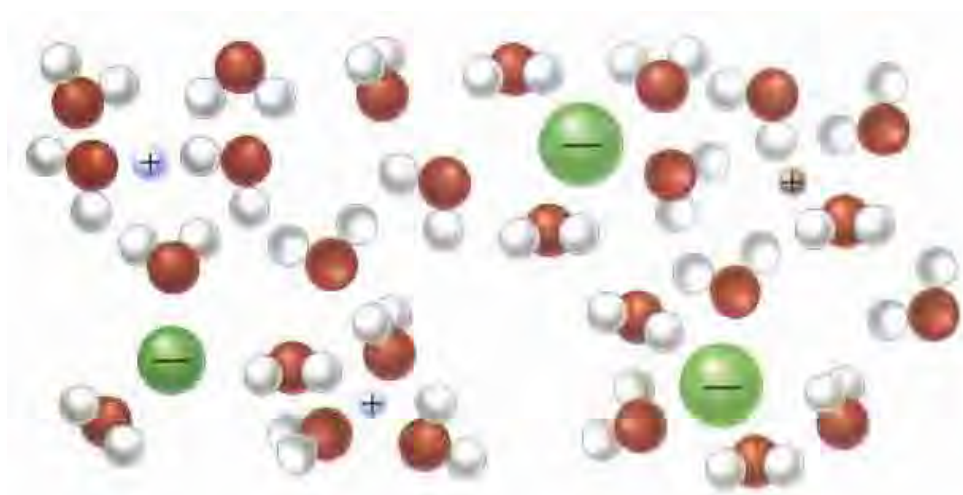


- Dê a fórmula química do composto formado na reação esquematizada em I.  $NO$
- Escreva a equação química balanceada representada no esquema II.  $O_2 + 2N_2 \rightarrow 2N_2O$

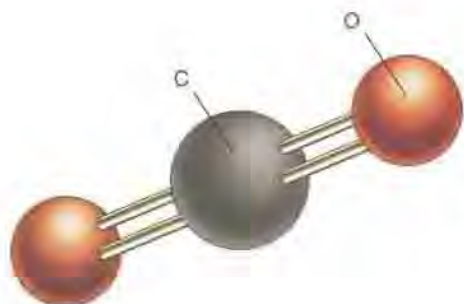
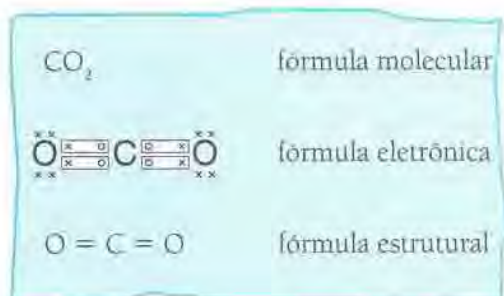
Página 222



Página 248



Página 248



Representação da molécula de CO<sub>2</sub>.

Página 252

uma da mistas metálicas. Isso explica por que os metais conduzem tão bem a eletricidade e o calor.



Página 254

Página 99: Exercício 7. Em um dia seco, esfregue um pente ou outro material de plástico contra um pedaço de lã e aproxime-o logo em seguida de um filete de água caindo homogeneamente de uma torneira. Explique o que observou. *O filete de água desvia porque é atraído pelo plástico do mesmo modo que os pedacinhos de papel.*

Domínio Alvo: eletrização por atrito de um plástico e atração de filete de água.

Domínio Análogo: eletrização por atrito de um plástico e atração de pedaços de papel.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 117: Acontece que a terra comporta-se como um gigantesco ímã, cujos pólos magnéticos ficam próximos aos pólos geográficos.

Domínio Alvo: magnetismo da Terra

Domínio Análogo: gigantesco ímã.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 118: Conclusão: a corrente elétrica pode produzir um efeito magnético tal como um ímã.

Domínio Alvo: efeito magnético produzido por corrente elétrica.

Domínio Análogo: ímã.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 146 (2 analogias): Para focalizar a luz e possibilitar uma visão com nitidez, nossos olhos possuem estruturas que agem como lentes - a córnea e a lente.

A luz atravessa a córnea, uma membrana transparente situada na frente do olho, que funciona como uma lente convergente.

Domínio Alvo: estrutura dos olhos - córnea

Domínio Análogo: lentes – lente convergente.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: função.

Página 148 (proposta de comparação): Exercício 5. Veja este esquema simples de uma máquina fotográfica (vista de lado). Faça uma comparação entre partes da máquina e do olho humano.

Domínio Alvo: estruturas do olho humano.

Domínio Análogo: estruturas de uma máquina fotográfica.

Localização: livro do aluno, em proposta de resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 148: Exercício 5. O orifício por onde entra a luz na máquina corresponde à pupila. A lente da máquina corresponde à lente ( e também a córnea) do olho; o correspondente ao filme é a retina. A imagem forma-se por um processo muito semelhante: a luz de um objeto entra por um orifício, numa “câmara escura”; é desviada por lentes convergentes em direção à retina (filme), onde se forma uma imagem invertida.

Domínio Alvo: estruturas do olho humano.

Domínio Análogo: estruturas de uma máquina fotográfica.

Localização: livro do aluno, em resolução de exercícios.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 157: A teoria corpuscular explicava a maioria dos fenômenos luminosos, mas não todos. Por isso vários cientistas discordavam dela. Entre eles, destacava-se o físico holandês Christian Huygens. Também baseado em inúmeros estudos e experimentos, ele achava que a luz era uma onda, como as ondas do mar ou as ondas que se formam na água quando nela se joga uma pedrinha.

Domínio Alvo: comportamento da luz

Domínio Análogo: ondas do mar.

Localização: livro do aluno, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página 162: Do mesmo modo que as ondas do mar retornam ao baterem nas pedras e que a luz se reflete num espelho, o som, ao encontrar um obstáculo – montanhas, prédios ou outros – , pode refletir, produzindo o eco.

Domínio Alvo: reflexão do som.

Domínio Análogo: reflexão da luz.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.



Enfoque da comparação: semelhança.

Página 181: Imagine que as salas de aula de sua escola são imensos cubos com o interior vazio. Os alunos, quando dentro delas, representam a matéria existente na “sala-cubo”. A relação entre o número de “alunos-matéria presentes (massa) e o espaço ocupado pelas “salas-cubo” (volume) nos dá a densidade de cada “sala-cubo”. Isso quer dizer que quanto mais “alunos-matéria houver em uma dessas salas, maior a densidade dela. E vice-versa.

Domínio Alvo: medida da densidade.

Domínio Análogo: alunos dentro de uma sala.

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página: 224 (2 analogias)

Analogia: Foi durante essas experiências que ocorreu a descoberta de uma nova molécula de carbono, com 60 átomos dispostos a forma de uma bola de futebol, denominada *buckyball* (fulereno) ou *buckminsterfullerene*, designação oficial da molécula que teve como inspiração o nome do arquiteto Buckminster Fuller, criador da estrutura geodésia. Isso porque os átomos da molécula estão unidos harmonicamente em 12 pentágonos e 20 hexágonos, exatamente como uma bola de futebol. Trata-se de uma única molécula de um elemento simples com o formato de uma gaiola esférica.

Domínio Alvo: formato da molécula de fulereno

Domínio Análogo: formato de uma bola de futebol

Localização: livro do aluno, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página: 225

Analogia: O elétron foi a primeira partícula do átomo a ser identificada. Thomson propôs que o átomo era formado por uma massa de carga positiva no qual os elétrons ficavam imersos como “passa em um pudim”.

Domínio Alvo: disposição de elétrons e prótons no modelo atômico de Thomson

Domínio Análogo: disposição de passas em um pudim.

Localização: livro do aluno, em texto complementar.

Enfoque da comparação: semelhança.

Página: 227

Analogia: Em relação ao átomo, o núcleo poderia ser descrito como um grão de areia no meio de uma quadra de basquete. Podemos dizer que o átomo consiste principalmente em espaço.

Domínio Alvo: tamanho do núcleo em relação à eletrosfera

Domínio Análogo: tamanho do grão de areia no centro da quadra de basquete

Localização: livro do aluno, no corpo do texto.

Enfoque da comparação: proporção.

Página: 276

Analogia (acompanha desenho): representação de um polímero. Cada clipe funciona como um monômero. A cadeia de cliques apresenta o polímero, de cadeia longa e flexível, porém muito resistente à tração.

Domínio Alvo: cadeia de polímeros

Domínio Análogo: cliques encaixados e enfileirados

Localização: livro do aluno, na legenda.

Enfoque da comparação: semelhança e figura

**POLIMERIZAÇÃO**

Alguns compostos orgânicos podem sofrer um processo chamado **polimerização**. Nesse processo, moléculas pequenas (monômeros) juntam-se em grandes estruturas (macromoléculas), formando moléculas com centenas e até milhares de átomos de carbono.

polímero

Representação de um polímero. Cada clipe funciona como um monômero. A cadeia de cliques representa o polímero, de cadeia longa e flexível, porém muito resistente à tração.

276

UNIDADE IV - Os compostos da natureza

## APRESENTAÇÃO DAS ANALOGIAS IDENTIFICADAS NA LEITURA DO LIVRO DO PROFESSOR.

Páginas 22, 23, 24: Sugestões dos projetos Túnel de vento e Fazendo cristais.

Domínio Alvo: funcionamento das asas de um avião/ formação dos cristais de granito e basalto e a formação das rochas

Domínio Análogo: garrafa pet atravessada por arames e canudos/ acrescentado uma “semente”, um cristal de sal a uma solução.

Localização: manual do professor, propostas de experimentos.

Enfoque da comparação: semelhança.