

ARTIGOS DA REVISTA *CIÊNCIA HOJE* COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA

Luciana Nobre de Abreu Ferreira

Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luís, km 235, 13565-905 São Carlos – SP, Brasil

Salete Linhares Queiroz*

Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, CP 780, 13560-970 São Carlos – SP, Brasil

MATERIAL SUPLEMENTAR

O material suplementar traz as análises de dois textos, realizadas nos mesmos moldes utilizados na análise descrita no manuscrito para o texto “**Eletricidade estática – onde ficam as cargas?**”, com o intuito de apresentar mais exemplos de verificação das características dos TDCs, evidenciar suas possibilidades didáticas e reforçar as conclusões apresentadas.

ANÁLISE DO ARTIGO INDICADO PELO NÚMERO 11 NA TABELA 1:

Os cristais e a origem da vida: a seleção quiral de aminoácidos na Terra primitiva

O texto intitulado “Os cristais e a origem da vida: a seleção quiral de aminoácidos na Terra primitiva” é assinado por D. A. M. Zaia e C. T. B. V. Zaia, da Universidade Estadual de Londrina.

Apresentamos inicialmente a análise dos conteúdos específicos (*temática, características da atividade científica e abordagens e contextos*) presentes no artigo e, em seguida, são evidenciados e discutidos os aspectos característicos concernentes à forma (*estrutura, linguagem e recursos visuais e textuais*).

Temática

O texto tem como *temática* a quiralidade dos aminoácidos, especialmente a busca por explicações sobre a ‘preferência’ dos organismos vivos em seu metabolismo por apenas uma das formas pelas quais os aminoácidos são apresentados. Portanto, os autores relatam no TDC estudos que apontam minerais como fortes candidatos ao papel de agentes selecionadores de aminoácidos na Terra primitiva.

Na introdução do artigo os autores trazem uma contextualização a respeito da presença de aminoácidos, peptídeos e proteínas na grande maioria das reações químicas que acontecem nas células e seres vivos. Assim, neste tópico são apresentados alguns dos principais papéis desempenhados no metabolismo dos seres vivos por essas substâncias, bem como sua constituição química. No segundo tópico (“L-aminoácidos e D-aminoácidos”) os autores fazem uma descrição da propriedade ‘quiralidade’ dos aminoácidos. No tópico “A ‘preferência’ dos seres vivos” os autores trazem uma discussão sobre a predominância de aminoácidos na forma de isômeros L e apontam possíveis justificativas para tal.

O terceiro tópico (“Seleção quiral por minerais”), como o próprio título indica, apresenta argumentos que defendem a contribuição decisiva dos minerais na seleção de L-aminoácidos. O último tópico (“Algumas questões em aberto”) coloca que os estudos realizados até então são inconclusivos por meio da apresentação dos pontos falhos desses estudos.

Características da atividade científica

Aspectos pertencentes à dimensão *características da atividade científica* foram observados. Inicialmente destacamos os exemplos referentes a características explícitas da atividade científica, como a descrição de metodologias/técnicas experimentais [1,2] e resultados de observações [3,4]. Estas foram também identificadas, contudo, em pequenas quantidades e sem revelar maiores detalhes a respeito, conforme exemplificamos nos trechos a seguir:

[1] “*Esse desvio é detectado por equipamentos ópticos, que permitem detectar o ângulo de rotação do plano*”.

[2] “*Após algum tempo nessa solução, os cristais foram retirados e cada face foi cuidadosamente levada com uma solução de ácido, para retirar o material adsorvido*”.

[3] “*Foi observado (...) que a polimerização de misturas racêmicas de aminoácidos (...) em solução aquosa, promovida por um agente condensante (...) formou mais peptídeos (...) do que o esperado*”.

[4] “*Foi observado que, na maioria das faces, a relação D/L era quase igual a 1, indicando que foram adsorvidas quantidades iguais das duas formas (D e L) do aminoácido*”.

A formulação de hipóteses foi uma característica evidente no TDC em questão, uma vez que as pesquisas relacionadas ao assunto ainda não são conclusivas e, por esse motivo, apresentam várias hipóteses para justificar a seleção quiral dos aminoácidos:

[5] “*Para explicar o fato de que todos os seres vivos conhecidos (...) utilizam quase exclusivamente L-aminoácidos em suas reações químicas, duas hipóteses foram sugeridas...*”.

No TDC em questão as características implícitas da prática científica foram observadas quando os autores se referiram à atitude de surpresa dos cientistas com relação ao resultado de uma pesquisa [6] – sugerindo que os procedimentos científicos nem sempre surgem de estratégias bem pensadas e levam a resultados esperados –, incerteza das pesquisas científicas [7,8] e ciência feita por trabalho em equipe [9,10]:

[6] “*Entretanto, o exame de aminoácidos de todos os seres vivos conhecidos revelou, para surpresa dos cientistas, que tais compostos estão presentes no organismo quase exclusivamente na forma de isômeros L*”.

[7] “*D-aspartato e D-serina livres foram identificados em mamíferos e D-aminoácidos foram detectados em peptídeos opióides (...) e em neuropeptídeos (...) de outros animais, mas o papel fisiológico dessas substâncias ainda não é claro*”.

*e-mail: salete@iqsc.usp.br

[8] “Os experimentos citados não permitem concluir qual deles foi o mais importante nessa seleção ou mesmo se algum deles teve alguma importância para o predomínio dos L-aminoácidos nos seres vivos”.

[9] “Na primeira situação, proposta a partir de experimentos de Robert Hazen e outros...”.

[10] “Foi observado, em experimentos de Pier Luigi Luisi e outros, na Suíça, que a polimerização de misturas racêmicas de aminoácidos...”.

Abordagens e contexto

Observamos que o TDC apresenta uma abordagem predominantemente conceitual, pois, embora trate de estudos científicos que melhor expliquem o fenômeno em pauta, demonstra que os autores têm intenção explícita em descrever as propriedades das moléculas de aminoácidos. Portanto, o TDC em questão está inserido em um contexto que pretende deixar o leitor minimamente informado a respeito dos assuntos abordados. Em menor medida, o texto apresenta enfoque científico, uma vez que apresenta os aspectos científicos inerentes ao assunto estudado, conforme exemplificado no tópico *características da atividade científica*.

Estrutura

Quanto à sua *estrutura*, o texto está disposto numa progressão lógica, o que impede uma leitura fragmentada do mesmo, ou seja, a leitura de partes independentes. O fato de haver no texto uma sequência de definições para seu melhor entendimento favorece essa unidade. A ausência de boxes reforça a impossibilidade de leitura segmentada do TDC.

Recursos visuais e textuais

No que diz respeito aos *recursos visuais e textuais*, o texto está escrito em 6 páginas e seu título também ocupa página dupla, destacado em letras grandes. Nas retrancas a área indicada é “Química” e a abertura do texto aparece na lateral esquerda da primeira página, com a referência autoral logo abaixo. Na segunda página o texto é iniciado, com a seguinte frase em destaque: “A grande maioria das reações químicas”. O texto apresenta quatro intertítulos que anunciam os tópicos do texto já descritos nesta análise.

São encontradas 6 figuras no texto, sendo duas representações moleculares, duas representações esquemáticas e duas fotos de minerais. A primeira representação molecular ilustra a molécula de um aminoácido, com seus elementos constituintes dispostos em cores diferenciadas e uma legenda indicando a cor correspondente a cada elemento químico. Na legenda dessa figura encontra-se um procedimento explicativo sobre a estrutura química do aminoácido, corroborando o caráter conceitual do texto:

[11] “Os aminoácidos têm uma estrutura química comum, aqui representada pela alanina, um dos mais simples: um átomo de carbono ‘central’, ao qual se ligam um grupo amina (NH_2), um átomo de hidrogênio, um grupo carboxila ($COOH$) e outro grupo químico, chamado de cadeia lateral ou grupo R. Nos demais aminoácidos a cadeia lateral é diferente”.

A segunda representação molecular cumpre os mesmos objetivos de explicitação, a qual apresenta uma molécula e sua respectiva imagem especular, de modo a explicar a propriedade da quiralidade em aminoácidos. A primeira representação esquemática ilustra o exemplo das “mãos”, bastante usado por professores e livros didáticos para explicar a quiralidade. A outra representação esquemática apresenta o mecanismo de funcionamento de um equipamento óptico usado para determinar o ângulo de rotação do plano. As figuras ilustram os minerais calcita e quartzo, respectivamente, descritos no texto

como possíveis responsáveis pela ‘seleção’ quiral de aminoácidos em tempos remotos.

Na última página do TDC, no canto inferior direito, encontra-se um quadro com as “Sugestões para leitura”, indicando três referências bibliográficas: um livro, dois artigos científicos de periódicos internacionais e um de periódico nacional.

Linguagem

O texto em pauta apresenta *linguagem* acessível, repleto de procedimentos explicativos para facilitar a compreensão do leitor. O recurso da definição é bastante usado no texto, de diferentes formas, conforme ilustram os exemplos a seguir:

[12] “Já as proteínas, essenciais para todos os organismos vivos, são constituídas por longas cadeias (...) de diferentes aminoácidos”.

[13] “Todos os aminoácidos (...) têm um centro quiral, ou seja, um átomo em torno do qual disposições diferentes dos outros componentes da estrutura da molécula formam os dois elementos do par assimétrico”.

[14] “Polarizar a luz significa selecionar (com prismas especiais) as ondas luminosas, deixando passar apenas as que oscilam em um determinado plano...”.

[15] “Na primeira situação (...) cristais de calcita (...) foram submetidos em uma solução contendo uma mistura racêmica de ácido aspártico (ou seja, com igual quantidades de formas dextrógira e levógira desse aminoácido)”.

Exemplos do cotidiano também constituíram estratégia dos autores em aproximar o leitor do tema do texto e proporcionar sua compreensão:

[16] “No exemplo das mãos, a direita é uma imagem invertida da esquerda, como se uma fosse o reflexo da outra em um espelho. Isso também vale para os pés e para objetos como as asas de um avião”.

[17] “Essa diferença nas propriedades pode ser importante em medicamentos, por exemplo, como no caso da talidomida, usada há algumas décadas para combater náuseas em mulheres grávidas. Apenas um dos isômeros (D) tinha esse efeito. O outro (L), como infelizmente muitas mães descobriram, antes que a quiralidade fosse bem conhecida, provocava graves malformações nos fetos”.

O uso da nomeação também foi usado várias vezes no texto, que consiste em inserções acompanhadas de expressões do tipo: o processo chamado de..., a teoria chama de x... Vejamos alguns exemplos:

[18] “Eles são constituídos pelos elementos (...) e têm uma estrutura química comum: um átomo de carbono (chamado de carbono alfa) ligado a um grupo...”.

[19] “Os isômeros que desviam o plano da luz polarizada para a direita (...) são chamados de dextrógiros e representados pela letra D...”.

[20] “Em uma reação química de síntese de aminoácidos, a partir de seus precursores, sempre obtemos o que é chamado de mistura racêmica, na qual cada isômero (D ou L) tem participação de 50%”.

É possível observar nos casos apresentados que o termo que antecede o termo nomeado não é o científico, na tentativa dos autores de aproximar o leitor do que vai ser tratado. Após isso, o termo

científico é inserido por meio da nomeação. Essa remissão ao termo científico é uma garantia de confiabilidade e uma tentativa dos autores em aproximar o leitor da linguagem científica.

Do mesmo modo observamos a intenção dos autores em aproximar o leitor da linguagem química propriamente dita, especialmente as representações químicas dos elementos e compostos, conforme exemplificamos nos trechos a seguir:

[21] “*Eles são constituídos pelos elementos carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N)...*”.

[22] “*A única exceção é a prolina, que no lugar da amina tem um grupo imino (NH), ligado não só ao carbono alfa mas também à cadeia lateral...*”.

O uso de aspas foi também usado com frequência, sempre na tentativa de favorecer o entendimento do leitor acerca dos conteúdos tratados no texto:

[23] “*Esse termo (...) faz referência a uma característica das mãos humanas e de certos objetos tridimensionais que existem em pares assimétricos, ou ‘invertidos’*”.

Foram também observados casos de interlocução direta com o leitor, nos quais os autores convidam o leitor a participar das mesmas indagações com relação às lacunas dos estudos sobre o tema em foco:

[24] “*Portanto, qual seria o efeito dos sais existentes na água do mar (na Terra primitiva) na seleção dos isômeros dos aminoácidos?*”

[25] “*Será que um dia encontraremos uma forma de vida extraterrestre que utilize D-aminoácidos? Por enquanto o mistério continua*”.

ANÁLISE DO ARTIGO INDICADO PELO NÚMERO 22 NA TABELA 1:

A qualidade do sedimento: contaminação por metais pode ser ameaça a seres vivos

O texto intitulado “A qualidade do sedimento: contaminação por metais pode ser ameaça a seres vivos” é assinado por C. F. Mariani e M. L. M. Pompêo, do Departamento de Ecologia, da Universidade de São Paulo.

Apresentamos inicialmente a análise dos conteúdos específicos (*temática, características da atividade científica e abordagens e contextos*) presentes no artigo e, em seguida, são evidenciados e discutidos os aspectos característicos concernentes à forma (*estrutura, linguagem e recursos visuais e textuais*).

Temática

A *temática* do texto envolve a importância dos sedimentos acumulados no fundo dos corpos d’água para o estudo desses ecossistemas e faz um alerta sobre os danos causados ao meio ambiente por substâncias tóxicas lançadas na água, que tendem a se depositar no sedimento.

Na introdução do artigo os autores definem o que é um sedimento e apresentam a importância dos estudos sobre sua composição e presença de agentes contaminantes, especialmente por metais pesados. O segundo tópico (“Avaliação da qualidade”) alerta para a necessidade de discussões sobre a qualidade do sedimento e sobre os teores aceitáveis de contaminantes para evitar a toxicidade. O último tópico traz “O caso da represa Rio Grande” e os procedimentos usados para avaliar a qualidade de seu sedimento, uma vez que essa represa enfrenta problemas de contaminação de diversas fontes.

Características da atividade científica

As *características da atividade científica* presentes no artigo dizem respeito principalmente aos procedimentos realizados para avaliar a qualidade de sedimentos, desde o processo de coleta de dados [1], procedimentos de análise [2], à interpretação de resultados [3]:

[1] “*Para avaliar a qualidade do sedimento, foram coletadas amostras em 29 pontos ao longo do eixo central da represa Rio Grande...*”.

[2] “*... e realizadas medições, no sedimento superficial (10cm iniciais) do teor dos metais cádmio, chumbo, zinco, cobre, cromo e níquel e do teor de sulfatos*”.

[3] “*A comparação entre sulfetos e metais revelou haver excesso de sulfeto em todos os pontos amostrados, o que indica baixo potencial tóxico...*”.

Ademais, os autores explicitam como são tiradas conclusões a respeito dos estudos sobre a presença de contaminantes em um sedimento e se este pode ser considerado poluído:

[4] “*O mais indicado, quando é preciso concluir se um sedimento é ou não poluído, tem sido coletar diferentes tipos de dados e, após uma análise conjunta, tomar a decisão de interferir ou não no local para amenizar os efeitos da poluição*”.

É interessante notar que os autores se baseiam em valores obtidos em outros estudos para validar seus resultados [5] e colocam a necessidade de realizar procedimentos de análise complementares para uma avaliação mais acurada a respeito dos mesmos [6], evidenciando as limitações dos procedimentos científicos apresentados:

[5] “*De fato, outros trabalhos realizados no Rio Grande encontraram teores de metais superiores aos de sulfeto, o que indica uma mudança possivelmente sazonal*”.

[6] “*... é necessário, para uma avaliação mais acurada dos riscos potenciais para a saúde pública da contaminação da água dessa represa, usar métodos complementares de medição dos poluentes e de seus efeitos*”.

O último ponto concernente a essa categoria que destacamos diz respeito à figura apresentada no TDC que apresenta três fotos em sequência, ilustrando o procedimento de coleta de um sedimento para análise.

Abordagens e contexto

Observamos que o TDC em pauta possui uma abordagem essencialmente ambiental, pois os autores apresentam toda a descrição a respeito dos estudos que envolvem a qualidade dos sedimentos, baseados em argumentos que evocam a problemática ambiental decorrente de sua contaminação. Consideramos que o assunto em questão também é abordado dentro de um contexto científico, uma vez que as evidências científicas fazem parte da estratégia dos autores em convencer ao leitor sobre a questão tratada no TDC.

Estrutura

O TDC pressupõe uma leitura sequenciada, uma vez que apresenta uma sucessão de informações interdependentes, ou seja, inicialmente coloca-se a definição sobre o que é o sedimento, em seguida descreve-se como é realizada a avaliação da qualidade desse sedimento e, por fim, apresenta-se o estudo de um caso específico. Dessa forma, a progressão da leitura é necessária para o adequado entendimento do texto.

Recursos visuais e textuais

O TDC está escrito em seis páginas e nas retrancas a área indicada é “Limnologia”. O conteúdo do subtítulo – “Contaminação por metais pode ser ameaça aos seres vivos” – permite ao leitor vislumbrar o teor do TDC. Assim como nos demais textos analisados, a abertura aparece na lateral esquerda da primeira página, com a referência autoral logo abaixo. Na segunda página o texto é iniciado com a seguinte frase em destaque: “Sedimento é todo tipo de depósito formado por partículas”. O texto apresenta dois intertítulos que anunciam os tópicos mencionados.

São encontradas seis figuras no texto: uma representação esquemática, dois gráficos e três fotos. A representação esquemática ilustra os diferentes processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem em um sedimento e na sua interface com a água. Os gráficos apresentam dados relativos à avaliação da qualidade em sedimentos. Duas das três fotos retratam a represa Rio Grande e a última diz respeito ao procedimento de coleta do sedimento.

Na última página do TDC, no canto inferior direito, encontra-se um quadro com as “Sugestões para leitura”, indicando cinco referências bibliográficas: dois livros e uma dissertação de mestrado (nacionais); duas páginas da internet relativas às Agências de Proteção Ambiental do Canadá e Estados Unidos, respectivamente.

Linguagem

O texto em pauta apresenta linguagem acessível que, apesar de enfatizar procedimentos científicos, coloca o assunto dentro de um contexto ambiental, apresentando tom de conscientização e alerta por parte do leitor com relação às consequências ambientais da contaminação de sedimentos por metais pesados. Por esse motivo, os autores fizeram uso de diversas estratégias para fornecer os conhecimentos necessários ao leitor para o entendimento sobre a problemática tratada. Esses conhecimentos foram transmitidos principalmente sob a forma de definição e procedimentos explicativos, conforme ilustramos a seguir:

[7] “Sedimento é todo tipo de depósito formado por partículas – de natureza mineral ou biológica – transportadas por fluidos, principalmente a água e o ar”.

[8] “Os contaminantes são compostos químicos presentes no ambiente em teores acima dos naturais. Eles tornam-se poluentes se sua quantidade (ou sua forma) possibilitar sua ingestão ou incorporação por seres vivos do ambiente aquático...”.

Observamos que os autores constroem uma narrativa dentro da perspectiva da preservação dos ambientes aquáticos, com o intuito de envolver o leitor na questão apresentada e demonstrar a importância do assunto:

[9] “Os problemas causados por metais e outros compostos tóxicos atingem organismos aquáticos e populações humanas que consomem a água não tratada adequadamente e o pescado obtido na área contaminada”.

[10] “Por isso é necessária a discussão sobre a qualidade do sedimento e sobre os teores aceitáveis de contaminantes para evitar a toxicidade”.

O uso de valores numéricos para exemplificar o teor dos contaminantes analisados nas amostras de sedimento, assim como a comparação com valores de referência (“VRR”), representa a intenção dos autores em favorecer a percepção do leitor quanto aos resultados apresentados:

[11] “O maior destaque foi o cobre, para o qual foi obtido um teor médio de 1.848,84 miligramas por quilo (mg/Kg) de sedimento, valor 102,7 vezes maior que o VRR...”.

[12] “Nos casos de cromo e zinco, os teores encontrados foram 46% e 30% maiores que o VRR, respectivamente, enquanto o de níquel ficou quase três vezes acima do VRR”.

A busca de credibilidade em outros estudos se constitui uma característica marcante no texto. Verificamos que os autores se apóiam em diversas fontes para consolidar os dados apresentados:

[13] “... outros trabalhos realizados no Rio Grande encontraram teores de metais...”.

[14] “A comparação (...) dos resultados do nosso estudo com um levantamento feito em 2004 pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo...”.

Por fim, salientamos a questão trazida pelos autores para o TDC, a respeito da construção do Rodoanel (anel viário ao redor da cidade de São Paulo) e suas consequências para os sedimentos da represa Rio Grande. Entendemos ser esta mais uma forma de aproximar o leitor do texto, uma vez que representa um assunto de interesse direto:

[15] “No traçado atual, o trecho sul do Rodoanel passa pela área do complexo Billings e está prevista a implantação de pilares de sustentação de viadutos dentro da represa Rio Grande, o que poderá ressuspender os metais hoje depositados no sedimento, comprometendo a qualidade da água para usos múltiplos”.

[16] “Os dados levantados na represa Rio Grande servem como um sinal de alerta e demonstram que é necessário estabelecer um amplo programa de monitoramento para avaliar não só alterações na qualidade da água, mas também o padrão espacial e sazonal dos teores de metais no sedimento”.

Tendo em vista as características apresentadas, consideramos que os autores fizeram uso do espaço do TDC em foco para transmitir informações ao leitor a respeito de questões ambientais, por meio da explicitação de evidências científicas.