**UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA INVESTIGAR O
PROCESSO DE OSMOSE EM AULAS DE QUÍMICA**

<https://doi.org/10.4025/imagenseduc.v7i3.37877>

Viviane Arrigo*

Luiz Carlos Giachello dos Anjos**

Natany Dayani de Souza Assai***

Álvaro Lorencini Júnior ****

* Universidade Estadual de Londrina – UEL. viviane_arrigo@hotmail.com

** Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP/Cornélio Procópio. luizanhos88@hotmail.com

*** Universidade Estadual de Londrina – UEL. natanyassai@gmail.com

**** Universidade Estadual de Londrina – UEL. lorencinijunior@yahoo.com.br

Resumo

Devido às dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos acerca do processo de osmose e ao modo como os professores o abordam, o objetivo desta investigação residiu em identificar as potencialidades de uma atividade experimental de natureza investigativa para oportunizar a construção de conhecimento acerca do processo de osmose. Os dados analisados consistem em respostas fornecidas por alunos de um curso Técnico em Química a situações-problema disponibilizadas antes e após a realização da atividade. Para a interpretação dos resultados obtidos, pautamo-nos nos procedimentos analíticos da Análise de Conteúdo. A análise das respostas fornecidas anteriormente à realização da atividade possibilitou a identificação das ideias/concepções prévias dos alunos em relação ao fenômeno investigado. Elas indicaram um desconhecimento do processo de osmose e a necessidade de se promover uma ressignificação conceitual por parte dos alunos. Já as respostas fornecidas após a realização da atividade apresentaram uma maior proximidade com a resposta cientificamente correta, o que nos leva a interpretar que houve uma evolução no perfil conceitual dos alunos. Consideramos que a atividade desenvolvida valorizou o pensamento dos alunos, tornando-os agentes do próprio aprendizado à medida que elaboravam hipóteses e buscavam soluções para os problemas investigados.

Palavras-chave: atividade experimental investigativa, análise de conteúdo, concepções prévias, ensino de química.

Abstract: An experimental proposal to investigate the osmosis process in chemical classes. Given the learning difficulties presented by the students about the osmosis process and the way teachers approach it, the objective of this research was to identify the potential of an investigative experimental activity to facilitate the construction of knowledge about the osmosis process. The data analyzed is made of answers provided by students of a technical course in Chemistry, to situation-problems made available before and after the proposed activity. For the interpretation of the obtained results, we have been guided by the analytical procedures of the content analysis. The analysis of the initial questions allowed us to identify the previous ideas/conceptions of the students concerning to the concepts involved in the osmosis, which indicates a lack of knowledge about the process and the need to promote a conceptual resignification by the students. The responses provided after the activity were more closely related to the scientifically correct answer, which takes us to interpret that there was an evolution on the conceptual profile of the students. We consider that the developed activity

prizes the students' thinking, making them agents of their own learning as they elaborated hypotheses and searched for solutions to the problems investigated.

Keywords: experimental investigative activity, content analysis, previous conceptions, chemistry teaching.

Introdução

Considerando-se a importância dos processos osmóticos para o bom funcionamento das células biológicas presentes no organismo dos seres vivos, alguns autores (Friedler, Amir & Tamir, 1987; Odom, 1995; Christianson, 1999; Panizzon & Pegg, 2002) desenvolveram pesquisas na área do Ensino de Ciências, objetivando identificar as ideias/concepções prévias dos alunos acerca do processo de osmose. Uma das justificativas apresentadas por eles refere-se à necessidade de explicações abstratas em torno do fenômeno da passagem de água de um meio para o outro através de uma membrana da qual depende a vida celular. Johnstone e Mahmoud (1980 *apud* Friedler et al., 1987) constataram que os conceitos relacionados ao processo de osmose e ao potencial de água são considerados de difícil compreensão não apenas para os alunos, mas também para os professores.

Friedler et al. (1987), em um de seus trabalhos, relacionam essas dificuldades de aprendizagem ao modo como o professor retrata tais noções, ao fato de o conteúdo abordar alguns conceitos de física e à dificuldade de os alunos relacionarem o dia a dia com os conhecimentos científicos sem que ocorra a construção de “concepções alternativas”. Souza, Akahoshi, Marcondes e Carmo (2013) interpretam essas concepções como ideias que os alunos utilizam para construir explicações e interpretações acerca do mundo em que vivem, as quais não correspondem aos conhecimentos científicos. São também denominadas como: “pré-conceitos, conceitos de senso comum, ideias intuitivas, conceitos espontâneos, concepções alternativas, preconcepções, entre outras” (Souza et al., 2013, p. 31).

Assim, devido à dificuldade de articulação do conhecimento científico com situações cotidianas, defendemos um ensino de ciências baseado na proposição de atividades que possibilitem a participação ativa dos alunos na construção dos conceitos abordados. Assim, ao refletirem sobre o porquê da utilização da experimentação no Ensino de Química, Souza et al. (2013) admitem que as atividades

experimentais são bem vistas pelos professores e, principalmente, pelos alunos. No entanto, destacam que, apesar da maioria desses sujeitos gostarem de ver cores, fumaças, movimentos, choques e explosões, a compreensão de um fenômeno observado experimentalmente exige muito mais do que apenas admirá-lo. Assim, levantam os seguintes questionamentos: “Qual o papel didático da experimentação? De que maneira ela contribui para a aprendizagem da Química?” (Souza et al., 2013).

Os autores buscam responder tais questões por meio de reflexões sobre características que circundam as atividades experimentais de natureza investigativa, enaltecendo a necessidade de reconsiderar tanto o modo como as mesmas são realizadas em sala de aula como os seus propósitos. Segundo suas ideias,

Uma aula experimental deve engajar os estudantes não apenas em um trabalho prático, manual, mas principalmente intelectual. Não basta que o aluno manipule vidrarias e reagentes, ele deve, antes de tudo, manipular ideias (problemas, dados, teorias, hipóteses, argumentos). Em outras palavras, o que se espera é que a expressão ‘participação ativa dos estudantes’, tantas vezes usada para justificar o uso de atividades experimentais nas aulas de Química e em outras atividades didáticas, passe a adquirir o significado de ‘participação intelectualmente ativa dos estudantes’ (Souza et al., 2013, p.13).

Nesse sentido, Schnetzler (2010, p. 68) enfatiza as atividades experimentais como uma estratégia que pode se tornar uma ferramenta pedagógica de grande potencial se tratada como “[...] fonte de investigação, de elaboração e testagem de hipóteses, de busca de interpretações por parte dos alunos, configurando uma relação epistemológica mais contemporânea entre teoria e experimentação”. A ideia, portanto, consiste em buscar a valorização do pensamento dos alunos de modo que se tornem agentes do próprio aprendizado, questionando, discutindo e buscando explicações para os fenômenos observados.

Diante do exposto, tomamos como objetivo, nesta pesquisa, identificar as potencialidades da utilização da experimentação de natureza investigativa para oportunizar a construção de conhecimento acerca do processo de osmose.

Na sequência, expomos as características das atividades experimentais de natureza investigativa e os fundamentos teórico-metodológicos que as estruturam, também apontamos o conceito de osmose e a sua ação nas células biológicas dos seres vivos. Este processo foi demonstrado aos alunos em uma aula de Química com a finalidade de que eles elaborassem possíveis explicações para o fenômeno observado. Por fim, apresentamos o contexto no qual realizamos esta pesquisa e os procedimentos metodológicos empregados para análise e interpretação dos dados.

Aporte teórico

No estudo realizado por Silveira (2013), foi constatado que os conteúdos de genética e citologia são os mais citados pelos alunos em relação à complexidade teórica e à dificuldade de compreensão. A autora ainda observou que essa dificuldade pode ser explicada pela abstração necessária para explicar o assunto, uma vez que não se estabelece uma relação direta entre os conceitos e a realidade.

Caballer e Giménez (1992) mencionam que um dos conceitos básicos estudados em citologias e refere à estrutura das células dos seres vivos, noção esta construída com base em observações microscópicas e bioquímicas que não fazem parte do cotidiano dos indivíduos. Por isso os autores evidenciam que o ensino tradicional tem promovido uma aprendizagem memorística. Os alunos acabam por aprender de forma superficial o funcionamento dos seres vivos devido ao fato de ainda não apresentarem um amadurecimento intelectual adequado à compreensão de processos fisiológicos, biofísicos e bioquímicos em nível celular presentes neste conteúdo.

Em relação aos conceitos abordados no estudo da estrutura e das funções das células e dos componentes celulares, a 'Osmose' é considerada a mais importante das propriedades coligativas, uma vez que a vida depende desse processo. Esse fenômeno, cujo nome vem do termo grego que indica 'empurrar', consiste no fluxo de solvente através de uma membrana para

uma solução mais concentrada, a pressão necessária para conter esse fluxo é chamada de pressão osmótica. Essa pressão, por sua vez, é originada pela diferença das concentrações de soluto dentro e fora de uma célula, assim a água passa para a solução mais concentrada no interior da célula, levando moléculas pequenas de nutrientes. Esse influxo de água garante que a célula se mantenha túrgida (inchada), ao passo que a ausência de água causa a perda da turgidez e a célula fica desidratada (Atkins & Jones, 2012).

O processo ocorre pela ação das paredes das células biológicas, as quais agem como membranas semipermeáveis que permitem a passagem de água, de moléculas pequenas e de íons hidratados, porém elas bloqueiam a passagem das enzimas e das proteínas que foram sintetizadas dentro da célula. O fenômeno pode ser demonstrado em laboratório separando-se uma solução e o solvente puro com uma membrana semipermeável, uma membrana que só permite a passagem de certos tipos de moléculas ou íons (Atkins & Jones, 2012).

Devido às discussões em torno das dificuldades apresentadas pelos alunos na articulação do conhecimento científico a respeito das funções e do funcionamento das células com situações cotidianas, nossa proposta reside na inclusão de atividades experimentais de natureza investigativa nas aulas de Química. O intuito é colocar os alunos diante de situações problemáticas que exigem uma discussão sobre os fenômenos observados, proposição de hipóteses, argumentação e busca por uma solução para o problema.

Silva e Zanon (2000) consideram as atividades práticas como uma importante estratégia no processo de aprendizagem em Ciências, pelo fato de estabelecerem relações entre a teoria e a prática. Para eles, uma maneira de explorar as potencialidades de tais atividades e também favorecer a aprendizagem de conceitos científicos é fazendo uso da experimentação investigativa.

A experimentação de natureza investigativa tem sido considerada por alguns autores (Gil-Pérez & Valdés Castro, 1996; Domin, 1999; Hodson, 2005) como uma proposta alternativa para favorecer a aprendizagem, possibilitando uma participação maior dos alunos desde a interpretação do problema até a elaboração de hipóteses e a busca de soluções plausíveis para ele. Desse modo, os alunos têm a oportunidade

de expor suas ideias prévias, construir hipóteses e reavaliá-las com base nos conceitos científicos e nos questionamentos elaborados pelo professor e pelos próprios alunos, na tentativa de solucionar o problema em questão.

Apesar da diversidade de objetivos a que experimentação atende e da sua importância para o ensino de Química, muitos professores justificam o não desenvolvimento de atividades experimentais com aspectos de infraestrutura das escolas, como ausência de reagentes e vidrarias. Gonçalves e Marques (2006) compreendem que a utilização de materiais e reagentes de baixo custo e de fácil acesso possibilita a superação dessas dificuldades materiais e aproxima do aluno a ideia de que a Química está presente no seu cotidiano.

Além disso, Mendonça e Zanon (2017) reconhecem que as atividades experimentais são tratadas, na maioria das vezes, de forma acrítica e a problemática, motivo pelo qual as autoras se referem a elas como uma 'receita de cozinha', em que o roteiro deve ser seguido à risca, com rigidez de recursos, tempo, espaço, equipamentos e colaboradores. Dessa forma, cabe aos alunos apenas seguir um plano experimental, buscando se aproximar o máximo possível dos resultados esperados. Logo, não cabe a eles a interpretação do fenômeno e a elaboração de hipóteses acerca do que foi observado (Suart & Marcondes, 2009).

Assumimos, assim como Souza et al. (2013, p. 13), que

[...] a experimentação nas aulas de Química tem função pedagógica, ou seja, ela presta-se à aprendizagem da Química de maneira ampla, envolvendo a formação de conceitos, a aquisição de habilidades de pensamento, a compreensão do trabalho científico, aplicação dos saberes práticos e teóricos na compreensão, controle e previsão dos fenômenos físicos e o desenvolvimento da capacidade de argumentação científica.

Nesses termos, para que uma atividade experimental proporcione ao aluno a reflexão sobre o fenômeno estudado, esta deve ser elaborada de forma a colocá-lo diante de uma situação problema que precisa ser solucionada com base em conceitos científicos. Em vez de buscar resultados já esperados, o aluno desenvolve argumentos para resolver a questão

proposta, uma vez que é incentivado a raciocinar sobre a situação (Suart & Marcondes, 2009).

Diante de tais evidências, compreendemos que há a necessidade de elaborar atividades experimentais pautadas na investigação, ou seja, elaboradas com base em uma situação problema, envolvendo determinado fenômeno a ser interpretado, discutido e solucionado. Esse tipo de atividade contribui para o desenvolvimento do raciocínio lógico e da criatividade dos alunos, habilidades que os capacitam a articular conceitos novos com aqueles já estabelecidos, buscando a resolução do problema (Souza et al., 2013). Vale ressaltar que, para haver construção de conhecimento por parte dos alunos, é de suma importância que o professor leve em consideração as ideias/concepções prévias dos estudantes.

Os autores ainda enfatizam que as concepções prévias podem se tornar uma barreira para a construção de conceitos e de princípios cientificamente aceitos, uma vez que são estáveis, tenazes e resistentes à mudança, pois os alunos as têm como ideias coerentes e satisfatórias de acordo com o seu ponto de vista. Logo,

[...] conhecer as concepções prévias que os alunos trazem para a sala de aula, antes do ensino de alguns conceitos, poderia auxiliar o professor na elaboração de estratégias de ensino a fim de superar as dificuldades de aprendizagem dos conceitos científicos. Além disso, poderia evitar que as concepções prévias fossem reforçadas ou até mesmo formadas durante o processo de ensino (Souza et al., 2013, p. 34).

Temos, portanto, como desafio para os professores, além da contextualização dos experimentos com o intuito de aproximar os conceitos da realidade do aprendiz, o de conhecer e utilizar as ideias/concepções prévias dos alunos a respeito das noções a serem abordadas. No entanto, como já mencionado, as atividades experimentais geralmente são orientadas por roteiros, as denominadas "receitas de cozinha" (Mendonça & Zanon, 2017), e isso não permite que o aluno compreenda a natureza do fazer científico, pois não é incentivado a perceber a construção não linear da ciência, ou seja, por um processo de investigação que requer raciocínio, elaboração de hipóteses, questionamentos, construção,

desconstrução e reconstrução de conceitos na busca pela resolução de problemas que precisam ser solucionados (Gil-Perez, et al., 1999).

Procedimentos metodológicos

Os dados desta pesquisa são provenientes das intervenções de um estagiário do 8º período do curso de Licenciatura em Química de uma instituição pública de ensino superior, localizada na cidade de Londrina, PR. Eles foram coletados pelo estagiário durante a realização de atividades propostas na disciplina Estágio Supervisionado em uma turma do 2º ano de um curso Técnico em Química. A classe era constituída por 21 alunos de uma escola da rede pública de ensino. Entre tais atividades estão o planejamento e o desenvolvimento de aulas teóricas e experimentais, sendo as últimas o contexto desta investigação.

Para a elaboração e o desenvolvimento de aulas experimentais, a proposta da professora-formadora consistiu na realização de uma atividade de natureza investigativa, utilizando materiais de baixo custo e de fácil acesso. O conteúdo químico a ser trabalhado foi definido de acordo com o que estava sendo trabalhado pelo professor da escola. Como o conteúdo era 'Soluções', mais precisamente a classificação de soluto e solvente e os tipos de soluções, optou-se por trabalhar a parte referente às unidades de concentração por meio de uma atividade experimental acerca dos conceitos envolvidos no processo de osmose.

Dado que se tratava de uma atividade experimental de natureza investigativa, foi elaborado pelo estagiário sob orientação da professora-formadora um roteiro experimental composto por duas situações-problema relacionadas a ocorrências cotidianas que podem ser explicadas a partir do processo de osmose, como apresentado no quadro 1:

Quadro 1 - Atividade experimental: investigando o processo de osmose

Situação Problema 1

Uma salada de alface foi temperada com vinagre e sal e, posteriormente, adicionou-se o azeite. Após determinado tempo as folhas de alface murcharam. Por que isso ocorreu?

Situação Problema 2

Em alguns manuais de sobrevivência podemos encontrar a seguinte afirmação: "É melhor beber urina do que água do mar". Como você interpreta essa afirmação?

Materiais e reagentes:

Folha de alface; Sal de cozinha; Açúcar; Batatas; Solução supersaturada de açúcar.

Procedimentos:

1- Coloque uma folha de alface em um recipiente (prato ou vasilha) e adicione sal sobre a mesma.

Observe o que ocorreu após alguns minutos e anote suas observações;

2- Corte duas batatas ao meio e com o auxílio de uma colher (sobremesa) faça uma pequena incisão (cavidade) em três das metades disponíveis. Faça também um corte no fundo de cada metade para que fiquem fixas na superfície (prato ou bandeja).

Em seguida, seque cada metade das batatas com um guardanapo de papel e adicione um pouco de sal de cozinha na incisão de uma delas e açúcar em outra. A terceira metade será utilizada como controle. Após alguns minutos observe o que ocorreu em cada uma das metades das batatas e anote suas observações;

3- Mergulhe um ovo em uma solução supersaturada de açúcar e outro em água pura e observe o que ocorreu após alguns minutos. Anote suas observações.

Obs.: os ovos utilizados nesta etapa haviam permanecido anteriormente imersos em solução de vinagre branco por 72 horas com o objetivo de que as cascas dos mesmos fossem consumidas de modo que os ovos ficassem envolvidos apenas por uma membrana, a qual permite a ocorrência do processo de osmose quando os ovos são mergulhados em soluções com alta concentração de soluto. Os experimentos devem ser realizados um seguido do outro e reservados para que os alunos acompanhem cada mudança ocorrida na folha de alface, nas batatas e nos ovos.

Questões pós-laboratório:

Experimento da folha de alface: O que ocorreu com a alface? O que a fez murchar? Por quê? O que significa murchar?

Experimento das batatas: O que você observou nas três batatas? Por que as batatas em que foram adicionados sal e açúcar estão chorando? De onde surgiu essa água nas incisões das batatas? Por que a batata controle não chorou?

Experimento dos ovos: Por que os ovos foram mergulhados anteriormente em solução de vinagre? Por que eles ficaram com aspecto "borrachudo"? O que você observou no ovo que foi mergulhado em solução de água e açúcar e no ovo mergulhado somente em água? Por que o ovo mergulhado em solução de água e açúcar parece menor?

Fonte: A pesquisa

Segundo Souza et al. (2013), uma situação-problema deve interessar aos alunos, levando-os a buscar informações e propor hipóteses para solucioná-la. O processo deve ser mediado pelo

professor, uma vez que os alunos utilizam o conhecimento que já possuem acerca do fenômeno investigado e as informações fornecidas pelo docente para elaborar soluções para o problema em questão. Assim, tais situações serviram de ponto de partida para a elaboração de hipóteses por parte dos alunos, hipóteses essas consideradas como sendo as ideias/concepções prévias que eles têm a respeito do processo de osmose. Por isso, em uma aula anterior à realização da atividade, foi solicitado pelo estagiário que os alunos respondessem a essas questões por escrito.

Por conseguinte, deu-se andamento à atividade experimental com três experimentos que possibilitavam a compreensão do processo de osmose, o que era necessário para a solução do problema. Ao guiar uma discussão em torno do que foi observado pelos alunos em cada experimento, o estagiário mediu a elaboração de explicações plausíveis para os fenômenos observados, ou seja, soluções para as situações-problema. Em seguida, solicitou que eles novamente respondessem os problemas por escrito, só que desta vez embasados no que haviam observado experimentalmente e nas discussões ocorridas durante a aula. As respostas fornecidas pelos alunos às situações antes e após a atividade experimental representam os dados analisados e interpretados nesta pesquisa.

Análise dos dados

Os pressupostos metodológicos de análise que nortearam esta pesquisa estão pautados na análise de conteúdo (AC), organizada em três fases: 1) pré-análise; 2) exploração do material; 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação (Bardin, 2011).

De acordo com Bardin (2011), a pré-análise é desenvolvida para sistematizar as ideias iniciais colocadas pelo referencial teórico e estabelecer indicadores para a interpretação das informações coletadas. A autora ainda divide essa fase em 4 etapas, a saber: a) leitura flutuante, que consiste no primeiro contato com os documentos da coleta de dados e refere-se ao momento em que se começa a conhecer os textos; b) escolha dos documentos, ou seja, definição do *corpus* de análise; c) formulação das hipóteses e objetivos com base na leitura inicial dos dados; d) elaboração de indicadores, realizada com o intuito de interpretar o material coletado (Bardin, 2011).

Após realizarmos uma leitura flutuante das respostas dos alunos às situações-problema, percebemos que apenas oito deles responderam antes e após a realização da atividade experimental. Por isso, o *corpus* de análise desta pesquisa constituiu-se pelas respostas dadas por estes 8 alunos, visto que nosso intuito era verificar a construção de conhecimentos acerca do processo de osmose após a realização da atividade experimental investigativa.

Na fase de exploração do material, o pesquisador construiu as operações de codificação, levando em conta os recortes dos textos em unidades de contexto, a definição de regras de contagem e a classificação e agregação das informações em categorias simbólicas ou temáticas (Bardin, 2011). De acordo com Bardin (2011, p. 137), “a unidade de contexto serve de unidade de compreensão para codificar a unidade de registro e corresponde ao segmento da mensagem, que permite compreender a significação exata da unidade de registro”. O processo de categorização consiste em agrupar os elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação, ou seja, agrupar as unidades de análise de acordo com as semelhanças entre eles e critérios definidos (Bardin, 2011).

Para não descaracterizar as unidades de registro optamos por considerar como unidades de análise as respostas completas dadas a cada questão, as quais foram posteriormente agrupadas em categorias de acordo com as semelhanças entre seus conteúdos. Assim, para análise e interpretação dos resultados desta pesquisa, pautamo-nos em categorias definidas *a posteriori*.

Já a codificação foi estabelecida da seguinte forma: as situações-problema foram denominadas de questão 1 e questão 2. Aquelas respondidas anteriormente à realização da atividade experimental foram chamadas de questões iniciais (QI) e as respondidas após o desenvolvimento foram chamadas de questões finais (QF). Quanto à especificação das situações, indicamos o número referente a cada uma delas após o código estabelecido: QI(1) e QI(2) para as questões iniciais e QF(1) e QF(2) para as questões finais.

Por fim, a autora explica que a fase de interpretação dos dados consiste no momento no qual o pesquisador retorna ao referencial teórico para embasar suas análises e dar sentido à interpretação (Bardin, 2011). Essa fase da análise foi realizada por meio do confronto entre

respostas por nós elaboradas (esperávamos que os alunos também elaborassem) e as respostas por eles fornecidas, com a finalidade de dar sentido à interpretação dos dados.

Resultados e discussão

Após realizarmos uma leitura mais aprofundada do conteúdo das respostas dos alunos, identificamos três categorias referentes à primeira questão e duas à segunda questão, tanto para as iniciais quanto para as finais. Por isso, aos códigos estabelecidos para as questões foi adicionada uma numeração relativa a cada categoria. Logo, os códigos das categorias ficaram representados da seguinte forma: QI(1).1, QI(1).2 e QI(1).3 para as três categorias da questão 1 e QI(2).1 e QI(2).2 para as duas categorias da questão 2, pertencentes às questões iniciais. Já em relação às questões finais, os códigos QF(1).1, QF(1).2 e QF(1).3 representam as três categorias da questão 1 e QF(2).1 e QF(2).2 as duas categorias da questão 2.

Além disso, na busca por embasamento para a análise e interpretação dos dados desta pesquisa, elaboramos duas respostas com base no que encontramos nos livros didáticos a respeito do processo de osmose, as quais consideramos adequadas à compreensão dos conceitos envolvidos em tal processo, a saber:

Questão 1: “Uma salada de alface foi temperada com vinagre e sal e, posteriormente, adicionou-se o azeite. Após determinado tempo, as folhas de alface murcharam. Por que isso ocorreu?”

Resposta esperada: o fenômeno que explica o fato de a alface ter murchado é chamado de osmose. Nesse processo, as moléculas de um solvente (água) atravessam uma membrana semipermeável, de um meio menos concentrado para outro mais concentrado, para ajudar a controlar o gradiente de concentração de sais nas células e garantir que elas permaneçam túrgidas e não sofram desidratação. Ao se adicionar sal à salada, o meio externo ficou mais concentrado que o meio interno, provocando a perda de água pelas células da folha de alface, por isso elas murcharam.

Questão 2: “Em alguns manuais de sobrevivência, podemos encontrar a seguinte afirmação: “É melhor beber urina do que água do mar”. Como você interpreta essa afirmação?”

Resposta esperada: quando comparada à água do mar, a urina apresenta menor

quantidade de sal. Logo, se ingerirmos essa água, a quantidade de sal presente irá se espalhar pelo nosso organismo aumentando a concentração de soluto fora das células. Assim, as células do nosso organismo se desidratarão por meio do processo de osmose, ou seja, perderão água para o meio externo, que se encontrará mais concentrado, o que pode ocasionar problemas de saúde como diarreia, dor de cabeça, entre outros.

Por conseguinte, apresentamos a seguir a interpretação e discussão das respostas obtidas para as questões iniciais e para as finais.

Questões iniciais

A Tabela 1 refere-se à questão 1 e ilustra uma breve descrição das categorias que emergiram durante o movimento de agrupamento das respostas a partir dos códigos estabelecidos, bem como o número de respostas alocadas em cada categoria e alguns exemplos.

Tabela 1 – Categorização das respostas dos alunos referentes à questão 1

Categorias	Descrição	Nº	Exemplos
QI(1).1	Respostas que relacionam o fato de a alface murchar pela acidez do vinagre.	2	Porque o vinagre é ácido e em contato com a alface, corroeu murchando-o.
QI(1).2	Respostas que relacionam o fato de a alface murchar por fatores que influenciam na velocidade das reações.	5	Porque a reação ocorreu mais rápido, e as moléculas se chocaram, o vinagre é como o catalisador acelerando a reação e com a temperatura elas murcharam.
QI(1).3	Respostas que relacionam o fato da alface murchar pela adição de azeite e sal.	1	Porque a solução de óleo e sal cozinhou a salada.

Fonte: os autores.

É possível constatar que as respostas alocadas nas categorias QI(1).1 e QI(1).2 não apresentaram evidências de que os alunos relacionaram o fato de a alface murchar devido ao processo de osmose. Além disso, pode-se observar que os alunos buscaram formular respostas com base em conceitos químicos, como a característica ácida de algumas substâncias e os fatores que podem alterar a velocidade das reações, o que pode ser

justificado pela circunstância de esses conteúdos terem sido trabalhados recentemente nas disciplinas de Química Geral e Físico-Química, pertencentes à grade curricular do curso.

Com relação à categoria QI(1).1, composta por duas respostas, é perceptível que os alunos buscaram explicar o fenômeno observado na folha de alface relacionando-o ao processo de corrosão causado por algumas substâncias ácidas, o que poderia ser justificado pela presença de ácido acético na composição do vinagre. Para a categoria QI(1).2, que concentra o maior número de respostas (62,5%), constatamos explicações com base nos conceitos envolvidos na Teoria das Colisões estudada em Cinética Química, pelo fato de terem relacionado a temperatura e a presença de um catalisador como fatores que influenciaram na velocidade da reação, murchando a folha de alface.

Diante dessas constatações, podemos inferir que as respostas alocadas em ambas as categorias não apresentaram explicações com base nos conceitos relacionados ao processo de osmose, o que nos leva a considerá-las como inadequadas à compreensão do fenômeno da desidratação da folha de alface.

Em relação à categoria QI(1).3, composta por apenas uma resposta, percebemos que o aluno buscou construir um argumento com base em situações vivenciadas em seu cotidiano, uma vez que é comum ouvirmos as pessoas dizerem que se deve temperar a salada no momento exato do consumo para evitar que as folhas de alface “cozinhem”. Além disso, esse aluno relacionou o fenômeno observado com a adição de sal e óleo à salada, o que pode nos levar a inferir que essa foi a única resposta que poderia ser re(elaborada) para explicar o que realmente ocorreu na folha de alface.

No que diz respeito à segunda questão, a formulação de uma justificativa plausível para a afirmação “É melhor beber urina do que água do mar” exigia dos alunos uma compreensão da relação entre as concentrações de sal na água do mar e na urina. Assim, construímos a Tabela 2 com uma descrição das categorias que emergiram durante a análise das respostas fornecidas à referida questão, o número de respostas alocadas em cada categoria e exemplos.

Tabela 2 – Categorização das respostas dos alunos referentes à questão 2

Cate- gorias	Descrição	N º	Exemplos
QI(2).1	Respostas que relacionam a diferença de concentração de sal na água do mar e na urina.	5	Por causa da concentração de sal na urina ser menor do que a concentração de sal no mar.
QI(2).2	Respostas que relacionam a água do mar e a urina à saúde e à contaminação, sem mencionar a diferença de concentração de sal entre as duas.	3	Água do mar ela tem mais bactérias mais contaminação do que a urina.

Fonte: os autores

As cinco respostas alocadas na categoria QI(2).1 apontam a diferença entre a concentração de sal na água do mar e na urina. Consideramos que se aproximaram em parte da resposta por nós esperada, porque os alunos buscaram justificar a viabilidade de beber a urina ou a água do mar com base em conceitos químicos aceitos cientificamente, uma vez que mencionaram a definição de concentração em suas respostas. No entanto, nenhuma resposta apresentou explicações sobre o efeito causado no organismo dos seres vivos se consumissem essas soluções, nem mesmo qual delas poderia acarretar maior desidratação nas células, ou seja, não construíram um argumento para a viabilidade do consumo de uma delas com base no processo de osmose.

Já as respostas alocadas na categoria QI(2).2 relacionam a viabilidade em se consumir a água do mar ou a urina com base na saúde dos seres vivos. Percebemos, portanto, que os alunos entenderam que essas soluções podem ser prejudiciais à saúde em função da presença de bactérias, ou seja, consideram-nas como soluções contaminadas. Verificamos ainda que em nenhum momento os alunos mencionaram a concentração de sal presente nas soluções, muito menos a relacionaram a uma possível desidratação das células dos seres vivos, isto é, não fizeram menção ao processo de osmose.

Questões finais

A Tabela 3 refere-se à questão 1 e ilustra uma breve descrição das categorias que emergiram durante o movimento de agrupamento das respostas com base nos códigos estabelecidos, o número de respostas alocadas em cada categoria e alguns exemplos.

Tabela 3 – Categorização das respostas dos alunos referentes à questão 1

Categorias	Descrição	Nº	Exemplos
QF(1).1	Respostas que fazem referência à osmose, apresentando como argumento apenas a diferença de concentração entre os meios.	4	Pela osmose, a solução com menor concentração vai para maior concentração, como o vinagre a concentração é maior, a alface irá murchar.
QF(1).2	Respostas que fazem referência à osmose, atribuindo como argumento somente a presença da membrana semipermeável.	2	Porque o sal desidrata a alface, o solvente passa pela membrana semipermeável da célula do vegetal, pela a osmose.
QF(1).3	Respostas que fazem referência à osmose, relacionando a diferença de concentração entre os meios à passagem de solvente pela membrana semipermeável.	2	A água das células da alface através das membranas se deslocou para o sal, isso aconteceu por ter deslocado do meio menos concentrado para o mais concentrado chamado de osmose.

Fonte: os autores.

Quando comparadas às respostas dadas à primeira questão das questões iniciais, foi possível observar que a atividade experimental possibilitou aos alunos a formulação de respostas mais coerentes, ou seja, mais próximas daquelas por nós esperadas. Além disso, a maioria das respostas mencionam a diferença de concentração entre os meios como o fator responsável pelo fato de a folha de alface murchar, princípio essencial à compreensão do processo de osmose. Essas respostas compreenderam 75% dos alunos participantes da pesquisa, dispostas nas categorias QF(1).1 e QF(1).3. Esse fato pode ser justificado pelos estudos de Martins (2004) que apontam a tendência apresentada pelos alunos de focar suas respostas em um nível mais abstrato, explicando

o fenômeno observado do ponto de vista da diferença de concentração entre os meios.

Já as respostas que mencionam a presença de uma membrana semipermeável compreendem 50% dos alunos participantes da pesquisa e estão alocadas nas categorias QF(1).2 e QF(1).3. Podemos atribuí-las ao procedimento que retratou o processo de osmose ocorrido em um ovo mergulhado em solução supersaturada de açúcar. O ovo havia permanecido imerso anteriormente em vinagre branco e teve sua casca consumida, possibilitando a visualização da membrana que o envolvia. Esse procedimento, por sua vez, ilustrou a existência da membrana semipermeável que reveste as células biológicas, sendo então possível explicar aos alunos a função dessa membrana em todas as células, inclusive nas células da folha de alface.

Por fim, a categoria QF(1).3 foi composta por duas respostas que mencionam a passagem das moléculas de um solvente do meio menos concentrado para o mais concentrado através de uma membrana. Isso nos leva a inferir que 25% dos alunos compreenderam a existência de uma membrana que permite a passagem de substâncias de um meio para o outro. Interpretamos, dessa forma, que esses alunos conseguiram romper com suas concepções alternativas e buscaram embasar suas respostas nos conceitos envolvidos no processo de osmose.

Para dar sequência à discussão, elaboramos a Tabela 4. Ela apresenta uma descrição das categorias que emergiram durante a análise das respostas à questão 2, o número de respostas alocadas em cada categoria e exemplos.

Tabela 4 – Categorização das respostas dos alunos referentes à questão 2

Categorias	Descrição	Nº	Exemplos
QF(2).1	Respostas que enfatizam a maior concentração de sal na água do mar, porém não fazem referência à presença de membrana ou à osmose propriamente dita.	5	A concentração de sal na urina é bem menor do que a concentração de sal na água do mar, sendo menos nocivo à saúde.
QF(2).2	Respostas que enfatizam a maior concentração de sal na água do mar e apresentam explicações com base nos conceitos do processo de	3	A água do mar é mais salgada que a água da urina, em caso de beber a água do mar poderá ocorrer a osmose no seu

	osmose.	corpo deslocando a água de seu corpo por meio de uma membrana semipermeável até a célula do seu intestino por estar mais concentrado o sal.
--	---------	---

Fonte: Os autores.

Com relação às respostas alocadas na categoria QF(2).1, que compreendem 62,5% dos alunos participantes da pesquisa, pudemos observar que, apesar de mencionarem maior concentração de sal na água do mar, quando comparada à urina, elas não relacionam o processo osmótico aos efeitos causados nas células biológicas pela ingestão da água do mar. Os alunos citavam que essa ingestão era nociva à saúde, no entanto não explanavam os danos causados por ela no organismo dos seres vivos.

Diversos autores (Driver, 1988; Bastos, 2002; Fernandes, Campos & Marcelino Jr, 2010) comentam que as concepções alternativas são bastante estáveis e resistentes à mudança e que muitas vezes persistem ao longo dos anos de ensino formal. Entretanto, não podemos desprezar o fato de que esses alunos estabeleceram relações de uma situação contextualizada com a variação de concentração sem cometer erros conceituais. De acordo com Vieira, Figueiredo Filho e Fatibello Filho (2007), a absorção da água pelas células está estritamente relacionada com a concentração dos solutos no processo de osmose.

Podemos inferir que, embora as respostas elaboradas não estivessem totalmente adequadas à resposta esperada, houve sinais de evolução conceitual por parte desses alunos. Não podemos afirmar que eles substituíram essas ideias pelos conceitos científicos sobre o processo de osmose, mas elaboraram hipóteses para explicar os fenômenos com base nos conceitos científicos apresentados pelo professor e discutidos durante a atividade. Nesse sentido, pautamos nossas inferências na noção de perfil conceitual de Mortimer (1996): as ideias prévias podem permanecer na estrutura cognitiva dos alunos e conviver com explicações científicas, cada qual sendo utilizada em diferentes contextos.

No que se refere à categoria QF(2).2, composta por três respostas, percebemos que os alunos relacionaram os fenômenos observados ao processo de osmose e elaboraram respostas com base em argumentos que enfatizaram o efeito causado por tal processo nas células biológicas: a diferença de concentração entre os meios e a passagem de moléculas de um solvente através de uma membrana. É importante destacar que, quando essa mesma questão foi proposta anteriormente à atividade experimental investigativa, nenhum aluno conseguiu responder com base em conhecimentos cientificamente aceitos, apenas embasados em concepções alternativas ligadas ao cotidiano.

Nesse caso, percebemos que os alunos pautaram suas respostas nas discussões acerca dos conceitos envolvidos no processo de osmose explanados pelo estagiário durante a realização da atividade. No entanto, isso não significa que houve um rompimento com as ideias prévias seguido da incorporação de ideias cientificamente aceitas, mas sim uma re(interpretação) dos fenômenos observados à luz dos conceitos científicos.

Considerações finais

Constatamos que as respostas fornecidas às situações-problema apresentadas antes da realização do procedimento experimental foram de suma importância para a identificação das ideias/concepções prévias dos alunos a respeito dos conceitos envolvidos no processo de osmose. Apesar de não estarem coerentes com as repostas esperadas, foi possível perceber que os alunos buscaram elaborar suas respostas com base em conteúdos químicos já estudados e em situações do seu cotidiano, o que nos permite entendê-los como sujeitos do seu próprio processo de aprendizagem.

Já a análise das respostas dadas às situações-problema após a realização da atividade experimental indica que esta possibilitou a formulação de respostas mais coerentes para primeira situação, a que apresenta a relação do processo da osmose com a salada de alface. É bem possível que isso se dê pelo fato de se tratar de uma ocorrência mais corriqueira no contexto dos alunos, mais comentada pelas pessoas que dele fazem parte.

Consideramos que a atividade desenvolvida apresentou um potencial considerável no que tange à elaboração de ideias acerca do processo

de osmose. Apesar de não podermos afirmar que os alunos abandonaram suas concepções prévias e as substituíram por ideias científicas, reconhecemos que as discussões ocorridas ao longo da atividade em torno dos fenômenos observados possibilitaram a (re)interpretação do que foi observado e a (re)elaboração das ideias apresentadas anteriormente por parte dos alunos. Dessa forma, consideramos que a atividade favoreceu a reelaboração das ideias prévias com base no conhecimento científico apresentado pelo professor, o que acarreta uma evolução no seu perfil conceitual.

Com isso, fica evidente a necessidade de se problematizar os conteúdos químicos por meio de atividades que possibilitem a (re)elaboração das concepções prévias por parte dos alunos. Para isso, é preciso que o professor identifique tais concepções e atue como mediador, guiando discussões embasadas em conceitos científicos que possibilitem essa (re)elaboração, tornando os alunos agentes do seu próprio aprendizado. Defendemos, portanto, a incorporação de atividades experimentais investigativas, pois são estratégias de ensino que favorecem uma ação intelectualmente ativa dos alunos.

Referências

- Atkins, P. W., & Jones, L. (2012). *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Rio de Janeiro, RJ: LTC Editora.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Bastos, F. (2002). Construtivismo e ensino de ciências. In: R. Nardi (Org.), *Questões atuais no ensino de ciências*. (p. 9-25). São Paulo, SP: Escrituras.
- Caballer, M. J., & Jiménez, I. (1992). Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 172-180.
- Christianson, R. G. (1999). Comparison of students learning about diffusion and osmosis in constructivist and traditional classrooms. *International Journal of Science Education*, 21(6), 687-698.
- Domin, D. S. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 543-547.
- Arrigo, V., Anjos, L. C. G., Assai, N. D. S., Lorencini Jr., A.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2) 109-120.
- Fernandes, L. S., Campos, A. F., & Marcelino Jr, C. A. C. (2010). Concepções alternativas dos estudantes sobre ligação química. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(5), 19-27.
- Friedler, Y., Amir, R., & Tamir, P. (1987). High school students' difficulties in understanding osmosis. *International Journal of Science Education*, 9(5), 541-551.
- Gil-Pérez, D., & Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio con investigación: Um ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de Las Ciencias*, 14(2), 155-163.
- Gonçalves, F. P., & Marques, C. A. (2006). Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no Ensino de Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(2), 219-238.
- Hodson, D. (2005). Teaching and Learning Chemistry in the Laboratory: A Critical Look at the Research. *Educación Química*, 16(1), 30-38.
- Martins, C. M. de C. (2004). *Explicações de estudantes do ensino médio sobre o murchar de uma folha de alface temperada: evidências de mudança de teoria-em-uso* (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Mendonça, J. R., & Zanon, D. A. V. (2017). Experimentos investigativos a partir da temática refrigerante no ensino de Ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, 12(3), 43-55.
- Mortimer, E, F. (1996). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(1), 20-39.
- Odom, A. L. (1995). Secondary & College Biology students' Misconceptions About Diffusion & Osmosis. *The American Biology Teacher*, 57(7), 409-415.
- Panizzon, D., & Pegg, J. (2002). Students' alternative conceptions in osmosis: is a cognitive structure identifiable? In: *Anais do National*

*Associations for Research in Science Teaching
Conference*. New Orleans, LA.

Schnetzler, R. P. (2010). Alternativas didáticas para a formação docente em Química. In A. Dalben, J. Diniz, L. Leal, & L. Santos. (Orgs.). *Coleção Didática e Prática de Ensino* (p. 149-166). Belo Horizonte: Autêntica.

Silva, L. H. A., & Zanon, L. B. (2000). A experimentação no ensino de ciências. In R. P. Schnetzler, & R. M. R Aragão (Orgs.). *Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens* (p. 120-153). Piracicaba, SP: Capes/Unimep.

Silveira, M. L. (2013). *Dificuldades de aprendizagem e concepções alternativas em biologia: a visão de professores em formação sobre o conteúdo de citologia* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Souza, F. L., Akahoshi, L. H., Marcondes, M. E. R., & Carmo, M. P. (2013). *Atividades experimentais investigativas no ensino de química*. São Paulo, SP: Setec/MEC.

Suart, R. C., & Marcondes, M. E. R. (2009). A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição*, 14(1), 50-74.

Vieira, H. J., Figueiredo Filho, L. C. S., & Fatibello Filho, O. (2007). Um experimento simples e de baixo para compreender a osmose. *Química Nova na Escola*, 26, 40-43.

Recebido: 03/07/2017

Aceito: 28/09/2017