

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Adriana de Oliveira Gomes

*INVESTIGANDO OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS
QUE SE INTERPÕEM AO PROCESSO DE COMPREENSÃO
DO TEMA OSMOSE*

Ouro Preto

2013

Adriana de Oliveira Gomes

*INVESTIGANDO OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS
QUE SE INTERPÕEM AO PROCESSO DE COMPREENSÃO
DO TEMA OSMOSE*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Kristianne Lina Figueirêdo

Ouro Preto

2013

Adriana de Oliveira Gomes

*INVESTIGANDO OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS
QUE SE INTERPÕEM AO PROCESSO DE COMPREENSÃO
DO TEMA OSMOSE*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Química.

Prof. Msc. Kristianne Lina Figueirêdo (Orientadora) - UFOP

Prof. Dra. Paula Cristina Cardoso Mendonça- UFOP

Prof. Dra. Mônica Maria Farid Rahme- UFOP

Prof. Msc. Diego Luiz Nunes- UFOP

Ouro Preto, 16 de Abril, de 2013.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por acreditarem em meu sonho, apoiando-me em todos os momentos desta jornada.

Aos meus irmãos, pelo companheirismo e pelas palavras de carinho e incentivo.

Ao meu namorado, por me passar tranquilidade e coragem nestes anos, me incentivando em todos os momentos.

A minha querida professora Kristianne, agradeço pela amizade, paciência, pelas discussões na orientação e apoio em todos os momentos dessa caminhada. Meu muito obrigada.

À professora Paula, pelas oportunidades, pelo carinho, incentivo e amizade. Meu muito obrigada.

A todos os professores que me incentivaram e me deram forças em todos os momentos desta longa caminhada.

Aos meus colegas de classe, pela rica troca de experiências.

A todos que de alguma forma, contribuíram para essa construção. Meu muito obrigada.

EPÍGRAFE

“O que sabemos é fruto da desilusão com aquilo que julgávamos saber;
o que somos é fruto da desilusão com o que julgávamos ser.”

(Gaston Bachelard, 1970)

RESUMO

Neste trabalho, pretendemos compreender as dificuldades encontradas por alunos e professores no processo de ensino e aprendizagem de osmose, uma vez que esta questão vem sendo pouco explorada pela literatura. Neste sentido, relataremos o desenvolvimento de uma pesquisa que possui como objetivo responder as seguintes questões de pesquisa:

- Quais os obstáculos existentes no processo de compreensão de estudantes do ensino médio do tema Osmose?
- Como esses obstáculos se relacionam com as especificidades desse tema?

Para isso, foram aplicados questionários a uma amostra de 30 alunos, sendo esses estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular da região de Ouro Preto. Esses alunos já haviam concluído o estudo referente ao processo de Osmose.

Através da análise dos dados, concluímos que boa parte dos estudantes estabeleceram em suas respostas os Obstáculos Epistemológicos selecionados nesse trabalho. Por outro lado, percebemos que, para que os estudantes compreendessem os aspectos explorados nesse trabalho, eles precisariam transitar entre os níveis macro e submicro. Além disso, percebemos que por se tratar de um fenômeno do cotidiano, os estudantes utilizaram várias concepções espontâneas sobre o tema que muitas vezes adaptaram as novas informações à realidade e ou às ideias iniciais, levando-os a formular explicações alternativas para o processo de Osmose.

A partir dos resultados encontrados, propomos alguns questionamentos referentes ao processo de ensino, sendo um grande desafio para os docentes, pois quando analisamos os materiais didáticos disponíveis, a abordagem tradicional desse conteúdo e o conhecimento desenvolvido pelos alunos, percebemos que esse tema é tratado e compreendido com superficialidade, conduzindo a uma aprendizagem deficiente, limitada e, muitas vezes, confusa.

Sumário

1. MOTIVAÇÃO	8
2. CONTEXTUALIZAÇÃO	10
3. INTRODUÇÃO	13
3.1 ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA	13
3.1.1 MODELO CONSTRUTIVISTA X MODELO TRADICIONAL	13
3.1.2 ESPECIFICIDADES DO ENSINO DE QUÍMICA E OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS DE BACHELARD	15
3.2 OSMOSE: A DIFUSÃO DESSE CONCEITO	20
4. OBJETIVO	23
5. METODOLOGIA	24
5.1 AMOSTRA	24
5.2 COLETA DE DADOS	24
5.3 ANÁLISE DOS DADOS	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
7. CONCLUSÕES	52
8. IMPLICAÇÕES	55
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
10. APÊNDICES	58
10.1. QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES	58
10.2. CATEGORIZAÇÃO:	63

1. MOTIVAÇÃO

O desenvolvimento desse trabalho percorreu uma série de caminhos distintos até se concretizar nessa versão final. Por isso, nessa seção vou falar um pouco sobre a história da primeira proposta e na seção seguinte irei contextualizar as modificações que surgiram ao longo do processo de realização da pesquisa.

Foi através de um questionário aplicado no segundo semestre de 2010, em uma turma do ensino médio de uma Escola Estadual de Mariana-MG, que surgiu meu interesse em pesquisar sobre as dificuldades de aprendizagem dos estudantes a respeito do tema Osmose.

Na ocasião, eu estava realizando meu primeiro Estágio Supervisionado no curso de Licenciatura em Química, juntamente com um colega da turma, e a proposta de nossa intervenção, em um *primeiro momento*, consistia de uma atividade experimental com caráter investigativo sobre o conteúdo de Osmose. Ao longo das aulas, ainda foram realizadas discussões a respeito de aspectos da natureza do conhecimento científico.

Em um *segundo momento*, nossa intervenção consistiu na aplicação de um questionário sobre o tema Osmose, através do qual pretendíamos sondar os conceitos desenvolvidos ou não pelos estudantes sobre esse assunto, bem como suas possíveis concepções alternativas.

Após a leitura e análise dos questionários respondidos pelos estudantes, identificamos que estes últimos utilizavam expressões como “o sal suga a água da alface”, “o sal desidrata a folha por Osmose” etc. o que, de acordo com a literatura, poderíamos classificar como sendo concepções animistas e substancialistas da matéria por parte dos alunos. Entretanto, nosso conhecimento pessoal de alguns alunos, nos inquietou quanto a essas possíveis conclusões e nos levou a refletir que tais expressões poderiam se tratar de limitações da linguagem.

Diante disso, fiquei entusiasmada em saber quais eram as concepções alternativas definidas pela literatura da área em relação a este tema ou ainda, qual seria a interferência da linguagem química nesse processo de aprendizagem.

Não tendo encontrado bibliografia que discutisse diretamente esse assunto, me surgiram vários questionamentos como: o que levou os estudantes a responder as questões desta forma? Quais pensamentos e/ou concepções estariam por trás de tais respostas? Será que eu estava entendendo adequadamente o que eles queriam dizer em suas respostas?

Refletindo sobre essas questões, percebi que somente a partir dos questionários as mesmas não poderiam ser respondidas, pois me faltavam dados importantes como, por

exemplo, as características do processo de ensino vivenciado pelos alunos, seus conhecimentos prévios (anteriores as aulas sobre Osmose), o perfil do professor, bem como esclarecimentos de algumas respostas através de entrevistas.

Nesse contexto, resolvi pesquisar mais sobre o processo de ensino e de aprendizagem sobre o tema Osmose nas aulas de química. Tal pesquisa culminou nesse trabalho de conclusão de curso, considerando-se algumas significativas mudanças de direções.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

Primeiramente, eu e minha orientadora (que, no caso, foi a professora do estágio que comentei inicialmente) resolvemos investigar as Concepções Alternativas¹ sobre Osmose de alunos do 2º ano do Ensino Médio em 3 Escolas da região de Ouro Preto.

Com as Escolas estabelecidas, resolvemos discutir as questões e revisar o questionário usado anteriormente, culminando em um contendo 7 questões discursivas, tal que 4 questões eram de interpretação do conceito de Osmose, com a finalidade de perceber quais seriam as dificuldades de compreensão e entendimento do tema, caso existisse.

Além da interpretação, o estudante foi solicitado a realizar uma avaliação do item como fácil, médio, difícil, para que pudéssemos relacionar sua resposta com o grau de dificuldade que o próprio estudante atribuía à questão.

As últimas 3 questões solicitavam que o estudante relatasse as maiores dificuldades encontradas durante o desenvolvimento da atividade, bem como explicitassem o que favoreceu sua aprendizagem do tema abordado. Mais uma vez, o propósito aqui era encontrar justificativas para as possíveis dificuldades dos alunos.

Optamos fazer a pesquisa através de questionários porque o tempo necessário para se coletar dados com entrevistas semiestruturadas seria insuficiente para este trabalho de conclusão de curso e através destes questionamentos poderíamos constatar algumas dificuldades enfrentadas pelos estudantes.

Anteriormente à aplicação do questionário com os estudantes, decidimos realizar entrevistas semiestruturadas com os professores no intuito de estabelecer relações entre os processos de ensino e aprendizagem, as abordagens e os métodos utilizados, e/ou quais respostas os docentes acreditavam que os estudantes pudessem ter em relação ao questionário que seria proposto. Feito isso, partimos para a aplicação do questionário em 2 das Escolas (particulares), num primeiro momento, devido a 3ª Escola (Pública) estar em greve.

Após a aplicação do questionário, fizemos uma pré- análise do mesmo e percebemos que as respostas dos estudantes eram bem diversas, tal que para que pudéssemos concluir a respeito

¹ Concebemos que as concepções alternativas são conhecimentos estabilizados pelos estudantes e que são incoerentes com o conhecimento científico.

de Concepções Alternativas precisaríamos de uma amostra muito maior e isso seria inviável para uma pesquisa de Monografia.

Então, resolvemos mudar o foco dessa pesquisa para Dificuldades de Aprendizagem do tema Osmose. Resolvemos também, ficar apenas com 2 Escolas, já que a 3ª não seria viável devido a situação citada acima.

Com esse novo planejamento, decidimos analisar os questionários respondidos pelos alunos relacionando o processo de aprendizagem com o processo de ensino, as entrevistas com os professores e análise do material didático. Nessa fase, sentimos falta de um referencial teórico que explicitasse todos os aspectos que considerávamos relevantes sobre o tema osmose, por isso, resolvemos elaborar uma unidade didática de ensino que favorecesse os docentes no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Osmose e os principais conteúdos que seriam importantes no processo de construção do conhecimento com os estudantes no momento da abordagem do tema. Esse material, também nos serviria de referência para analisar os dados coletados.

Entretanto, encontrar fontes bibliográficas que nos dessem o suporte necessário para construir essa unidade didática foi se tornando uma tarefa cada vez mais difícil e complexa. Considerando que, paralelamente a este esforço, estávamos fazendo uma primeira análise dos dados e uma constante revisão da literatura, num dado momento de nossas discussões, chegamos à conclusão de que o trabalho estava tomando amplitudes exageradas e que, sequer teríamos dados suficientes para responder a todos os questionamentos levantados. Sendo assim, resolvemos que não seria mais necessária essa unidade didática de Ensino.

Na medida em que realizava a análise, fazia a revisão bibliográfica, sendo que nesse momento da pesquisa, tive a oportunidade de ler vários autores (Furió e Furió, 2000; Gomes e Oliveira, 2007; Chagas, 2001; Lopes, 1993) que relatavam a existência de um entrave, um bloqueio para com a aprendizagem, e que me chamava atenção, sendo definido pela literatura como Obstáculos Epistemológicos. Foi a partir desse momento que relatei para a minha orientadora que precisávamos saber mais sobre esses Obstáculos. A partir de então, voltei a atenção para a leitura do livro a Formação do Espírito Científico, de Gaston Bachelard, deixando as análises para outra ocasião, porque precisava saber sobre estes obstáculos existentes no processo de construção do conhecimento.

Feito isso, discutimos os Obstáculos Epistemológicos e suas características, o que nos conduziu novamente a uma mudança do objetivo da pesquisa, pois percebemos que analisar os

entraves que se interpõem à aprendizagem dos estudantes já daria um coerente trabalho de conclusão de curso. Sendo assim, optamos por excluir a análise dos dados coletados pela entrevista com os professores e as análises dos livros-textos das escolas.

Ao final de toda essa trajetória, e com a análise e categorização dos questionários, decidimos por um último recorte, restringimos a nossa pesquisa à análise de apenas 3 questões do questionário, devido ao volume de dados e limitações de tempo para tal. Nesse sentido, a metodologia adotada no trabalho que se segue será abordada na seção 5.

3. INTRODUÇÃO

3.1 ENSINO E APRENDIZAGEM DE QUÍMICA

Para guiar essa pesquisa, a revisão da bibliografia se fundamentou em dois grandes momentos que serão detalhados na próxima seção:

- ✓ Primeiro, justificaremos o ensino e aprendizagem de Química através do Modelo Construtivista numa perspectiva Educacional *versus* o Modelo Tradicional e suas limitações;
- ✓ Segundo, abordaremos as especificidades do Ensino de Química e os Obstáculos Epistemológicos definidos por Bachelard.

3.1.1 MODELO CONSTRUTIVISTA X MODELO TRADICIONAL

Para começarmos a falar sobre o Construtivismo, é importante ressaltar que, apesar desse modelo ter ramificações nos campos da Filosofia e Sociologia, o foco desse trabalho está na vertente Educacional do Construtivismo. No que se refere a este último campo, a perspectiva Construtivista contribui com premissas que se relacionam tanto com o processo de Ensino quanto com o processo de Aprendizagem.

De acordo com esta visão, o ensino é baseado em reconhecer as dificuldades que os estudantes enfrentam em identificar e vivenciar conflitos. Muitas vezes em sala de aula o estudante nega-se a mudar de opinião por causa de uma ideia já estabelecida, o que é denominado pela literatura de “*cinturões protetores*” o que o leva a não superar os conflitos.

Desta forma, pensar em um processo de ensino no qual o professor é o mediador de tais conflitos é de fundamental importância para o desenvolvimento de habilidades para uma aprendizagem significativa. A comunicação, no que se refere à linguagem utilizada pelo professor, se torna também uma ferramenta essencial neste processo.

Já em relação à aprendizagem, essa visão pressupõe que ela se dá através de uma participação ativa do estudante na medida em que este constrói o seu próprio conhecimento ao estabelecer relações entre as suas ideias prévias e as novas informações que lhes são apresentadas. Nesse contexto, pode-se entender que o construtivismo tem sido uma redescoberta frutífera das ideias dos alunos (Solomon, 1994, *apud* Mortimer 1996), o que significa que tais

ideias têm sido consideradas relevantes para a construção do conhecimento científico escolar². Nas palavras de Solomon (1994, *apud* Mortimer, 1996):

“O que era lugar comum e indigno de nota se tornou significante; o que era bem conhecido para ser pensado como merecedor de comentários se tornou, repentinamente, a substância de uma pesquisa iluminadora”. (Mortimer, 1996, p. 23).

Desta forma, a aproximação das ideias científicas com as ideias prévias dos estudantes poderiam suscitar situações de conflito que levariam a uma aprendizagem gradativa e também a um envolvimento ativo dos mesmos na construção de seu próprio conhecimento.

De acordo com Martins (2004), há pelo menos duas características principais que são compartilhadas pelos pesquisadores em geral:

- 1º) “a aprendizagem se dá através do envolvimento ativo do estudante na construção do conhecimento”; e
- 2º) “as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel importante no processo de aprendizagem”. (Martins, 2004, p. 15).

Fazendo uma comparação dessa perspectiva com o modelo de Ensino Tradicional temos que, nesse último, os professores frequentemente não levam em consideração as ideias prévias dos estudantes, o que pode limitar a aprendizagem de novos conhecimentos, uma vez que não há um envolvimento ativo do estudante na construção dos mesmos (Martins, 2004).

Isso tende a acontecer porque é bastante comum os professores pautarem suas aulas em exposições de conteúdos e utilizarem o livro didático como única ferramenta no processo de ensino-aprendizagem. Possivelmente, se eles fizessem o uso de materiais como revistas, artigos, sítios disponíveis na internet etc., estes poderiam auxiliá-los na seleção e na organização dos conteúdos, bem como na variação de recursos e estratégias didáticas tal que favorecessem uma aprendizagem mais significativa.

Hyman (1974, *apud* Almeida, 2000), afirma que o ensino envolve uma tríade de elementos, o professor, o aluno e o conteúdo, cuja relação entre eles é dinâmica. Para que se possa compreender a interação que ocorre entre esses é importante considerar que estes

² Nesse trabalho, usaremos esse termo para nos referirmos ao conhecimento científico mediado entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico em si para o contexto escolar, sofrendo um processo de didatização, mas não se confunde com o conhecimento cotidiano (Silva e Moreira, 2010).

estejam juntos, pois a relação entre dois elementos influenciará o terceiro, sendo esta tríade essencial para o conhecimento.

Quando se trata do Ensino de Química, compreender claramente essas relações e refletir cuidadosamente sobre elas são ações indispensáveis para se favorecer uma aprendizagem de qualidade, tendo em vista as especificidades dessa área como discutiremos a seguir.

3.1.2 ESPECIFICIDADES DO ENSINO DE QUÍMICA E OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS DE BACHELARD

A Química, por ser uma ciência que lida com as propriedades dos materiais, suas constituições e suas transformações, envolve uma linguagem com alto nível de abstração, algo que, de certa forma, se distancia da experiência dos alunos por não estabelecer diretamente nenhuma conexão com suas ideias prévias.

Desta forma, propor temas estruturadores para que se possam desenvolver os tópicos químicos fundamentais para a compreensão dos conceitos e através destes promover o desenvolvimento de habilidades, tem se mostrado um recurso bastante promissor (Brasil, 2001), especialmente porque estes temas podem voltar ao longo do ensino em momentos diversos para que o estudante consiga relacionar os fenômenos.

Vários autores da área de Ensino de Química (por exemplo: Queiroz, 2009; Furió e Furió, 2000; Gomes, 2007) defendem este ensino baseado no triângulo proposto por Johnstone. Eles concordam com a proposta deste último, pois se refere aos componentes básicos da química que é ensinada hoje, embora reconheçam que não seja necessário que os estudantes trabalhem sempre em todos os níveis.

Johnstone, observando como os químicos experientes racionavam, percebeu que eles transitavam entre três níveis de conhecimento, os quais delimitou como:

- Macroscópico ou fenomenológico quando se relaciona aos fenômenos naturais observáveis;
- Submicroscópico ou teorias/modelos, quando se relaciona a explicações e modelos envolvendo átomos, moléculas, íons etc.;
- Representacional ou simbólico, quando se relaciona aos signos (linguagem química e recursos matemáticos).

A representação desses níveis é mostrada na figura 1:

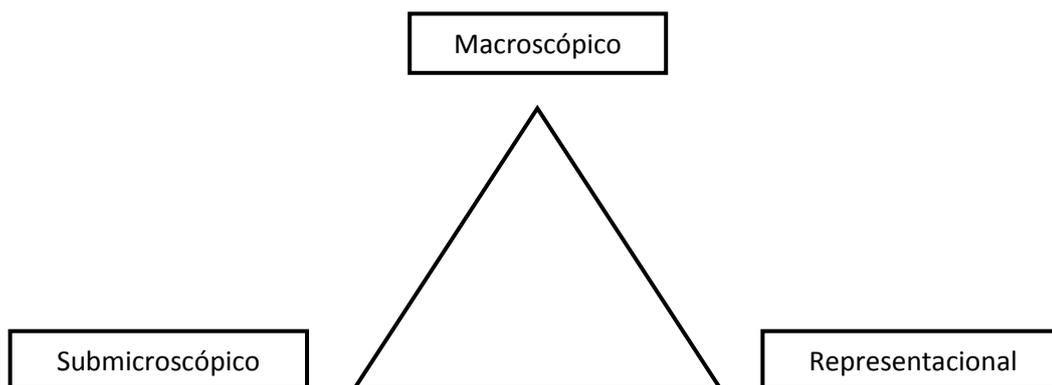


Figura 1. Três níveis do conhecimento químico segundo Johnstone³ (1982).

Quanto à interpretação dessa representação é relevante entendermos que os três níveis configuram um único corpo de conhecimentos (três vértices de um mesmo triângulo), tal que o submicro corresponde a uma abstração do macro e o representacional a uma abstração do submicro. Isso significa dizer que esses níveis se distinguem por graus de abstração, não se tratando de partes ordenadas por hierarquia.

De acordo com a literatura (por exemplo, Furió e Furió, 2000; Damasceno, Brito e Wartha, 2008), as principais dificuldades que os estudantes têm ou que surgem ao longo do estudo da Química são (i) a não interpretação desses níveis do conhecimento científico e (ii) a incapacidade de transladar de um nível para o outro. Sendo assim, para favorecer que os estudantes entendam os principais conceitos dessa área, sugere-se que estes sejam familiarizados com os três níveis do conhecimento científico e incentivados a transitar entre eles, sempre que possível e de forma consciente.

Apesar de essas questões serem consensuais na literatura da área, ainda hoje, muitas vezes o ensino da Química tem privilegiado demasiadamente um nível em detrimento dos demais; dependendo do conteúdo que é discutido, ora se dá um enfoque excessivo ao fenômeno, ora ao submicro, ou ainda, se prioriza o nível simbólico/matemático. Esse desequilíbrio gera empecilhos para uma aprendizagem significativa da Química por parte dos estudantes, sendo um dos fatores responsáveis por algumas dificuldades subjacentes caracterizadas como obstáculos epistemológicos.

³ Destaca-se que na proposição original de Johnstone (1982) o termo utilizado era 'microscópico' e não 'submicroscópico'. Entretanto, atualmente é comum a utilização da última denominação por ser mais coerente, uma vez que um químico propõe modelos e explicações entidades não visíveis microscopicamente.

Na visão de Bachelard (1996), o principal referencial teórico sobre esse assunto neste trabalho, um obstáculo epistemológico é um entrave que não condiz com o conhecimento científico podendo bloquear a compreensão, gerar conflitos e até mesmo estagnar os estudantes diante do conhecimento. Esse autor afirma que os conhecimentos empíricos (experenciais) que os estudantes vivenciam e até mesmo a assimilação que estes fazem de um determinado conteúdo geram metáforas, generalizações e analogias que podem ser consideradas inadequadas mediante a um conhecimento formal como o escolar.

Gaston Bachelard (1996) em sua obra “A formação do Espírito Científico” enfatiza 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.” (Gaston Bachelard, 1996, p.17)

Para esse autor, obstáculos epistemológicos se caracterizam como uma “evidência” tal que os estudantes são impedidos de progredir na medida em que os conceitos são revistos e modificados.

Retomando a tríade proposta por Hyman, entendemos que nesse contexto de ensino de Química ela é essencial. A confluência entre as relações do professor, aluno e conteúdo se caracterizam como um fator determinante para a aprendizagem, sendo através desta relação que o professor provavelmente conseguirá sondar e mediar o conhecimento científico e cotidiano, buscando e identificando os obstáculos epistemológicos e conhecê-los torna-se relevante para o ensino de Química, porque pode se chegar a uma convicção de quais obstáculos são colocados como entrave para o conhecimento científico e como estes prejudicam a aprendizagem.

Desta forma, os obstáculos epistemológicos são caracterizados por Bachelard em “A formação do Espírito Científico”, logo, destacamos os mais relevantes para essa pesquisa:

- Obstáculo da experiência primeira;
- Obstáculo verbal;
- Obstáculo substancialista e
- Obstáculo animista.

A **experiência primeira** ou, em outras palavras, a **observação primeira** é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. Isso porque, a primeira impressão se apresenta repleta

de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil; basta descrevê-la para se ficar encantado; parece que a compreendemos (Bachelard, 1996. p.25).

No contexto educacional, especialmente no que tange o processo de ensino e de aprendizagem da Química, muitas vezes, professores e alunos concebem que a visualização de um determinado fenômeno faz com que as imagens se tornem claras o suficiente para se entender um conceito e ficar maravilhado diante das transformações ocorridas (visualização do macroscópico). Entretanto, essa **experiência primeira**, vivenciada de forma acrítica, atórica e não reflexiva tende a promover exatamente o contrário, isto é, tende a se tornar um grande obstáculo para a aprendizagem na medida em que não se leva em consideração a explicação científica (o entendimento no nível microscópico) e sim a beleza dos fenômenos e a motivação dos estudantes diante de uma atividade experimental ou uma aproximação do cotidiano destes, por exemplo.

O segundo obstáculo apresentado por Bachelard (1996) é o **obstáculo verbal** caracterizado como sendo a falsa explicação obtida com a ajuda de uma palavra explicativa, por sua vez, provocada por uma estranha inversão que pretende desenvolver o pensamento ao analisar um conceito, em vez de inserir um conceito particular numa síntese racional. Em outros termos, esse obstáculo corresponde a uma interpretação inadequada de uma expressão ou imagem motivada pela supressão da construção gradual de seu significado.

Traduzindo para um contexto escolar, as imagens ou expressões compactadas (ou seja, carregadas de significados implícitos) que são utilizadas em uma determinada situação de ensino sem a devida explicitação e construção coletiva de seus significados e interpretações, induzem os estudantes a fazerem suas próprias associações ocasionando a consolidação de analogias e metáforas incoerentes ao conhecimento científico escolar em questão; essa interpretação inadequada de uma expressão ou imagem é um exemplo de **obstáculo verbal**.

Lopes (1993) explica que, em situações desse tipo, a linguagem é apresentada sem a prévia discussão das ideias e, todas as vezes que a linguagem é utilizada fora dos limites do pensamento, suas interpretações acabam por se tornar falhas. A linguagem se torna sensível para a aprendizagem, pois é através desta linguagem que o estudante tem a capacidade de progredir.

A relação do ensino com a linguagem utilizada é de fundamental importância, porque o ensino da Química baseia-se em situações nas quais o nível de abstração é superior a qualquer

ciência, desta forma a simbologia utilizada depende exclusivamente da forma como o professor a relaciona (Damasceno *et al*, 2008).

Queiroz (2009) relata que, o professor deve ser prudente com a linguagem utilizada em sala de aula, pois as várias palavras usadas no dia-a-dia não têm o mesmo significado científico, constituindo-se como uma barreira para com a aprendizagem. Provavelmente, o fato de os professores frequentemente não levarem em conta os significados (ideias ou conceitos) que os estudantes dão as palavras, é uma forma de deixar a linguagem fluir sem o devido controle favorecendo a geração de obstáculos verbais, bem como, dificultando sua identificação e superação.

O **obstáculo substancialista** é o terceiro apontado por Bachelard (1996) que o descreve como sendo um dos grandes obstáculos ao conhecimento científico na Química, a qual não é a única ciência em que o obstáculo se apresenta, mas é aquela que o elege preferencialmente.

Para o ensino de Química a ocorrência desse obstáculo se deve à qualidade que os estudantes atribuem aos fenômenos.

Os estudantes caracterizam as propriedades das substâncias e os objetos que estão a nossa volta com atribuições de cor, sabor, etc. sendo que, esta caracterização significa a simplificação e a identificação de uma substância como algo análogo ao senso comum.

Lopes (1993) descreve que a qualidade de uma substância é encarada como atributo a uma dada substância, deixando-se de perceber que as substâncias químicas são inteiramente relativas umas às outras e suas propriedades são frutos dessas relações.

O que se pode concluir é que um conjunto de propriedades é visto como algo relativo a uma única substância e que na própria substância se encontra as qualidades para as mesmas, não podendo variar somente se houver mudança da substância. Dentro desta perspectiva, o substancialismo é oriundo do materialismo promovido pelo uso de imagens ou da atribuição de qualidades aos fenômenos (Chagas, 2001).

Por último, temos o **obstáculo animista**, que se refere ao fato de o sujeito dar vida às palavras, aos termos, algo que traria o fenômeno para o real, dando certa relevância para o mesmo.

No contexto educacional, no que se refere ao processo de ensino e de aprendizagem da Química, o que se percebe é que muitos professores utilizam a linguagem de uma forma inadequada atribuindo vida aos fenômenos, átomos, moléculas etc. como se fosse possível trazer

para o real, dando certa relevância para o fenômeno como, por exemplo, “o sal quer puxar a água”, “o átomo deseja” etc.

Para o ensino da Química, compreender e refletir sobre esses obstáculos se torna importante e indispensável para se promover um ensino que favoreça uma aprendizagem de qualidade, tendo em vista as especificidades dessa área. Especialmente quando se trata de um ensino contextualizado da Química e das contribuições de uma compreensão científica dos fenômenos cotidianos, nós, professores e pesquisadores, precisamos estar atentos as estes entraves que podem vir a estagnar o processo de aprendizagem dos alunos.

3.2 OSMOSE: A DIFUSÃO DESSE CONCEITO

Por falar em um ensino contextualizado, cujo tema apresente uma relevância real para os alunos, nossa proposta, aqui, se baseia em uma investigação sobre os obstáculos que se interpõem a compreensão dos alunos sobre o assunto Osmose.

Nessa seção, iremos ressaltar a importância desse tema para formação dos alunos enquanto indivíduos críticos e preparados para atuarem em questões corriqueiras de seu dia-a-dia, bem como a forma com que esse conteúdo vem sendo difundido no Ensino. Nossa intenção com isso é destacar que, dada a relevância do tema e o frequente contato dos alunos com esse fenômeno, alguns cuidados devem ser tomados no processo de ensino para que este não seja muito superficial, pois as lacunas deixadas podem culminar em uma aprendizagem limitada.

Primeiramente, escolhemos pesquisar Osmose por ser um tema pouco questionado pelo estudante, no que se refere ao processo em si e, a nosso ver, pouco explorado pelos professores. Percebemos este fato quando propusemos no estágio uma explicação para um determinado fenômeno e observamos o quanto era complicado relatar o que acontecia com o fenômeno, sendo extremamente difícil para o aluno expor seu entendimento quando este envolvia principalmente o submicro.

Como a Osmose é um fenômeno bem cotidiano, a compreensão química desse processo pode auxiliar o estudante a lidar com questões corriqueiras como preparar uma salada evitando que as verduras murchem, desidratar ou reidratar frutas, bem como compreender fenômenos comuns como a absorção de água do solo pela planta, a manutenção da forma da planta, a desidratação infantil etc. Dessa forma, acreditamos que este tema é bastante relevante para a formação do cidadão, pois favorece o desenvolvimento da capacidade de ser crítico diante de

fatos e de habilidades como a busca de informação, a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização, descritas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2001).

Entretanto, ensinar esse conteúdo tem sido um grande desafio para os docentes, pois quando analisamos os materiais didáticos disponíveis, a abordagem tradicional desse conteúdo e o conhecimento desenvolvido pelos alunos, podemos perceber que esse tema é tratado e compreendido com superficialidade, conduzindo a uma aprendizagem deficiente, limitada e, muitas vezes, confusa. Na experiência que vivenciei no estágio (relatada na seção motivação) ou ainda em pesquisas informais que fiz com colegas aqui da universidade, por exemplo, percebi que os alunos explicavam o tema de forma inconsciente, usando jargões ou mesmo expressões memorizadas como *“quando preciso saber um conteúdo é só colocar o livro debaixo da cabeça e com isso o tema passa por osmose...”*, *“o sal puxa água”*, *“o sal desidrata por osmose”*, *“vai do mais para o menos ou do menos pro mais?”*, sendo que não existia nenhum tipo de esclarecimento por parte dos mesmos a respeito desse meio, no qual acontece o fenômeno.

Diante desse contexto, julgamos que algumas dessas dificuldades dos estudantes podem estar associadas ao fato de os níveis do conhecimento proposto por Johnstone não terem sido devidamente explorados pelos professores, já que entendemos que não basta o estudante observar o fenômeno e tentar explicá-lo somente com o macroscópico, pois é através do abstrato, ou seja, do submicro que o estudante poderá interpretar o ocorrido.

No sentido de explicitar mais claramente o que concebemos nesse trabalho como deficiência do processo de ensino e aprendizagem sobre o tema Osmose, o quadro 1 a seguir estabelece um paralelo entre aquilo que consideramos estar sendo difundido sobre esse tema no ensino e entre os estudantes, baseando-nos respectivamente em livros didáticos⁴ e na experiência do estágio ou em outras experiências pessoais como conversas informais com colegas, e o que percebemos como lacunas (aquilo que deixou de ser enfatizado ou mencionado) e/ou limitações (aquilo que pode gerar interpretações dúbias ou equivocadas) nesse processo baseando-nos na ideia de que uma fundamentação teórica consistente deve explicitar: (a) o que são os processos difusão e osmose (já que consideramos ambos intimamente relacionados)? (b) como eles ocorrem (abordagem submicro)? (c) por que eles ocorrem (causa)? (d) quais as suas consequências?

⁴ Como material referência selecionamos 4 dos 5 livros didáticos de Química aprovados no PNLD 2012.

Quadro 1: A Difusão do Conceito Osmose no Ensino e entre Estudantes x Suas lacunas e limitações.

Difusão atual do conceito de Osmose	Lacunas/Limitações
<p><i>“Uma das formas de aumentar o tempo de conservação dos alimentos é desidratá-los. No caso da salga, o objetivo é retirar o máximo de água possível (...). O sal desidrata os alimentos porque (...)” (LD 1 – p.73).</i></p>	<p>Expressa uma ideia de processo ativo em que o sal seria um agente, aquilo que provoca o processo.</p>
<p><i>“Osmose é o fluxo de solvente, através de uma membrana semipermeável, de uma solução diluída (ou de um solvente puro) para uma solução mais concentrada. (...) Os peixes possuem organismos adaptados ao meio aquático. Se não existisse essa adaptação, a osmose poderia provocar a saída da água das células para a água do mar, no caso dos peixes marinhos.” (LD 1 – p.73).</i></p>	<p>Não fica clara a ideia de que Osmose é um processo, ao contrário, o segundo trecho se refere à osmose como um agente que provoca a saída de água.</p> <p>Não explica por que ocorre o fluxo de solvente e por que é de uma solução mais diluída para uma mais concentrada</p>
<p><i>“Difusão é o movimento espontâneo das partículas de uma substância de se espalharem uniformemente em um meio a partículas de outra substância ou, então, de atravessarem uma parede porosa.” (LD 2- p.154).</i></p>	<p>Não explica por que existe o movimento espontâneo das partículas e por que essas partículas se espalham uniformemente.</p>
<p><i>“Quando ocorre adição de sal no lado externo (de vegetais), a água que se encontra no interior das células do vegetal sai dele espontaneamente, devido à diferença de concentração existente entre o meio externo e o meio interno das células. (...) A passagem de solvente por membranas semipermeáveis, como as que envolvem as células vegetais, é chamada osmose. (...) A diferença de concentração entre os meios provoca o fenômeno de osmose (passagem de solvente do meio menos concentrado para o mais concentrado)”. (LD 3-p. 79).</i></p>	<p>Faltou detalhar que o solvente difunde pela membrana devido as suas partículas estarem em constante movimento e explicar essa agitação das partículas.</p> <p>Faltou enfatizar que a diferença de concentração está associada a aspectos energéticos do sistema e que uma tendência ao abaixamento de energia (estabilidade) justifica não só o sentido do fluxo de solvente como a manutenção do mesmo.</p>
<p><i>“Quando uma membrana semipermeável que permite apenas a passagem do solvente separa a água pura de uma solução aquosa, ocorre um fluxo efetivo de água através da membrana em direção à solução. O fluxo efetivo de solvente através de uma membrana permeável apenas ao solvente é denominado osmose. verifica-se que esse fluxo ocorre espontaneamente do meio menos concentrado para o meio mais concentrado.” (LD 4- p.69).</i></p>	<p>Não explica por que ocorre o fluxo das partículas de solvente e por que esse ocorre espontaneamente através da membrana.</p>

<p><i>“O sal puxa a água da alface.”</i> <i>“O sal desidrata (a alface) por osmose.”</i> <i>(respostas comuns dos alunos no estágio)</i></p>	<p>Não reconhecem osmose como um processo e não entendem bem o fenômeno, por isso buscam explicações alternativas para o mesmo.</p>
<p><i>“Vamos ver se esse conhecimento passa pra mim por osmose.”</i> <i>“É do mais pro menos ou do menos pro mais?” (fala de colegas da universidade)</i></p>	<p>Não entendem o que é osmose, nem como ou por que esse fenômeno ocorre.</p>

LD.= Livro Didático. LD 1: Química para a nova geração- Química Cidadã. (Castro, Silva, Mól, Matsunaga, Farias, Santos, Dib, Santos) editora nova geração. LD 2: Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia. (Reis, M.) editora FTD. LD 3: Ser Protagonista. (Lisboa, J. C. F.) editora SM Ltda. LD 4: Química na abordagem do cotidiano. (Peruzzo, F. M. e Canto, E. L.) editora moderna Ltda.

Uma breve análise desse quadro nos permite notar que as incoerências e limitações da aprendizagem dos estudantes, estão diretamente associadas às brechas deixadas pelos próprios materiais didáticos e, provavelmente, pelos docentes que, em sua maioria, usam o livro como referência principal no processo de ensino. Como dito anteriormente, não temos a intenção aqui de apontar responsáveis e, sim, de deixar claro aquilo que consideramos que deveria ser mais explorado no ensino por acreditarmos que as brechas podem gerar entraves como os propostos por Bachelard e, por consequência, dificultar a aprendizagem científica do fenômeno osmose por parte desses estudantes. Para sondar a validade dessa nossa inferência, seguimos neste trabalho investigando a existência e as possíveis origens (em relação às lacunas/limitações) de obstáculos epistemológicos no processo de compreensão de estudantes do ensino médio do tema Osmose.

4. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo identificar os obstáculos epistemológicos que interpõem ao processo de compreensão do tema Osmose por parte dos estudantes do 2º ano do ensino médio da região de Ouro Preto apontando e discutindo suas prováveis origens.

Nosso interesse específico é responder às seguintes questões:

- Quais os obstáculos existentes no processo de compreensão de estudantes do ensino médio do tema Osmose?
- Como esses obstáculos se relacionam com as especificidades desse tema?

5. METODOLOGIA

5.1 AMOSTRA

A amostra investigada nessa pesquisa foi composta por 30 estudantes do 2º ano do Ensino Médio, pertencentes à Unidade I de uma Rede de Ensino Particular de Ouro Preto, localizada na região central da cidade. Tais alunos tinham visto o conteúdo de Osmose 5 meses antes da coleta de dados. O ensino desse tema ocorreu através de aulas expositivas e resoluções de exercícios. A abordagem utilizada pelo professor no processo de ensino e aprendizagem foi o livro texto, sendo feito esquemas do conteúdo no quadro, e resoluções de exercícios do próprio livro texto. O livro utilizado na escola é uma apostila da rede Pitágoras, Editora Educacional, 2011.

5.2 COLETA DE DADOS

Os dados analisados nesta pesquisa foram coletados no mês de novembro de 2011, na Escola da Rede de Ensino Particular, Unidade I. Para a coleta de dados foram utilizados como instrumento de pesquisa questionários com os alunos.

Em um primeiro momento, optamos pela utilização de um questionário escrito como instrumento de pesquisa porque pretendíamos sondar os conhecimentos pós-instrução de um número significativo de alunos. Entretanto, com as mudanças de objetivos (conforme relatado na contextualização), isso não ocorreu. Embora reconheçamos que uma entrevista com alguns alunos, mediante nosso atual objetivo, poderia ter nos permitido uma melhor exploração dos dados inicialmente obtidos, acreditamos que a análise somente do questionário não acarretou grandes prejuízos para essa pesquisa.

O questionário (apêndice 10.1) foi proposto contendo 7 questões discursivas, sendo que dessas apenas 3 questões foram analisadas neste trabalho visto o recorte que fizemos.

Na questão 1, foi solicitado aos estudantes que explicassem através da escrita ou até mesmo através de desenhos, o que aconteceria quando colocássemos um refresco em pó na água, a solução adquiriria uma coloração, mesmo sem agitação. O objetivo desta questão seria analisar se os estudantes entendem o processo de difusão explicando a interação entre as

partículas e o meio (água). Para isso, foi realizado o experimento⁵ em sala de aula, mesmo sendo este do cotidiano dos estudantes, para garantir que todos tivessem a mesma experiência com o fenômeno. Ressaltando que para cada questão, a pesquisadora fez a leitura com os alunos para que não houvesse dúvida em relação à interpretação das questões.

Na questão 2, propomos aos estudantes que explicassem porque uma folha de alface temperada murcha se não a consumirmos imediatamente. Posteriormente, foi pedido que explicassem se identificavam alguma relação entre este fenômeno com o descrito na primeira questão. Ao expressar suas ideias os alunos poderiam explicar o processo de Osmose e como esse acontece. Ressalta-se que, as questões 1 e 2A tinham a mesma resposta referencial, e que na questão 2B queríamos perceber se os estudantes conseguiam identificar os dois fenômenos como similares. Para facilitar o entendimento desta questão foi levado para sala de aula uma folha de alface temperada e uma folha de alface sem tempero, com o objetivo de favorecer uma visualização do fenômeno e garantir que todos tivessem a mesma experiência com este.

Na questão 3, pedimos aos estudantes que explicassem o porquê das ameixas secas terem inchado em um frasco com água por um período de um dia. Nosso objetivo era observar se os alunos conseguiam perceber as características e a função da casca da ameixa, ou seja, se seriam capazes de identificar a casca como uma membrana semipermeável. Nesse sentido, pedimos aos estudantes que explicassem o que aconteceria com as ameixas secas dentro de um saquinho em um frasco com água por um período de um dia, sendo que não foi observada nenhuma modificação com as ameixas. Dessa forma, na questão 3, solicitamos aos estudantes que explicassem o papel da casca da ameixa. Para facilitar o entendimento desta questão foi levado para sala de aula este experimento, com o objetivo de promover um contato dos estudantes com este fenômeno.

Ressalta-se que, ainda, que essa questão é similar as anteriores, mas foi acrescentada porque a existência da membrana (casca da ameixa) seria algo mais evidente. Ou seja, inferindo que os alunos realmente falariam de osmose na questão 2a, mas não falariam de membrana, fizemos então mais uma similar para que a questão da membrana fosse mais explicitamente

⁵ Utilizamos materiais alternativos para a realização dos experimentos propostos para os alunos. Para a 1ª questão utilizamos copo descartável, água e suco de uva em pó. Foi adicionado suco de uva na água, sem agitação. Para a 2ª questão, foi levada uma folha de alface temperada e uma folha de alface sem tempero. E para a 3ª questão, foi levada para sala de aula uma ameixa seca mergulhada num frasco com água e uma ameixa seca dentro de um saco plástico mergulhada em outro copo com água.

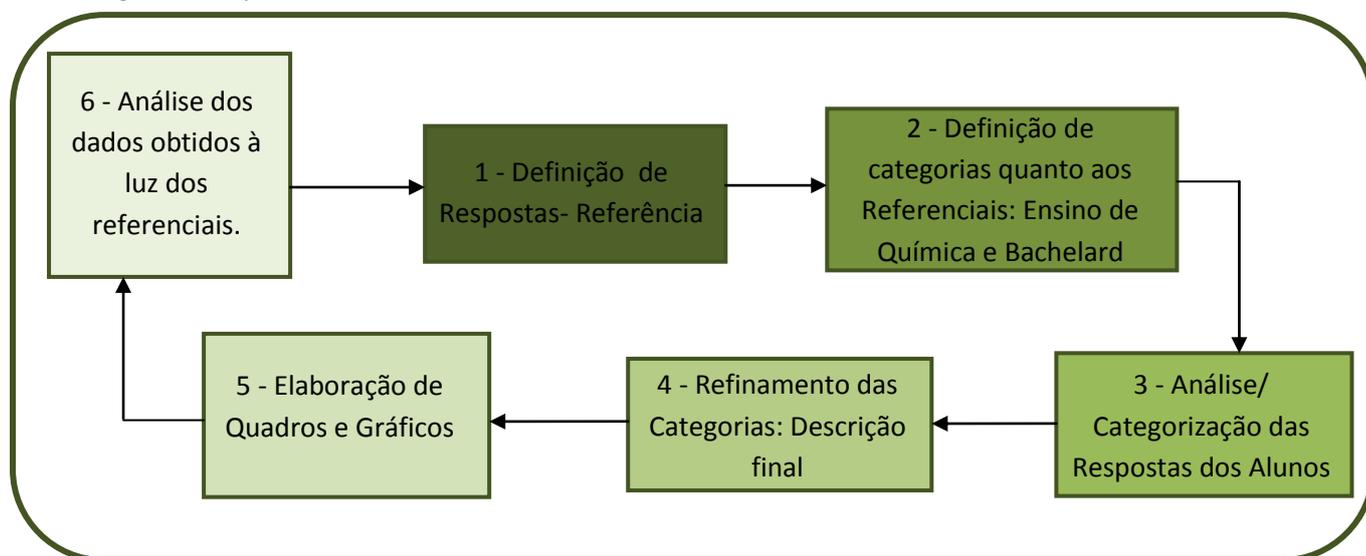
avaliada. Além disso, essa questão nos permitiria ver se os alunos realmente sabem que sempre é o líquido que sai e que entra, e não uma das substâncias (sal, alface, ameixa) que puxa ou expelle.

O questionário realizado pelos estudantes foi aplicado por mim, sendo que sua duração foi de 2h/aula.

5.3 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados procedeu-se da seguinte forma, de acordo com (o esquema) figura 1 abaixo:

Figura 1: Esquema de como foi feita a análise dos dados.



Em um primeiro momento, foi feita uma redação das Respostas-Referência (R.R) para cada questão proposta, com os objetivos definidos para cada questão, sendo que através das R.R estabeleceríamos o que seria importante avaliarmos e o que desejávamos obter como resposta. Nessa etapa, algumas questões foram subdivididas em duas sentenças distintas.

Em um segundo momento, fizemos uma análise das questões propostas de acordo com os referencias Bachelard e o Ensino de Química e propusemos uma primeira descrição para as categorias. Foram elaborados três grupos de categorias: quanto aos níveis da química, quanto à qualidade das respostas (coerência com as R.R) e quanto aos obstáculos epistemológicos.

Feito isso, passamos para a análise das respostas dos estudantes. Inicialmente, foram construídas quadro com as respostas dos alunos para cada questão. Em seguida, tanto eu quanto

minha orientadora fizemos as categorizações individualmente e depois discutimos e buscamos um consenso em todas as classificações. Essa etapa acarretou um refinamento das categorias anteriormente descritas, tal que chegamos a uma redação final e culminou nos quadros-matrizes apresentadas no apêndice 10.2.

A partir desses quadros-matrizes, foram construídos novos quadros para cada sentença com o percentual de ocorrência de respostas em função dos dois primeiros grupos de categorias (níveis da química e qualidade das respostas) e gráficos que relacionavam estes dois primeiros grupos de categorias ao terceiro (obstáculos epistemológicos). Uma observação importante a ser feita é que, ao contrário dos dois primeiros grupos categorias, nesse terceiro grupo um mesmo aluno poderia apresentar mais de um obstáculo epistemológico, ou seja, ser classificado em mais de uma categoria.

De posse, então, dos resultados já organizados, fizemos a análise desses produtos à luz dos referenciais que nortearam esse trabalho e, finalmente buscamos responder nossas questões de pesquisa.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados e discussões nessa seção seguiu a mesma lógica da metodologia de análise, conforme o esquema da figura 1, exceto pelo fato de que apresentaremos inicialmente as categorias que foram usadas na análise das respostas dos alunos e suas descrições.

Descrições das Categorias:

Grupo 1: Quanto aos Níveis da Química:

Macro: quando na resposta não aparecerem termos como partículas, moléculas;

Submicro: quando na resposta aparecerem termos como partículas, moléculas;

Representacional: quando na resposta aparecerem relações com os signos químicos e desenhos.

Grupo 2: Quanto à qualidade das respostas:

Coerente: quando aparecerem aspectos relacionados à resposta referência – C;

Incoerente: quando aparecerem aspectos errados em relação à resposta referência – In;

Indesejável: quando aparecerem aspectos corretos diferentes da resposta referência – Id;

Inconclusivo: quando não for possível julgar a resposta do aluno relacionando à resposta referência – Iv;

Não respondeu: quando o aluno não responde a questão – NR.

Quando a resposta referência tiver mais de uma sentença a ser categorizada, por exemplo:

Por quê? Explique; cada análise será feita separadamente e a categoria será complementada com o número correspondente à sentença analisada.

Exemplos:

Sentença 1= por que... Sentença 2= explicação...

Se o aluno respondeu **por que** coerente e **explicou** incoerente: categorização – coerente 1; incoerente 2.

Se o aluno respondeu **por que** incoerente e não **explicou**: categorização – incoerente 1; não respondeu 2.

Caso ambas as sentenças tenham a mesma classificação, não será incrementado o número da categoria.

Grupo 3: Quanto aos Obstáculos Epistemológicos:

Experiência primeira ou, em outras palavras, a **observação primeira** é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. Isso porque, a primeira impressão se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil; basta descrevê-la para se ficar encantado; parece que a compreendemos (Bachelard, 1996, p.25).

Adaptação à Resposta Referência: Caracterizamos como **experiência primeira** quando o estudante se refere ao fenômeno como sendo algo natural do processo, sendo que uma simples observação (visualização) deste é suficiente para entender o ocorrido. As observações não vão além de uma intuição imediata, sendo que as percepções de suas experiências, nesse caso, muitas vezes relacionadas com o cotidiano, geram considerações nas quais os traços de expressões visuais são bem definidos. Na fala dos alunos, a *tendência de algo ocorrer naturalmente* é suficiente para explicar o fenômeno, especialmente quando estes podem ser comparados com outras de suas experiências do dia-a-dia.

Ex: *“Devido à presença do tempero que provavelmente contém sal, a folha da alface tende a desidratar; similar ao que acontece quando jogamos sal em uma lesma.”*

Obstáculo verbal é a falsa explicação obtida com a ajuda de uma palavra explicativa, por sua vez, provocada por uma estranha inversão que pretende desenvolver o pensamento ao analisar um conceito, em vez de inserir um conceito particular numa síntese racional (Bachelard, 1996, p.27). Em outros termos, esse obstáculo corresponde a uma interpretação inadequada de uma expressão ou imagem motivada pela supressão da construção gradual de seu significado.

Adaptação à Resposta Referência: Caracterizamos como **obstáculo verbal** quando o estudante se refere à explicação de um fenômeno usando um termo carregado de significados os quais, por sua vez, não são explicitados em nenhuma das respostas do aluno, ou ainda, são atribuídos de forma incorreta ao termo usado (demonstrando a não compreensão do mesmo). Percebe-se nesses casos dois estados distintos, porém complementares: um, de movimento puro e simplesmente linguístico que ao associar uma palavra a um fenômeno pensa ter favorecido os avanços das ideias e outro, de repouso racional que entrava a correta atribuição de significados à expressão uma vez que esta já fala por si, é algo intuitivo.

Ex: *“Através da osmose, o sistema tende a se equilibrar.”*

“Porque a folha da alface realiza osmose perdendo solvente para o meio.”

Obstáculo Substancialista é aquele que atribui à substância qualidades diversas, tanto a qualidade superficial quanto a qualidade profunda, tanto a qualidade manifesta quanto a qualidade oculta. Seria possível falar de um substancialismo do oculto, de um substancialista do íntimo, de um substancialismo da qualidade evidente (Bachelard, 1996. p.121). As qualidades são pensadas, sobretudo, como mérito das substâncias, tal que as evidências de um fenômeno deixam de ser consequências das relações existentes entre essas substâncias e se tornam atributos inerentes a elas.

Adaptação à Resposta Referência: Caracterizamos como sendo **obstáculo substancialista** quando o estudante se refere a uma substância como agente do processo, atribuindo a ela as qualidades e/ou ações necessárias/suficientes para ocorrência do fenômeno. A substancialização de uma qualidade imediata pode entravar os futuros progressos do pensamento científico por permitir uma explicação breve, uma vez que, satisfaz-se apenas com ligar os elementos descritivos de um fenômeno a respeito de uma substância, sem nenhum esforço de hierarquia, sem determinação precisa e detalhada das relações com outros objetos (Bachelard, 1996).

Ex: “As ameixas incham porque elas absorvem a água que está em contato com elas.”

Obstáculo animista é aquele que resulta do fato de o sujeito dar vida aos objetos, fenômenos, substâncias etc., algo que traria o fenômeno para o real, dando certa relevância para o mesmo. Com a ideia de substância e com a ideia de vida, ambas entendidas de modo ingênuo, introduzem-se nas ciências físicas inúmeras valorizações que prejudicam os verdadeiros valores do pensamento científico (Bachelard, 1996. p.27). Para o espírito pré-científico, a imagem animista é mais *natural*; logo, mais convincente. É evidentemente, porém um falso esclarecimento.

Adaptação à Resposta Referência: Caracterizamos como **obstáculo animista** quando o estudante se refere à substância como algo que possui vida, isto é, quando lhe confere atributos comumente associados a seres vivos. Sendo assim, o uso de termos como puxar, sugar, entre outros, e/ou expressões que sugerem ações animadas, serão caracterizados como obstáculos animistas.

Ex: “O sal puxa a água das células.”

“Porque o saquinho não permitiu a passagem de água para a ameixa.”

Nenhum Obstáculo Epistemológico Saliente (NOES): quando não identificar nenhum dos quatro OE acima mediante análise das respostas dos alunos, usamos a categoria NOES (que significa, então, não temos evidência de nenhum obstáculo). Também a utilizamos quando os alunos não respondiam a sentença analisada (NR) ou quando suas respostas não estavam associadas ao conteúdo em questão (por exemplo: quando o aluno confundia difusão ou Osmose com reação química, consideramos não ser possível identificar os entraves relacionados com a aprendizagem de difusão ou Osmose porque os alunos se desviaram do tema).

Inconclusivo: quando não conseguimos identificar nenhum dos quatro OE anteriores porque não conseguimos entender o sentido das respostas dos alunos, as classificamos como Inconclusivo (que significa, então, não conseguimos concluir qual obstáculo está presente).

Agora sim, passemos para as análises dos resultados e as discussões.

Questão 1:

Ao colocarmos um refresco em pó de uva em água, a solução adquire uma coloração roxa, mesmo se não agitarmos a mistura.

a) *Suponha que você tivesse uma lupa super potente e conseguisse ver as menores partículas desse sistema. Tente **EXPLICAR, por que** o processo descrito acima acontece?*

Resposta Referência:

Sentença 1: A solução adquire uma coloração roxa porque o pó do suco se dissolve na água.

Sentença 2: Este processo ocorre devido à instabilidade do sistema provocada pela diferença de concentração (potencial químico) entre a água (meio menos concentrado) e o suco (meio mais concentrado) que permite o transporte de matéria – fenômeno esse conhecido como difusão.

CONCEITOS- CHAVES: DISSOLUÇÃO, DIFUSÃO E DIFERENÇA DE CONCENTRAÇÃO (POTENCIAL QUÍMICO).

Primeiramente, decidimos dividir a questão 1 em duas sentenças distintas, para facilitar a análise da mesma. Entretanto, reconhecemos que para os estudantes isso poderia não ser tão óbvio no momento em que respondessem a questão.

A partir da resposta referência, a **sentença 1** pressupôs como questão: **por que ficou roxo?** No momento em que o estudante demonstrasse a ideia que ficou roxo porque *dissolveu*,

espalhou o pó, eles estariam coerentes com a resposta da sentença 1. Entendemos que essa primeira sentença demanda, especialmente, uma reflexão do nível macroscópico do processo por parte dos alunos, nesse sentido, consideramos seu grau de complexidade baixo, já que uma resposta coerente é favorecida pela observação do fenômeno e pela familiaridade do aluno com o tema. Vale ressaltar que foi apresentado aos estudantes, momentos antes da aplicação do questionário, o experimento como relatado na coleta de dados.

Já a **sentença 2** pressupõe a questão: ***por que ficou roxo mesmo sem agitação?*** A partir do momento em que o estudante justificasse que isso ocorreu devido a uma *diferença de concentração entre os meios*, ao fato de *o sistema tender ao equilíbrio das concentrações*, eles estariam coerentes com a resposta referência da sentença 2 (lembrando que uma resposta é *coerente quando aparecerem aspectos relacionados à resposta referência*). No caso dessa segunda sentença, entendemos que, ainda que uma resposta considerada coerente não demande necessariamente uma abordagem submicro, o estudante precisa refletir nessa dimensão mais abstrata para redigi-la. Desta forma, percebemos um grau de complexidade maior nessa questão que na primeira, pois exige que o aluno extrapole a dimensão visual do fenômeno e, até mesmo, explicações corriqueiras, para conseguir interpretá-lo adequadamente. Devido a essas suas especificidades, essa sentença foi a que nos permitiu identificar a presença de alguns obstáculos epistemológicos.

Apresentamos a seguir, o quadro 2 que refere-se aos dados encontrados para a questão 1.

Quadro 2: Categorização e quantificação das respostas dos alunos para a questão 1.

QUESTÃO 1							
CATEGORIAS	NÍVEIS DA QUÍMICA	SENTENÇA 1			SENTENÇA 2		
COERENTE	Macroscópico	15	50,0 %	56,0%	3	10,0%	16,7%
	Submicroscópico	-	-	-	1	3,3%	5,6%
INCOERENTE	Macroscópico	8**	26,7%	30,0%	2	6,7%	11,0%
	Submicroscópico	-	-	-	6	20,0%	33,3%
INDESEJÁVEL	Macroscópico	-	-	-	1	3,3%	5,6%
	Submicroscópico	-	-	-	1	3,3%	5,6%
INCONCLUSIVO	Macroscópico	4	13,3%	14,0%	-	-	-
	Submicroscópico	-	-	-	4	13,3%	22,2%
NÃO RESPONDEU	-----	3	10,0%	-	12	40,0%	-

Considerando apenas os alunos que responderam a sentença.

**1 aluno usou também o nível Representacional.

Podemos perceber a partir da análise dos resultados para a sentença 1, que todos os estudantes tiveram suas respostas no nível macroscópico, conforme esperado pelas características da própria questão, com exceção de 3 estudantes que não a responderam. Dentre os 27 alunos que responderam a sentença 1, 56% forneceram respostas coerentes, fato este que acreditamos se justificar por se tratar de uma questão muito simples e objetiva.

Por outro lado, inferimos que o aspecto visual da cor, por exemplo, pode ter confundido alguns alunos, tal que 8 foram incoerentes em suas respostas tendo a maioria confundido o processo de dissolução com transformação química. De acordo com Chagas (2001), mediante observações, as interpretações dos alunos não vão muito além da intuição imediata, prevalecendo uma leitura estritamente visual do fenômeno.

Em relação à sentença 2, boa parte dos estudantes (40%) não respondeu a questão, provavelmente porque não se atentou em explicar o porquê de ocorrer a coloração sem agitação (não perceberam esse detalhe na pergunta) ou por não achar relevante tecer um comentário (por pensarem ser muito óbvio, *natural* que isso aconteça). Além disso, por essa sentença exigir uma abstração para o nível submicroscópico e uma compreensão conceitual, ainda que básica, sobre difusão (assunto pouco abordado em salas de aula) podemos supor que os alunos não

responderam por não terem as habilidades e os conhecimentos necessários construídos à respeito desse assunto.

Dentre os estudantes que responderam (18 alunos) a sentença 2, 66,7% tiveram suas respostas no nível submicroscópico e 33,3% tiveram suas respostas no nível macroscópico. Relembrando que consideramos o nível submicroscópico quando *os estudantes se referiam a termos como partículas, moléculas*, ao analisarmos as respostas destes, percebemos que metade dos alunos que usaram o nível submicro foram incoerentes em suas respostas, o que indica que nem sempre quando suas respostas foram classificadas no nível submicro, os alunos, de fato, refletiram o processo adequadamente nesse nível de abstração. Nesses casos, eles confundiram o processo de difusão com reação química ou consideraram “natural” o processo de dissolução, isto é, independente de ações externas como a agitação. Esses resultados corroboram os comentários anteriores de que essa questão se apresenta complexa por demandar uma reflexão que vá além do fenômeno macro. Na medida em que algo é muito familiar para o aluno e as explicações não são comuns no seu dia-a-dia, este toma o fenômeno como sendo inevitável, tão óbvio que não precisa se justificar. Além disso, considerando os alunos que confundiram difusão com reação química, podemos supor que estes não apresentavam um conhecimento bem construído a respeito desse assunto ou mesmo a habilidade de abstrair.

Dentre os estudantes que responderam a sentença 2, 22,3% foram coerentes em suas respostas, explicando que as concentrações do soluto e do solvente tenderiam a um equilíbrio em todo o sistema. De acordo com os critérios de categorização descritos nesse trabalho, apenas 1 dos 4 alunos respondeu a sentença se remetendo ao nível submicro, contudo, acreditamos que por terem sido coerentes em suas respostas, os 4 refletiram nesse nível de abstração; um aspecto que reforça essa nossa hipótese e que não houve nenhuma diferença no grau de aprofundamento das respostas entre os alunos que ficaram no nível macroscópico e aquele que se remeteu no nível submicroscópico.

Refletindo sobre os resultados analisados acima podemos perceber que a sentença 2 nos forneceu mais subsídios para entendermos as ideias dos alunos e suas dificuldades. Acreditamos que essas dificuldades estão associadas a alguns aspectos específicos relacionados ao tema em questão (difusão) e alguns entraves que se interpõem ao processo de compreensão do mesmo por parte dos estudantes (Obstáculos Epistemológicos). Vejamos os resultados apresentados no gráfico a seguir.

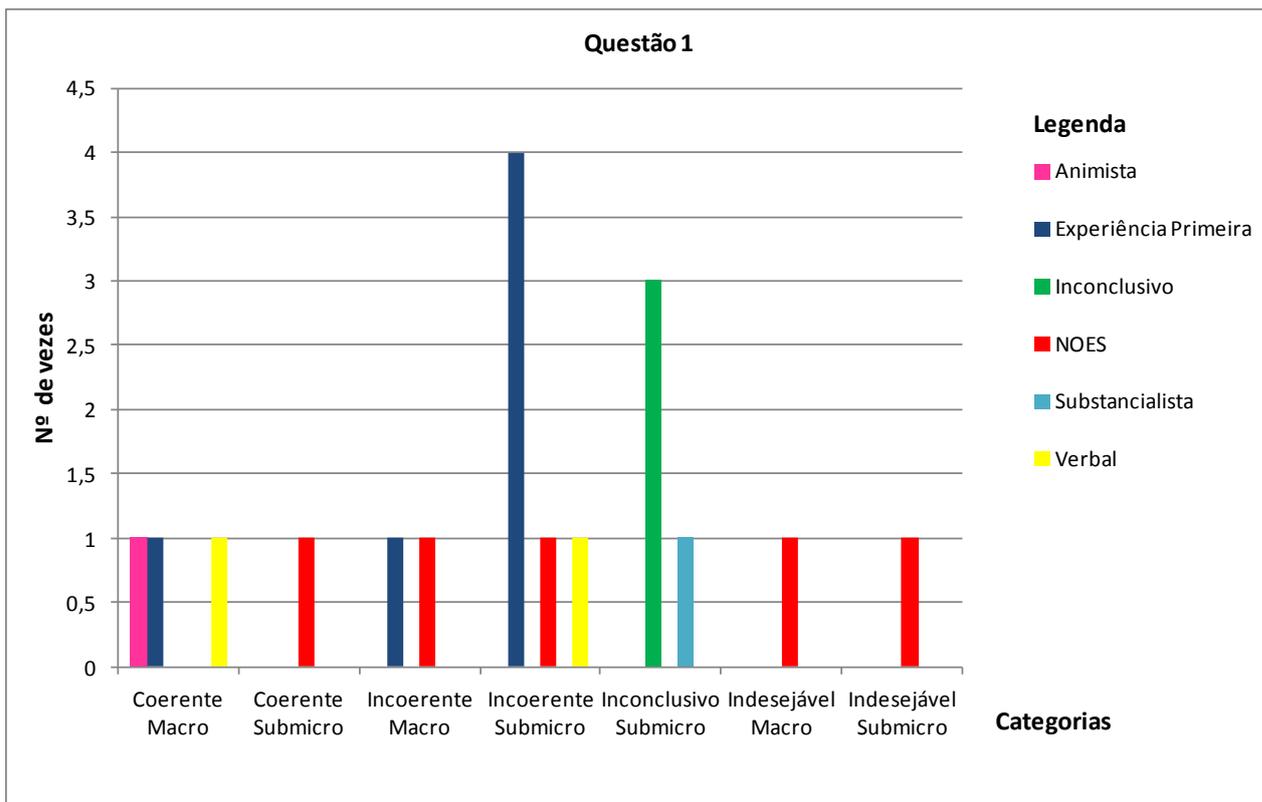


GRÁFICO 1: Dados obtidos na sentença 2 da questão 1 – OE versus respostas dos alunos

Podemos perceber a partir da análise do gráfico 1, que o Obstáculo Epistemológico (OE) da Experiência Primeira (EP) foi o que apareceu em maior número de vezes, o que pode ser explicado devido às características da questão como relatado anteriormente. Bachelard (1996) destaca que esse é um obstáculo muito recorrente quando a temática se aproxima demais do cotidiano, pois em um senso comum a observação, a visualização do fenômeno para o estudante muitas vezes parece ser o suficiente para este acreditar que entendeu o ocorrido.

A presença desse obstáculo foi mais recorrente nas respostas categorizadas como incoerente submicro, unanimemente porque os estudantes consideraram que *o pó se dissolvia naturalmente sem agitação*, o que nos leva a crer que o fato de eles terem usado em suas respostas termos como partículas, moléculas não significa que eles tenham de fato abstraído uma interpretação se desvinculando do nível macro e de sua familiaridade com o fenômeno.

Em relação aos estudantes que tiveram suas respostas categorizadas como coerentes, esses apresentaram uma ideia considerada adequada e satisfatória para a questão, entretanto percebemos que mesmo os alunos possuindo uma ideia coerente, os que limitaram suas respostas ao nível macro ainda apresentaram entraves para uma aprendizagem mais formal. Por exemplo, um aluno respondeu que o sistema tendia a se equilibrar (coerente), mas chamou esse

processo de *osmose* (entrave - OE Verbal) – nesse caso, não consideramos o uso desse termo como um erro, pois acreditamos que o aluno tem certo entendimento do processo de difusão, porém não possui familiaridade com essa palavra e, ao mesmo tempo, não compreende adequadamente o termo *osmose*; outro aluno também se referiu ao equilíbrio das concentrações (coerente), mas disse que isso ocorreria por uma *tendência natural* do sistema (entrave – OE Experiência Primeira).

Nesse sentido, esses entraves impedem que os estudantes compreendam que a difusão (e não, *osmose*) ocorre devido à diferença de potencial químico entre os sistemas solução/solvente puro buscando-se uma maior estabilidade e não porque isso é *natural* de acontecer.

Questão 2:

Quando temperamos uma salada de folhas cruas (alface, agrião etc.) e não a consumimos imediatamente as folhas murcham.

a) **POR QUE** isso acontece? **EXPLIQUE** detalhadamente.

Resposta Referência:

Sentença 1: Porque a folha sofre desidratação (perde água)

Sentença 2: Este processo ocorre devido à instabilidade do sistema provocada pela diferença de concentração (potencial químico) entre a alface (meio menos concentrado) e o tempero (meio mais concentrado) que provoca a passagem de água (difusão) pela membrana semipermeável (*Osmose*).

CONCEITOS-CHAVE: DESIDRATAÇÃO E DIFERENÇA DE CONCENTRAÇÃO (POTENCIAL QUÍMICO).

Novamente, decidimos dividir também a questão 2 em duas sentenças distintas para facilitar a análise da mesma.

A partir da resposta referência, a **sentença 1** pressupôs como questão: **por que a folha murchou?** No momento em que os estudantes remetessem à ideia de que a folha murchou porque *desidratou*, porque *houve perda de água*, eles estariam coerentes com a resposta da sentença 1. Sendo assim, bem como a sentença 1 da questão anterior, entendemos que essa sentença demandaria um baixo grau de complexidade, devido a uma resposta coerente ser favorecida pela observação do fenômeno e pela familiaridade do aluno com o tema. Sendo

assim, relembremos que mais uma vez foi apresentado aos estudantes, momentos antes da aplicação do questionário, o experimento como relatado na coleta de dados.

Já a **sentença 2** pressupõe a questão: **por que a folha perde água?** No momento em que os estudantes mencionassem que ocorre porque existe uma *diferença de concentração entre os meios*, que o *sistema tende a um equilíbrio das concentrações*, eles estariam coerentes com a resposta referênciada da sentença 2. Entretanto, percebemos novamente a importância do aluno entender o nível submicro, porque se tratando ainda do tema difusão, os estudantes precisavam refletir sobre a passagem do solvente por uma membrana semipermeável, sendo esse processo denominado osmose. Sendo o submicro importante para que o aluno possa entender e refletir sobre o fenômeno, consideramos essa sentença com um grau de complexidade mais elevado que a primeira.

Devido a essas suas especificidades, essa sentença foi a que nos permitiu identificar a presença dos obstáculos epistemológicos.

Apresentamos a seguir, o quadro 3 que refere-se aos dados encontrados para a questão 2.

Quadro 3: Categorização e quantificação das respostas dos alunos para a questão 2A.

QUESTÃO 2A							
CATEGORIAS	NÍVEIS DA QUÍMICA	SENTENÇA 1			SENTENÇA 2		
COERENTE	Macroscópico	17	56,7%	56,7%	4	13,3%	13,8%
	Submicroscópico	-	-	-	-	-	-
INCOERENTE	Macroscópico	7	23,3%	23,3%	18	60,0%	62,1%
	Submicroscópico	-	-	-	-	-	-
INDESEJÁVEL	Macroscópico	3	10,0%	10,0%	3	10,0%	10,3%
	Submicroscópico	-	-	-	-	-	-
INCONCLUSIVO	Macroscópico	3	10,0%	10,0%	4	13,3%	13,8%
	Submicroscópico	-	-	-	-	-	-
NÃO RESPONDEU		-	-	-	1	3,3%	-

Considerando apenas os alunos que responderam a sentença.

Através da análise dos resultados para a sentença 1, podemos perceber que 100% dos estudantes tiveram suas respostas no nível macroscópico, conforme esperado pelas

especificidades da questão. Dentre esses, 56,7% obtiveram respostas coerentes, fato este que acreditamos se justificar por se tratar de uma questão muito objetiva, cotidiana e pelo fato de ser visual a perda de água da folha (desidratação) que o fenômeno torna-se algo comum.

Entretanto, 7 alunos (23,3%) foram incoerentes em suas respostas porque remeteram ao fato de que as folhas murcham devido a perda de seus nutrientes, ou porque as folhas não conseguiriam se hidratar mais, e/ou porque reagiram com o tempero. Acreditamos que isso pode ter ocorrido porque os alunos correlacionaram o aspecto da folha murchar com questões biológicas de forma inadequada.

Entre as respostas dos alunos consideradas indesejáveis, 10% (3 alunos) não explicaram o porquê da perda de água da folha e sim, um deles relatou que a folha murchou porque demorou a ser consumida e o outro disse que a folha murchou porque foi tirada de sua raiz, de fato são respostas coerentes, pois um dia as folhas murchariam devido a esses fatores, mas não se aplica a questão proposta.

Em relação à sentença 2, a resposta esperada era a mesma da questão anterior, apenas aplicada em outro contexto, mesmo o fenômeno em questão se tratando de uma difusão através de uma membrana semipermeável, ou seja, uma osmose. O que se observou nesta questão, foi que todos os estudantes ficaram no nível macroscópico, algo que, mediante as discussões anteriores podemos concluir que não significa que estes não tenham refletido a interpretação do fenômeno em um nível mais abstrato como o submicro.

Em relação aos estudantes que responderam a sentença 2, 13,8% (4 alunos) foram coerentes em suas respostas, sendo que 3 são os mesmos da questão 1 (2 dos estudantes foram coerentes no nível macro e 1 aluno coerente no nível submicro). Classificamos como sendo coerentes pelo fato de eles explicarem que os meios externo e interno à alface tendem ao equilíbrio de suas concentrações. Contudo, percebemos ao decorrer da análise que os estudantes em nenhum momento justificam que o fator motivador desse processo é a instabilidade energética e, embora citem frequentemente o termo osmose, não se remetem à presença de uma membrana semipermeável, o que reforça nossa hipótese anterior de que estes estudantes possuem uma ideia coerente de difusão, mas não compreendem adequadamente o processo específico denominado osmose.

Além desses, 62,1% (18 alunos) apresentaram respostas incoerentes, sendo que, com exceção de 6 alunos que confundiram a osmose com reação química ou outro tema químico, 12 estudantes consideraram o tempero como responsável e/ou agente do processo atribuindo ao

mesmo qualidades e/ou ações diversas. Nessas situações percebe-se que o fenômeno é visto como uma “vontade” das substâncias envolvidas. Mortimer (1995) afirma que mesmo o estudante sabendo que a causa é atribuída à interação entre substâncias, ele costuma atribuir diferentes níveis de importância a estas.

Esses resultados corroboram nossa análise feita sobre as especificidades da sentença 2 dessa segunda questão quanto ao seu grau de complexidade, pois na medida em que o fenômeno se apresenta familiar ao indivíduo e suas interpretações são desconhecidas, o mesmo tende a elaborar explicações alternativas para preencher essa lacuna.

Os resultados obtidos nessa sentença nos permitiram identificar mais OE que se interpõem ao processo de aprendizagem por parte dos alunos. Vejamos os dados apresentados no gráfico a seguir.

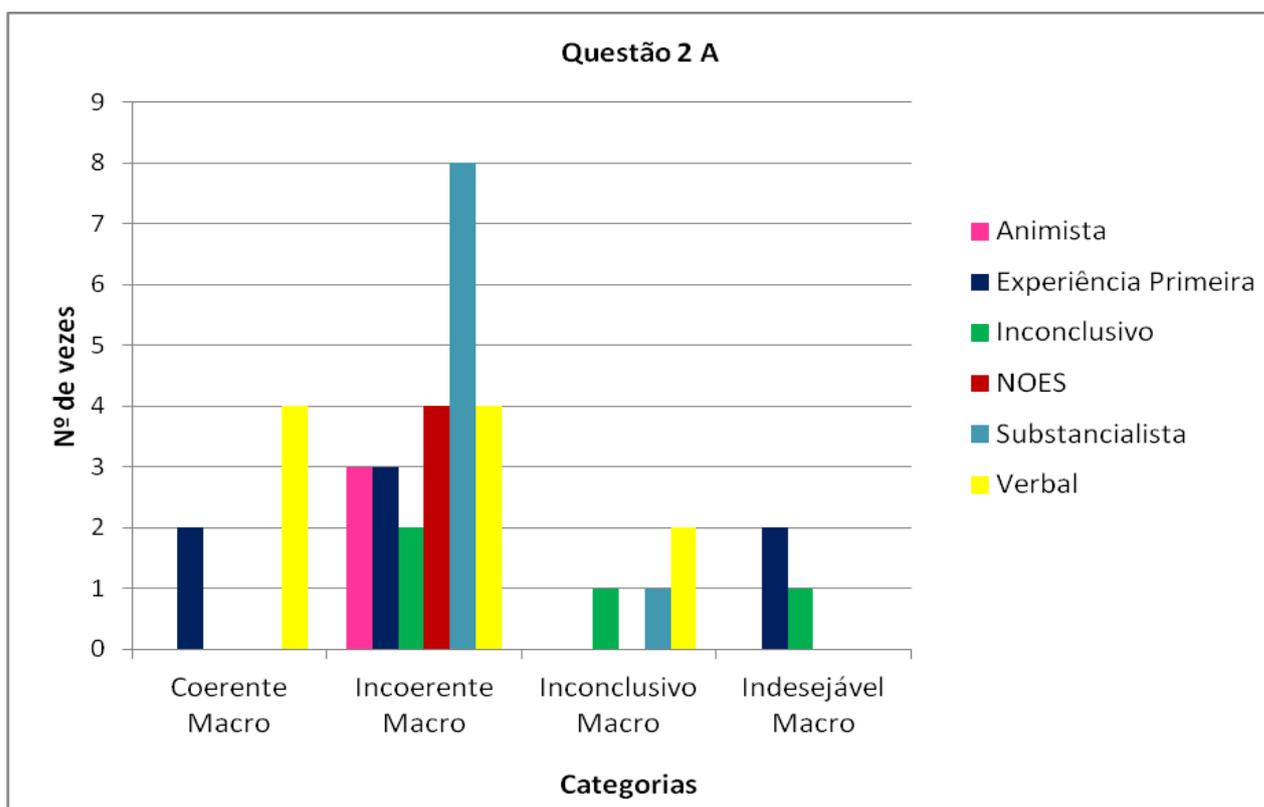


GRÁFICO 2: Dados obtidos na sentença 2 da questão 2 – OE versus respostas dos alunos

Podemos perceber a partir do gráfico que a categoria Incoerente Macro apresentou a maior variabilidade de Obstáculos Epistemológicos. Se subtrairmos as respostas cujos obstáculos foram considerados Inconclusivos ou, mesmo, Nenhum Obstáculo foi Saliente (NOES), temos que em 12 respostas, 18 vezes foram identificados entraves para a aprendizagem do tema difusão/osmose. Analisando as respostas desses 12 alunos percebemos que, na medida em que tentavam

elaborar uma justificativa para o fato de a folha murchar eles atribuíam qualidades e ações às substâncias, ora animadas (OE Animista) ora não (OE Substancialista) e, ao mesmo tempo (muitas vezes, mais de um OE foi encontrado em cada resposta), usavam o termo osmose de maneira inadequada, não explicitando o entendimento deste (OE Verbal) e/ou se remetiam a ocorrência do fenômeno como algo natural (OE Experiência Primeira). A impressão que temos relendo as respostas dos alunos (apêndice 10.2) é de que eles não tiveram muitas dificuldades em elaborar suas justificativas, pois já tinham muitas ideias que consideravam suficientes para explicar o fenômeno. Isso nos leva a inferir que o exemplo apresentado na questão é muito próximo à realidade do aluno (dia-a-dia escolar e extraclasse), porém nessa realidade as interpretações e justificativas difundidas para o fenômeno são até certo ponto limitadas por distintos entraves sendo que esses, por sua vez, bloqueiam/impedem uma compreensão mais coerente e efetiva da ocorrência do processo.

Outro ponto de destaque na análise do gráfico 2 foi a recorrência do OE Substancialista (OES), algo que está diretamente associado ao fato de os estudantes terem atribuído qualidades e ações para as substâncias trazendo as mesmas para o real, isto é, conforme discutido na análise do quadro 3, por terem construído explicações alternativas para o fenômeno.

A presença desse obstáculo foi muito significativa nas respostas categorizadas como incoerente macro porque os estudantes julgaram que as folhas murcham exclusivamente devido à presença e à ação do tempero, explicitando ideias como *o sal desidrata as folhas*, *o sal resseca*, *altera a folha* etc. Podemos entender essas concepções como obstáculos substancialistas porque limitam a aprendizagem dos estudantes na medida em que, para eles, *na substância encontra-se a razão única para todas as suas qualidades* (atributos e ações), *deixando-se de perceber que as substâncias químicas são inteiramente relativas umas às outras e suas propriedades são frutos dessas relações* (Bachelard, 1973 *apud* Lopes, 1993).

Os estudantes que tiveram suas respostas categorizadas como coerente (4 alunos) apresentaram uma ideia satisfatória similar ao que aconteceu com a sentença 2 da questão 1 e mais uma vez identificamos entraves para a aprendizagem. Dois alunos denominaram adequadamente o processo como osmose, mas não se remeteram à presença de uma membrana semipermeável (aspecto imprescindível para que a difusão ocorrida seja uma osmose), o que indica uma compreensão ainda superficial do termo (OE Verbal); e ainda, os mesmos associaram a ocorrência da osmose a uma tendência natural do sistema (OE-EP) e não à instabilidade energética provocada pela diferença de concentração entre os meios. Os outros

dois alunos apresentaram uma ideia coerente de difusão, mas disseram que a troca de solvente entre os meios ocorria *por osmose*, expressão essa inadequada uma vez que o processo em si denomina-se osmose. Isso mais uma vez demonstra que o termo é usado acriticamente pelos estudantes que não o compreendem plenamente (OEV), entrave este que impede um entendimento adequado do fenômeno em si.

Comparando as análises dos gráficos para as questões 1 e 2, cujas respostas referências se fundamentam basicamente numa compreensão do fenômeno de difusão, percebemos que vários OE têm limitado o entendimento dos estudantes, destacando-se respectivamente os obstáculos Experiência Primeira, Verbal e Substancialista.

Para sondarmos se os estudantes perceberam que os dois fenômenos eram similares, fizemos a seguinte pergunta no questionário:

Questão 2:

b) Você identifica alguma relação entre esse fenômeno e o descrito na primeira questão?

EXPLIQUE qual (is).

Resposta Referência:

Sentença: Sim. Ambos os fenômenos se tratam de difusão; sendo que no primeiro não há presença de uma membrana semipermeável como há no segundo, que é um fenômeno denominado osmose.

Apresentamos a seguir, o quadro 4 que refere-se aos dados encontrados para a questão 2B.

Quadro 4: Categorização e quantificação das respostas dos alunos para a questão 1 e 2A.

CATEGORIAS	NÍVEIS DA QUÍMICA	QUESTÃO 2B	
COERENTE	Macroscópico	3	10,0%
	Submicroscópico	-	-
INCOERENTE	Macroscópico	19	63,3%
	Submicroscópico	3	10,0%
INDESEJÁVEL	Macroscópico	5	16,7%
	Submicroscópico	-	-
INCONCLUSIVO	Macroscópico	-	-
	Submicroscópico	-	-
NÃO RESPONDEU		-	-

Apenas 3 alunos foram coerentes à resposta referência ao dizerem que existia similaridade e que ela estava no fato de os dois sistemas tenderem ao equilíbrio das concentrações. Esses três alunos foram exatamente os únicos a serem coerentes em ambas as respostas anteriores (sentença 2 das questões 1 e 2A). Outro ponto em comum é que esses três estudantes apresentaram como entrave para a aprendizagem o obstáculo verbal, algo que justifica porque embora tenham sido coerentes, não apresentaram uma resposta tão aprofundada e precisa como a resposta referência.

Como era de se esperar, tendo em vista a variabilidade de respostas para as questões anteriores, a maioria dos alunos foi incoerente em suas respostas por considerarem que não existiam similaridades, ou que ambos os processos corresponderiam à osmose, ou ainda que ambos os processos corresponderiam à reação química. Além desses, 5 alunos identificaram similaridades coerentes mas que não se aplicavam à nossa resposta referência (respostas classificadas como indesejáveis), por exemplo: *“a presença da água como similaridade”* ou *“a diluição como similaridade”*.

Os resultados dessa questão corroboram a validade de nossas análises anteriores, especialmente no que se refere a identificação dos mais diversos OE que têm limitado a aprendizagem dos estudantes sobre os temas difusão e osmose.

A seguir analisamos mais uma questão que trata do tema difusão/osmose, nesse caso, a questões 3A e 3B foram inseridas no questionário com o intuito de explorar mais explicitamente esses temas, já na questão 3C a presença da membrana semipermeável na osmose.

Questão 3:

Foi analisado que ao colocarmos ameixas secas em um frasco com água e deixarmos mergulhadas por um período de um dia observa-se que as ameixas incham.

a) Para você, **POR QUE** acontece isso com as ameixas? **EXPLIQUE** sua resposta em detalhes.

Resposta Referência:

Sentença 1: A água penetra na ameixa e por isso ela incha (reidratação).

Sentença 2: Este processo ocorre devido à instabilidade do sistema provocada pela diferença de concentração (potencial químico) entre a água (meio menos concentrado) e a ameixa (meio mais concentrado) que provoca a passagem de água (difusão) pela membrana semipermeável (Osmose).

CONCEITOS-CHAVE: ABSORÇÃO DE ÁGUA E DIFERENÇA DE CONCENTRAÇÃO (POTENCIAL QUÍMICO).

Assim como as demais, a questão 3 foi dividida em duas sentenças distintas para facilitar sua análise.

A partir da resposta referência, a **sentença 1** pressupôs como questão: **por que a ameixa incha?** No momento em que os estudantes remetessem a ideia de que a ameixa incha porque ocorre *reidratação, a água penetra na ameixa*, eles estariam coerentes com a resposta da sentença 1. Mais uma vez, se trata de uma sentença que demanda especialmente o nível macroscópico e por isso uma explicação coerente a ser dada pelo aluno é considerada com um grau de complexidade baixo.

Já a **sentença 2** pressupôs como questão: **por que a ameixa reidrata?** A partir do momento em que o estudante mencionasse que a ameixa reidrata devido a *uma diferença de concentração entre os meios, e que essa diferença de concentração tenderia a um equilíbrio*, eles estariam coerentes com a resposta referência da sentença 2. Para essa segunda sentença também entendemos que, assim como as anteriores, para ser considerada como uma resposta coerente, a abordagem submicro seria necessária, pois o estudante precisaria refletir nessa dimensão mais abstrata para elaborá-la. Desta forma, novamente percebemos um grau de

complexidade maior nessa questão que na primeira, pois exige que o aluno extrapole a dimensão visual do fenômeno.

Essa sentença foi a que nos permitiu identificar a presença dos obstáculos epistemológicos.

Apresentamos a seguir, o quadro 5 que refere-se aos dados encontrados para a questão 3.

Quadro 5: Categorização e quantificação das respostas dos alunos para a questão 3A.

QUESTÃO 3A							
CATEGORIAS	NÍVEIS DA QUÍMICA	SENTENÇA 1			SENTENÇA 2		
COERENTE	Macroscópico	28	93,3%	93,3%	2	6,7%	7,4%
	Submicroscópico	-	-	-	-	-	-
INCOERENTE	Macroscópico	2	6,7%	6,7%	25	83,3%	92,6%
	Submicroscópico	-	-	-	-	-	-
INDESEJÁVEL	Macroscópico	-	-	-	-	-	-
	Submicroscópico	-	-	-	-	-	-
INCONCLUSIVO	Macroscópico	-	-	-	-	-	-
	Submicroscópico	-	-	-	-	-	-
NÃO RESPONDEU		-	-	-	3	10,0%	-

Considerando apenas os alunos que responderam a sentença.

Podemos perceber a partir da análise dos resultados do quadro 5 para a sentença 1, que todos os estudantes tiveram suas respostas no nível macroscópico, conforme esperado pelas características da questão.

Todos os alunos responderam a sentença 1, dentre eles 93,3% obtiveram respostas coerentes, sendo que eles expressaram a ideia de que a ameixa utilizada é desidratada e na presença de água ela tende a se reidratar, visto que o aumento do volume foi um fator determinante para os estudantes justificarem suas respostas. Acreditamos que o resultado se justifica por se tratar de uma questão muito objetiva e que o fator visual contribuiu para o estudante responder satisfatoriamente a questão.

Entretanto, julgamos que a aparência da ameixa dentro do copo com água, por exemplo, pode ter confundido alguns alunos, isso porque alguns (2 alunos) observaram umas bolhinhas que se formaram na superfície da ameixa e foram incoerentes em suas respostas confundindo o processo de absorção com densidade e com a falta de oxigênio.

Dentre os estudantes que responderam a sentença 2, 7,4% (2 alunos) foram coerentes em suas respostas, sendo que um estudante explica que *a ameixa tende a receber água do meio que tem mais para alcançar o equilíbrio*, e o outro diz que a reidratação acontece devido a ameixa inchar, pois a água é “transferida” para o meio mais concentrado, que é a ameixa, sendo essas coerentes de acordo com a definição da resposta referência para essa sentença.

Em relação aos estudantes que responderam a sentença 2 (25 alunos), 92,6% foram incoerentes em suas respostas, sendo que 13 estudantes disseram que o fenômeno acontece devido “a ameixa absorver água do meio.” Desta forma, percebemos que os estudantes ao responderem essa questão, atribuem qualidades e ações as substâncias, como algo necessário para o fenômeno acontecer.

Já os outros 12 estudantes tiveram uma variabilidade de respostas para a questão, uns consideraram a reidratação da ameixa como uma tendência natural do sistema, que não demandaria mais explicações, outros usaram a expressão *“a ameixa reidrata por osmose”* sem a devida explicação para o fenômeno, ou ainda confundindo o fenômeno com osmose reversa.

Através dos resultados acima, percebemos que a sentença 2 nos foi importante para pensarmos o quanto complexo é para o estudante justificar um fenômeno tão conhecido e, ao mesmo tempo, tão pouco interpretado/refletido criticamente quanto a sua ocorrência, uma vez que isso acarreta em buscas por justificativas alternativas e, conseqüentemente à geração de entraves (OE) para uma aprendizagem mais coerente. Vejamos os resultados apresentados no gráfico a seguir.

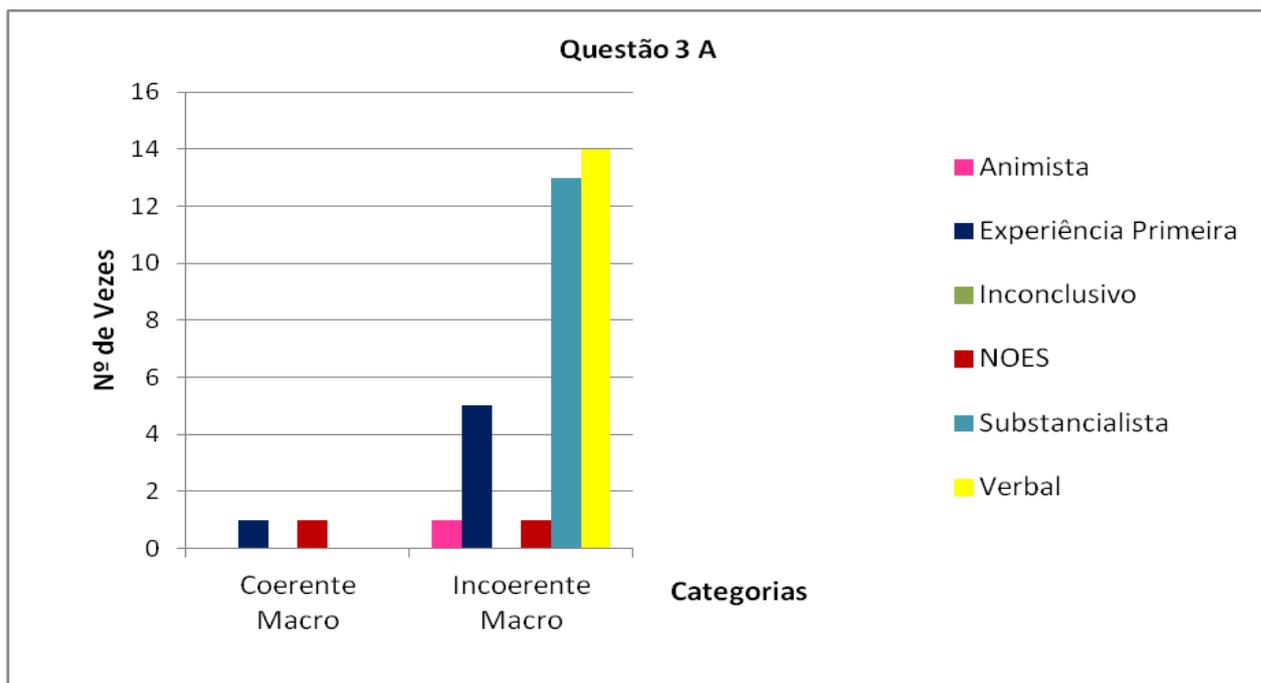


GRÁFICO 3: Dados obtidos na sentença 2 da questão 3 – OE versus respostas dos alunos.

A partir do gráfico 3, observamos que os estudantes que não conseguiram explicar a sentença 2, sendo incoerentes em suas respostas, apresentaram um grande número e diversidade de Obstáculos Epistemológicos.

Em relação a categoria Incoerente, percebemos que o OE Verbal (V) apareceu em destaque devido as explicações utilizadas pelos estudantes ao responderem a questão, sendo que os mesmos utilizavam o termo Osmose de forma incorreta e ao mesmo tempo não se atentavam em explicar e/ou justificar o processo, como por exemplo, *“as ameixas são secas em relação a água, então nesse meio elas se hidratam por osmose”*.

Outra categoria que nos chamou atenção ao analisarmos o gráfico 3, foi o OE Substancialista (S), sendo que essa categoria esta diretamente ligada ao fato de os estudantes atribuírem ações e qualidades as substâncias, como discutido na análise do quadro 5, que os mesmos não conseguem justificar a questão, sendo necessário atribuir algo como o agente do processo, como se esse fato fosse suficiente para o processo ocorrer.

Já em relação ao obstáculo Experiência Primeira (EP), esse também nos chamou atenção porque os estudantes demonstraram acreditar que *a ameixa possuía uma tendência natural de se reidratar porque está em contato com o solvente*, que o significa pensar que é tão óbvio que não seria necessário uma explicação mais detalhada sobre o fenômeno.

Dentre os estudantes que tiveram suas respostas categorizadas como coerentes, um deles apresentou a ideia de que a hidratação da ameixa se tratava de um processo natural. Mesmo tendo acrescentado que o sistema tenderia a um equilíbrio (e por isso foi classificada como coerente), consideramos a presença do entrave caracterizado como OE Experiência Primeira (EP), pois a resposta do estudante como um todo nos pareceu limitada por essa ideia.

Entendemos que, novamente, esses resultados são coerentes com os obtidos anteriormente neste trabalho, o que contribui para reforçar a validade de nossa análise.

Questão 3:

Foi observado também que ao colocarmos as ameixas secas dentro de um saquinho em um frasco com água e o deixarmos mergulhado por um período de um dia, nada aconteceu com as ameixas.

b) **POR QUE** não acontece o mesmo com as ameixas dentro do saquinho? **EXPLIQUE** sua resposta em detalhes.

Resposta referência:

Sentença: Não acontece porque o saquinho é feito de material impermeável (que não deixa passar qualquer tipo de substância) e age como uma membrana impermeável, impossibilitando a difusão.

Conceito-chave: IMPERMEABILIDADE.

Como brevemente comentado na metodologia deste trabalho, essa questão foi acrescentada ao questionário com o intuito de chamar a atenção dos alunos para o papel de uma membrana semipermeável no fenômeno osmose, tal que estes pudessem explicitar seus conhecimentos sobre isso, caso os tivessem. No caso específico dessa questão, esperávamos que os alunos reconhecessem o caráter impermeável do saquinho para que, na próxima questão (3C), eles pudessem associar essa ideia à semipermeabilidade da casca da ameixa. Dado esse objetivo bem específico, quando os estudantes foram coerentes em suas respostas, mas não falaram explicitamente da impermeabilidade do saquinho, estas foram classificadas como indesejáveis, pois acreditamos que esse detalhe limitaria a resposta da questão seguinte. Após analisarmos a questão 3C, continuamos achando essa hipótese válida, por isso mantivemos esse critério na categorização das respostas apresentadas a seguir no quadro 6.

Quadro 6: Categorização e quantificação das respostas dos alunos para a questão 3B.

CATEGORIAS	NÍVEIS DA QUÍMICA	QUESTÃO 3B	
		Quantidade	Porcentagem
COERENTE	Macroscópico	6	20,0%
	Submicroscópico	-	-
INCOERENTE	Macroscópico	5	16,7%
	Submicroscópico	-	-
INDESEJÁVEL	Macroscópico	19	63,3%
	Submicroscópico	-	-
INCONCLUSIVO	Macroscópico	-	-
	Submicroscópico	-	-
NÃO RESPONDEU		-	-

Analisando a tabela percebemos que apenas 6 alunos foram coerentes em relação à resposta referencial, ao justificarem que o saquinho é impermeável, sendo assim não permitia a passagem de água para o lado de dentro do mesmo.

Além disso, 5 alunos (16,7%) foram incoerentes em suas respostas por considerarem que o saquinho impedia (i) a entrada de líquido para reagir com a ameixa, ou (ii) que a ameixa pudesse *absorver* a água do meio, ou ainda, (iii) que a ameixa entrasse em contato com o ar.

Finalmente, destacamos que a grande maioria teve sua resposta classificada como indesejável exatamente pela restrição que fizemos à resposta referencial. Como comentado acima da tabela, na análise da próxima questão poderemos perceber um possível consequência desses resultados.

Questão 3:

c) Com base em suas respostas para os itens a e b, **EXPLIQUE** o papel da casca ameixa?

Resposta referencial:

Sentença: A casca da ameixa tem um papel de membrana semipermeável, isto é, através dela é possível ocorrer a passagem de partículas menores como as de solventes (por exemplo: água) por difusão, mas não é possível a passagem de partículas maiores como as de solutos.

CONCEITO-CHAVE: MEMBRANA SEMIPERMEÁVEL.

Primeiramente, decidimos analisar a questão 3C em uma única sentença, porque o único intuito é identificar se os estudantes sabem explicar o papel da casca da ameixa.

No momento em que os estudantes expressassem a ideia de que o papel da casca da ameixa *é permitir exclusivamente a passagem da água entre os meios separados por ela*, eles estariam coerentes com a resposta referência, sendo que para essa justificativa o aluno poderia refletir em uma dimensão tanto macro quanto submicro, conforme a variação de complexidade de sua resposta.

Dessa forma, essa questão exigiria certo grau de abstração e os motivos pelos quais a colocamos no questionário é para que pudéssemos perceber, até que ponto o estudante entenderia e reconheceria o papel da membrana semipermeável.

Apresentamos a seguir, o quadro 7 que refere-se aos dados encontrados para a questão.

Quadro 7: Categorização e quantificação das respostas dos alunos para a questão 3C.

QUESTÃO 3C				
CATEGORIAS	Níveis da química	Sentença		
COERENTE	Macroscópico	5	16,7%	18,0%
	Submicroscópico	-	-	-
INCOERENTE	Macroscópico	13	43,3%	46,0%
	Submicroscópico	-	-	-
INDESEJÁVEL	Macroscópico	9	30,0%	32,0%
	Submicroscópico	-	-	-
INCONCLUSIVO	Macroscópico	1	3,3%	4,0%
	Submicroscópico	-	-	-
NÃO RESPONDEU		2	6,7%	-

Considerando apenas os alunos que responderam a sentença.

Podemos perceber a partir da análise dos resultados do quadro 7 para a questão, que todos os estudantes tiveram suas respostas no nível macroscópico, conforme esperado pelas características da questão.

Em relação aos estudantes que foram coerentes em suas respostas (5 alunos), 4 deles são os mesmos alunos que foram coerentes na resposta da questão anterior (3B). Eles explicaram

que a casca da ameixa tem o papel de regular a entrada de água na ameixa, mas nenhum se referiu explicitamente ao termo ‘membrana semipermeável’.

Ainda dentre os estudantes que responderam a questão, 46,0% (13 alunos) foram incoerentes, sendo que tiveram uma alteração de respostas por considerarem que a casca impedia as trocas gasosas entre o ambiente, ou que ocorria uma reação química, ou ainda confundindo o papel da casca como, por exemplo, a casca absorve água. Além desses, 32% deram respostas consideradas indesejadas, pois se referiram à casca da ameixa como tendo o papel de proteger o fruto.

Sendo assim, vejamos o gráfico que se segue, sobre os OE encontrados.

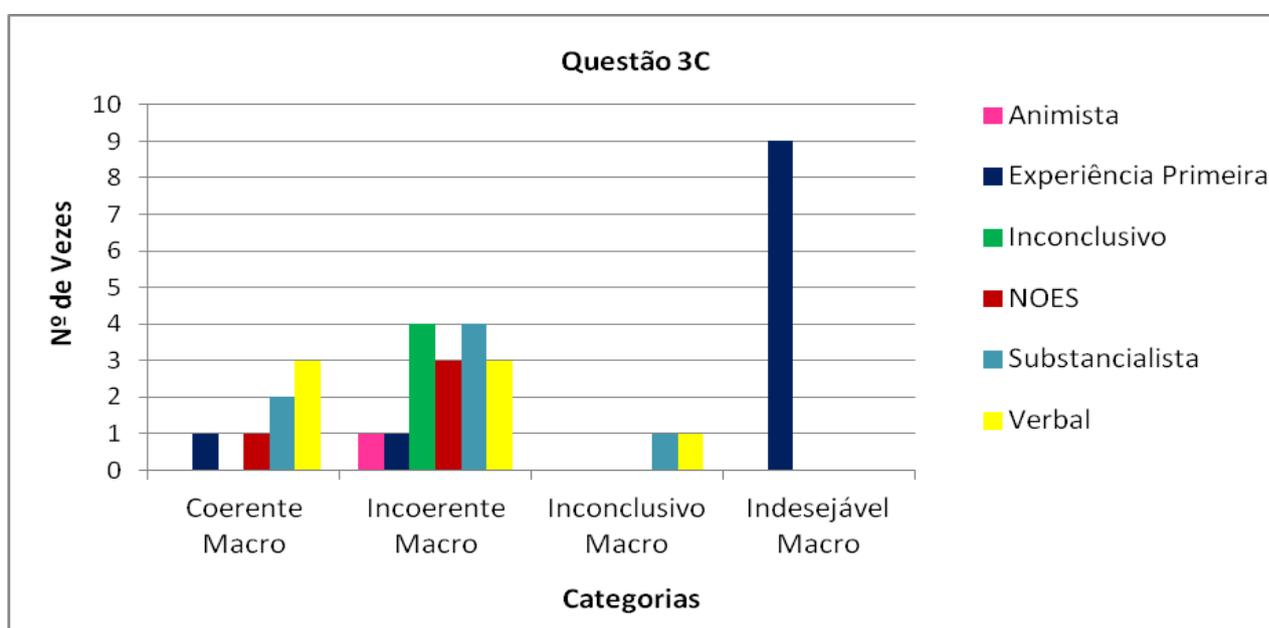


Gráfico 4: Dados obtidos da questão 3C – OE versus respostas dos alunos.

Podemos perceber a partir do gráfico que a categoria Incoerente Macro apresentou um maior número de Obstáculos Epistemológicos. Sendo que se subtrairmos as respostas dos Inconclusivos e nenhum obstáculo saliente (NOES), temos que de 13 respostas, em 6 foram identificados uma variedade de entraves para a aprendizagem. Ao analisarmos tais respostas dos estudantes, percebemos que, na maioria das vezes, os mesmos tentavam explicar o papel da casca da ameixa atribuindo qualidades a ela (OE Substancialista), e/ou se remetiam ao termo osmose sem a devida explicação para o fenômeno (OE Verbal).

Um resultado bem interessante e, podemos dizer bem coerente, foi o fato de que todos os alunos que deram respostas indesejáveis, assim o fizeram por se remeterem aos aspectos

mais significativos de suas experiências cotidianas com a ameixa – pois pensaram na casca como *protetora natural da fruta* (OE Experiência Primeira).

Finalmente, vale ressaltar que os OE percebidos nas respostas classificadas como coerentes são os mesmos que vêm acompanhando os estudantes desde o início de nossas análises.

Então, encerrada essa etapa de análises passamos para as conclusões desse trabalho.

7. CONCLUSÕES

Conforme delimitado nos objetivos desse trabalho, essa seção está organizada de modo a responder as questões de pesquisa que formam definidas anteriormente.

Primeira Questão: Quais os obstáculos existentes no processo de compreensão de estudantes do ensino médio do tema Osmose?

Considerando-se os Obstáculos Epistemológicos selecionados para esse trabalho – sendo esses: Obstáculo da Experiência Primeira; Obstáculo verbal; Obstáculo substancialista e Obstáculo animista – todos foram encontrados nas respostas dos estudantes mediante triangulação de árbitros. Dentre os quatro Obstáculos discutidos, os mais recorrentes foram o Obstáculo da Experiência Primeira, Obstáculo Verbal e o Obstáculo Substancialista.

Ao compararmos os gráficos obtidos na seção anterior, percebemos que para as questões 1A e 3C o obstáculo que se destacou aparecendo em maior número de vezes foi o Obstáculo da Experiência Primeira, sendo que isso se deu pelo fato de os estudantes fundamentarem suas respostas quase que exclusivamente aos aspectos macroscópicos relacionados às observações dos fenômenos ou, ainda, em outras de suas experiências cotidianas.

Já, considerando as questões 2A e 3A, percebemos que os obstáculos que se destacaram aparecendo com frequências elevadas e bem próximas foram os OE verbal e substancialista, sendo que os estudantes justificaram suas respostas novamente de acordo com o nível macro, ou seja, atribuindo ao aspecto visual um fator determinante para o ocorrido. Nos casos de OE Verbais, quando os alunos utilizavam um termo do ensino formal (por exemplo: Osmose) para explicar o fenômeno, eles não acrescentavam detalhes relevantes em suas explicações ou, ainda, o utilizavam de forma inadequada. Nos casos de OE Substancialistas, quando não conseguiam explicar quimicamente o que acontecia, atribuíam qualidades e ações às substâncias, de acordo com o que acreditavam.

Embora reconheçamos que, possivelmente, outros OE propostos por Bachelard poderiam ser identificados a partir das respostas dos alunos, consideramos que nossa seleção foi relevante devido a mesma ter suportado coerentemente nossas análises dos dados.

Segunda Questão: Como esses obstáculos se relacionam com as especificidades desse tema?

Antes de responder essa questão, entendemos ser relevante reforçarmos aqui o que entendemos como **especificidades do tema Osmose**.

Levando em conta os três níveis da química propostos por Jonhstone (1982), temos que, para que o estudante possa compreender bem os aspectos explorados nesse trabalho, ele deveria conseguir transitar entre os **níveis macro** (do fenômeno) e **submicro** (da explicação teórica, do abstrato).

Outra especificidade deste tema se refere ao fato de ele tratar de um fenômeno **extremamente presente no cotidiano** dos alunos (como justificamos na seção 3.2) – o que implica em estes estudantes terem várias concepções espontâneas sobre o assunto – e muitas vezes, **explorado de maneira superficial e pouco contextualizada no ensino**, especialmente de química (como demonstramos no quadro 1 da seção 3.2) – o que implica em os estudantes, possivelmente, adaptarem as novas informações às suas realidades e ideias iniciais, formulando explicações alternativas para o processo, por exemplo.

Considerando-se, então, esses aspectos e a análise da recorrência dos OE apresentada na resposta à questão anterior, pudemos identificar as seguintes relações abaixo:

- ❖ O OE Experiência Primeira foi mais recorrente em questões que pareciam ser bem familiar aos alunos em termos do fenômeno macro, e pouquíssimo familiar aos alunos em termos de uma abordagem mais formal e abstrata, isto é, de uma interpretação mais científica do processo.
- ❖ Os OE Verbal e Substancialistas foram igualmente recorrentes em questões que, novamente, inferimos ser bem familiares aos estudantes e que acreditamos ser frequentemente tratadas em sala de aula (inclusive utilizando-se o mesmo contexto⁶ – da alface e da ameixa), contudo de maneira superficial (ver quadro 1, seção 3.2). Nesse sentido, consideramos que as elaborações de explicações alternativas pelos alunos (híbridas em termos de conhecimentos espontâneos e formais) bem como as limitações deste para lidar com termos carregados de significados pouco familiares (como por exemplo: Osmose) estejam associados à superficialidade com que esse fenômeno é abordado e à pouca atenção às ideias prévias dos alunos (que devem ser muitas uma vez que os fenômenos

⁶ Concepção baseada nas experiências pessoais das autoras e nos livros didáticos analisados na seção 3.2.

apresentados estão presentes em seus cotidianos), característica predominante no ensino tradicional.

- ❖ O OE Animista apareceu poucas vezes em nossa análise. Considerando sua proximidade conceitual com o OE Substancialista, exceto pelo fato de as ações atribuídas pelos alunos às substâncias serem animadas, entendemos que a presença desse obstáculo se relaciona aos mesmos aspectos destacados anteriormente, acrescentando-se apenas que os estudantes recorreram a atributos comumente associados aos seres vivos.

8. IMPLICAÇÕES

Embora reconheçamos que não fizemos um levantamento dos trabalhos que vem sendo desenvolvidos na área de ensino de química e de ciências relacionados à perspectiva Bachelardiana, consideramos relevante destacar, ainda que brevemente e mesmo que não sejam inéditas, as contribuições que acreditamos emergir potencialmente desse trabalho:

- **Para o Ensino de Ciências:** entendemos que os resultados sugerem a necessidade de o professor (i) estar mais atento ao papel da linguagem específica da ciência em sala de aula, tal que se busque promover uma melhor compreensão dos alunos especialmente de termos que carregam muitos significados e/ou descrevem todo um processo (como o termo Osmose) e (ii) evocar as ideias prévias dos alunos para, a partir delas, construir novos significados relacionando, sempre que necessário, fenômeno, teoria e representação, especialmente quando o conteúdo trabalhado é muito presente no cotidiano dos alunos, o que significa dizer que, muito provavelmente, a grande maioria dos alunos terão vivenciado as mais diversas experiências relacionadas ao tema e elaborado várias igualmente diversas concepções espontâneas.
- **Para a Pesquisa em Ensino de Ciências:** primeiro, entendemos que os Obstáculos Epistemológicos merecem um pouco mais de atenção das pesquisas acadêmicas dessa área. Isto porque, como relatado nas seções *Motivação* e *Contextualização* desse trabalho, quando pensamos em investigar as dificuldades de aprendizagem dos estudantes sobre o tema osmose, inicialmente acreditávamos que iríamos lidar com concepções alternativas, cujas pesquisas são bem mais difundidas na literatura. Entretanto, ao percebermos que muitas vezes as dificuldades dos alunos estavam relacionadas às suas limitações em lidar com as especificidades da ciência (por exemplo: a linguagem), notamos que esses entraves são bem distintos das concepções alternativas – uma vez que, simplificada, concebemos esta última como conhecimentos que são estabilizados pelos estudantes e que são incoerentes com os conhecimentos científicos – porém pouco explorados na literatura. Um exemplo que podemos analisar é a diferença existente entre o aluno dizer que “o sal puxa a água da alface” e acreditar nisso (concepção alternativa animista) ou dizer que “o sal “puxa” a água da alface”, pois o *puxa entre aspas* nos leva a refletir que este estudante não necessariamente acredita que

o sal tenha a capacidade de puxar, mas pode ser que ele não saiba uma outra palavra que possa traduzir o que ele pensa. Para Bachelard, esse entrave impede que o estudante aprenda ciência de fato, isto é, distinga a ciência do senso, da linguagem comum.

Segundo, contanto que mais pesquisas sejam desenvolvidas sobre esses entraves no processo de aprendizagem dos estudantes, consideramos promissor que futuras pesquisas busquem fornecer subsídios aos professores para que eles possam lidar com esses obstáculos em sala de aula, tanto auxiliando a superação dos mesmos por parte dos alunos quanto evitando que tais entraves se estabeleçam.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. R. (2000). Estudo das Ideias que Alunos do Ensino Médio Apresentam Sobre “Equilíbrio Químico.” Monografia de Licenciatura pela UFMG. 2000

BACHELARD, G.(1996). A Formação do Espírito Científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento/ Gaston Bachelard; tradução Estela dos Santos Abreu. - Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRASIL, Ministério da Educação. PCNEM- Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio Brasília, 2001.

Chagas, J. A. S. (2001). Obstáculos Encontrados no Processo de Compreensão do Conceito de Reação Química. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/cap/images/aplicacao/artigofeiracap%20aercio.pdf>>. acesso em julho de 2012.

DAMASCENO, H. C., BRITO, M. S., WARTHA, E. J. (2008). As representações mentais e a simbologia química, XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV Enpeq).

FURIÓ, C., FURIÓ, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas em el aprendizaje de los procesos químicos. Educación Química 11 [3]. Julho de 2000.

GOMES, H. J. P., OLIVEIRA, O. B. (2007). Obstáculos Epistemológicos no Ensino de Ciências: Um Estudo Sobre Suas influências nas Concepções de Átomo. Ciência e Cognição 2007; Vol. 12: 96-109.

JONSTONE, A.H. (1982).Macro and micro chemistry. The school Review-v.64: n.227, p. 377-379, 1982.

LOPES, A. R. C. (1993). Livros Didáticos: Obstáculos Verbais e Substancialistas* ao Aprendizado da Ciência Química. R. Bras. Est. Pedag., Brasília, V. 74, n.177, p. 309-334, maio/ago. 1993.

MARTINS, C. M. C. (2004). Explicações de Estudantes do Ensino Médio sobre o murchar de uma folha de alface temperada: evidencias de mudança de teoria- em – uso, p. 1-37.

MORTIMER, E. F. (1996). Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos? Investigações em Ensino de Ciências – V1(1), pp. 20 – 39.

QUEIROZ, A. S. (2009). Contribuições do Ensino de Ligação Iônica baseado em Modelagem ao Desenvolvimento da Capacidade de Visualização. Dissertação de Mestrado pela Universidade Federal de Minas Gerais – MG, 2009.

SILVA, J.I., MOREIRA, E. M. S. (2010). Saber Científico e saber escolar: uma análise epistemológica e didática. Revista Educação Pública. Cuiabá, V. 19, n. 39, p.13-28, jan./ abr.2010.

10. APÊNDICES

10.1. QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ESTUDANTES

Neste exercício, após responder cada item, você deve fazer uma avaliação do grau de dificuldade que você sentiu ao respondê-lo. Pense com cuidado, pois suas respostas serão importantes para identificar quais os maiores problemas neste tópico.

- 1) Ao colocarmos um refresco em pó de uva em água, a solução adquire uma coloração roxa, mesmo se não agitarmos a mistura.
 - a) Suponha que você tivesse uma lupa super potente e conseguisse ver as menores partículas desse sistema. Tente **EXPLICAR, POR QUE** o processo descrito acima acontece?

- b) Avaliação do item: () Fácil () Médio () Difícil

JUSTIFICATIVA:

- 2) Quando temperamos uma salada de folhas cruas (alface, agrião etc.) e não a consumimos imediatamente as folhas murcham.
 - a) **POR QUE** isso acontece? **EXPLIQUE** detalhadamente.

- b) Você identifica alguma relação entre esse fenômeno e o descrito na primeira questão? **EXPLIQUE** qual(is).

c) Avaliação do item: () Fácil () Médio () Difícil

JUSTIFICATIVA:

3) Foi analisado que ao colocarmos ameixas secas em um frasco com água e deixarmos mergulhadas por um período de um dia observa-se que as ameixas incham.

a) Para você, **POR QUE** acontece isso com as ameixas? **EXPLIQUE** sua resposta em detalhes.

Foi observado também que ao colocarmos as ameixas secas dentro de um saquinho em um frasco com água e o deixarmos mergulhado por um período de um dia, nada aconteceu com as ameixas.

b) **POR QUE** não aconteceu o mesmo com as ameixas dentro do saquinho? **EXPLIQUE** sua resposta em detalhes.

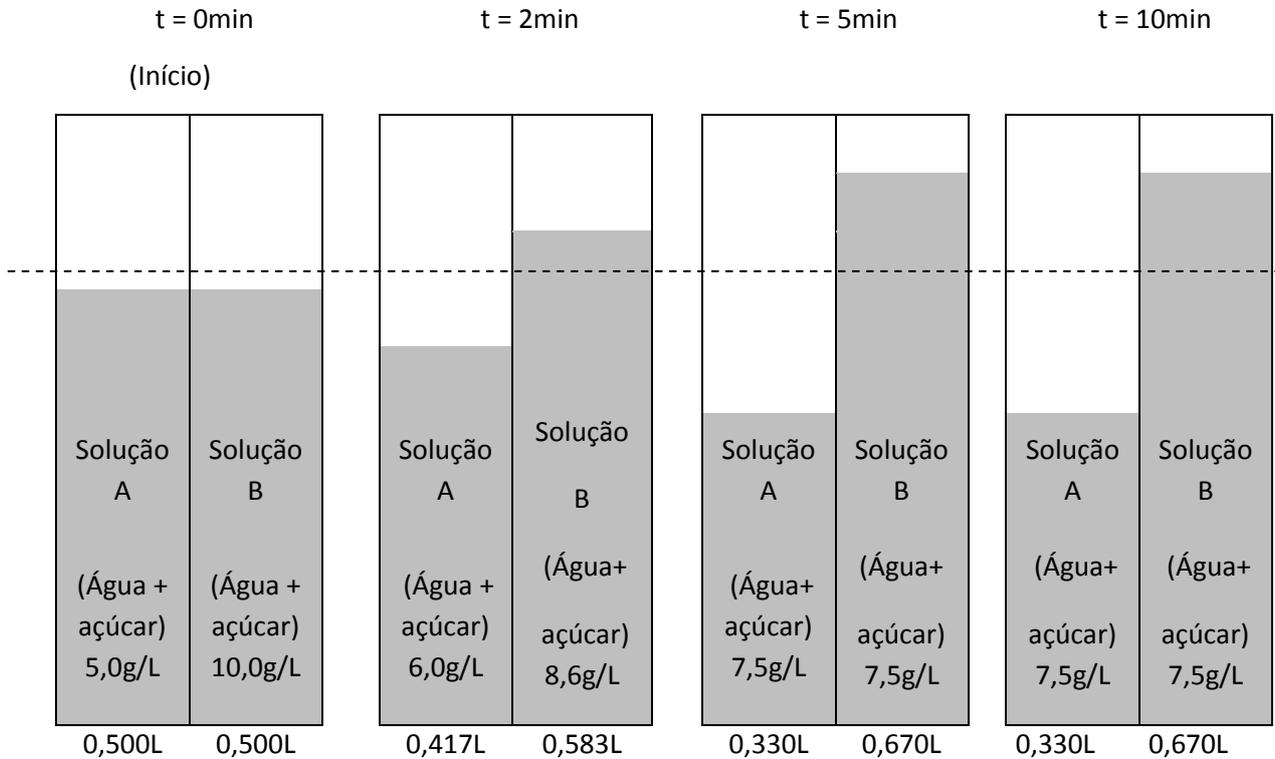
c) Com base em suas respostas para os itens a e b, **EXPLIQUE** o papel da casca da ameixa?

d) Avaliação do item: () Fácil () Médio () Difícil

JUSTIFICATIVA:

4) **ANALISE** os sistemas abaixo e **RESPONDA** as questões.

Sistema I:



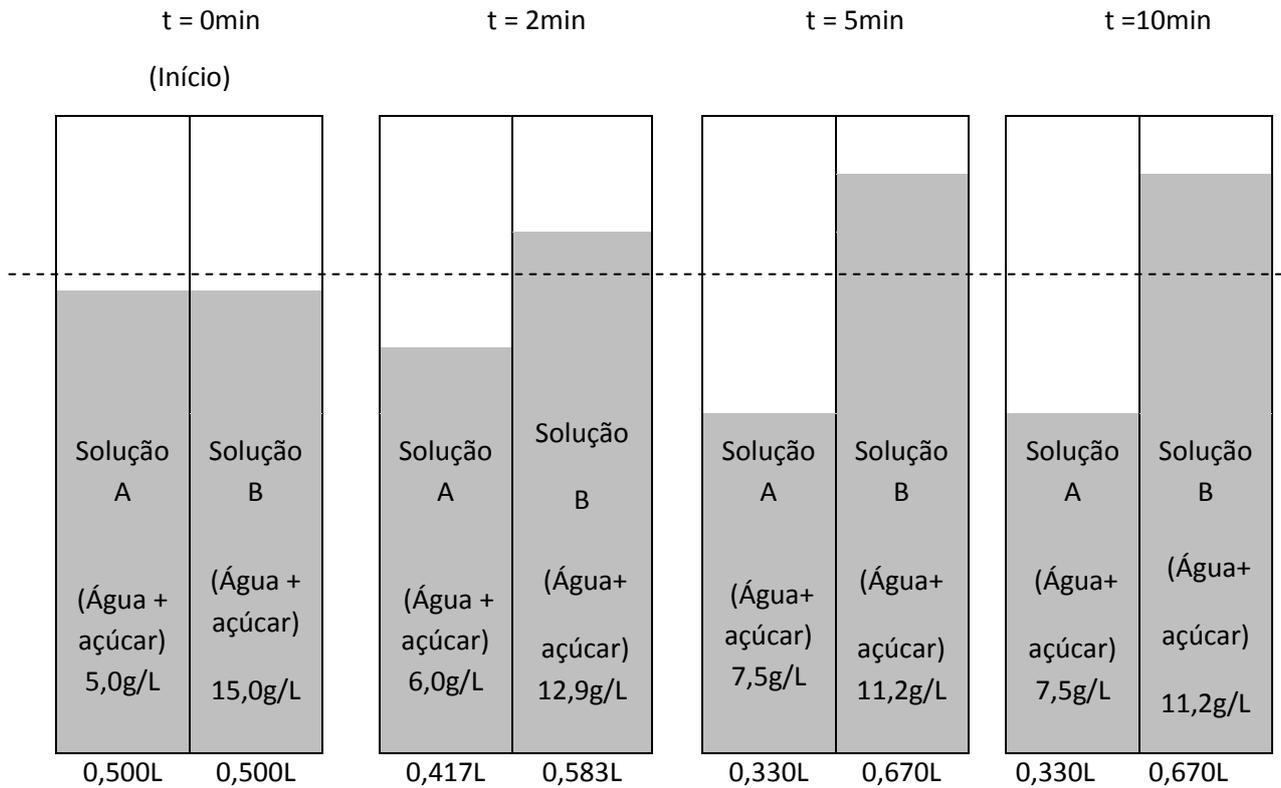
DESTACANDO as variações dos volumes e concentrações, **EXPLIQUE** o que aconteceu com o sistema nos intervalos de tempo:

a) Entre 0 e 2 min.

b) Entre 2 e 5 min.

c) Entre 5 e 10 min.

Sistema II:



DESTACANDO as variações dos volumes e concentrações, **EXPLIQUE** o que aconteceu com o sistema nos intervalos de tempo:

a) Entre 0 e 2 min.

b) Entre 2 e 5 min.

c) Entre 5 e 10 min.

d) A que **CONCLUSÃO** você pode chegar comparando os dois sistemas? **EXPLIQUE.**

e) Avaliação do item: () Fácil () Médio () Difícil

JUSTIFICATIVA:

5) **QUAIS** foram as maiores dificuldades que você teve durante o desenvolvimento dessa atividade?

6) **POR QUE** você acha que teve essa(s) dificuldade(s)?

7) **ASSINALE**, dentre os itens abaixo, aquele(s) que você acredita ter contribuído para a melhor compreensão deste tópico. A seguir, justifique sua resposta.

() as explicações dadas pelo(a) professor(a) nas aulas

() a resolução de exercícios

() a leitura do livro texto

() Outro(s)- indique: _____

10.2. CATEGORIZAÇÃO:

Grupo 1: Quanto aos Níveis da Química:

Macro: quando na resposta não aparecerem termos como partículas, moléculas;

Submicro: quando na resposta aparecerem termos como partículas, moléculas;

Representacional: quando na resposta aparecerem relações com os signos químicos e desenhos.

Grupo 2: Quanto à qualidade das respostas:

Coerente: quando aparecerem aspectos relacionados à resposta referência – C;

Incoerente: quando aparecerem aspectos errados em relação à resposta referência – In;

Indesejável: quando aparecerem aspectos corretos diferentes da resposta referência – Id;

Inconclusivo: quando não for possível julgar a resposta do aluno relacionando à resposta referência – Iv;

Não respondeu: quando o aluno não responde a questão – NR.

Quando a resposta referência tiver mais de uma sentença a ser categorizada, por exemplo:

Por quê? Explique; cada análise será feita separadamente e a categoria será complementada com o número correspondente à sentença analisada.

Exemplos:

Sentença 1= por que... Sentença 2= explicação...

Se o aluno respondeu **por que** coerente e **explicou** incoerente: categorização – coerente 1; incoerente 2.

Se o aluno respondeu **por que** incoerente e não **explicou**: categorização – incoerente 1; não respondeu 2.

Caso ambas as sentenças tenham a mesma classificação, não será incrementado o número da categoria.

Grupo 3: Quanto aos Obstáculos Epistemológicos:

Experiência primeira (Adaptação à Resposta Referência): Caracterizamos como **experiência primeira** quando o estudante se refere ao fenômeno como sendo algo natural do processo, sendo que uma simples observação (visualização) deste é suficiente para entender o ocorrido.

Ex: “Devido à presença do tempero que provavelmente contém sal, a folha da alface tende a desidratar; similar ao que acontece quando jogamos sal em uma lesma.”

Obstáculo verbal (Adaptação à Resposta Referência): Caracterizamos como **obstáculo verbal** quando o estudante se refere à explicação de um fenômeno usando um termo carregado de significados os quais, por sua vez, não são explicitados em nenhuma das respostas do aluno, ou ainda, são atribuídos de forma incorreta ao termo usado (demonstrando a não compreensão do mesmo).

Ex: “Através da osmose, o sistema tende a se equilibrar.”

“Porque a folha da alface realiza osmose perdendo solvente para o meio.”

Obstáculo Substancialista (Adaptação à Resposta Referência): Caracterizamos como sendo **obstáculo substancialista** quando o estudante se refere a uma substância como agente do processo, atribuindo a ela as qualidades e/ou ações necessárias/suficientes para ocorrência do fenômeno.

Ex: “As ameixas incham porque elas absorvem a água que está em contato com elas.”

Obstáculo animista (Adaptação à Resposta Referência): Caracterizamos como **obstáculo animista** quando o estudante se refere à substância como algo que possui vida, isto é, quando lhe confere atributos comumente associados a seres vivos.

Ex: “O sal puxa a água das células.”

“Porque o saquinho não permitiu a passagem de água para a ameixa.”

Nenhum Obstáculo Epistemológico Saliente (NOES): quando não identificar nenhum dos quatro OE acima mediante análise das respostas dos alunos, usamos a categoria NOES (que significa, então, não temos evidência de nenhum obstáculo). Também a utilizamos quando os alunos não respondiam a sentença analisada (NR) ou quando suas respostas não estavam associadas ao conteúdo em questão (por exemplo: quando o aluno confundia difusão ou Osmose com reação química, consideramos não ser possível identificar os entraves relacionados com a aprendizagem de difusão ou Osmose porque os alunos se desviaram do tema).

Inconclusivo: quando não conseguimos identificar nenhum dos quatro OE anteriores porque não conseguimos entender o sentido das respostas dos alunos, as classificamos como Inconclusivo (que significa, então, não conseguimos concluir qual obstáculo está presente).

Quadro-Matriz 1: Análise das respostas dos estudantes referente a questão 1

COD.	RESPOSTA	CARACTERÍSTICAS	OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO
A1	<i>“O pó por ser mais denso, tende a ficar no fundo. No momento em que <u>descem</u>, as partículas do pó colidem com as partículas de água acarretando a dissolução do pó gerando a cor.”</i>	Submicro C1: dissolução In2: densidade	NOES
A2	<i>“Acontece porque o pó dilui o máximo que pode sem a agitação das moléculas quando agitado, o suficiente para colorir a água.”</i>	Submicro C1: dissolução lv 2	Substancialista
A3	<i>“Ocorre uma reação química na qual as moléculas do pó de uva se juntam com as moléculas da água, formando uma nova substância.”</i>	Submicro In1: reação química NR 2	NOES
A4	-----	NR	NOES
A5	<i>“Porque o pó vai formar uma mistura heterogênea, inicialmente, com a água.”</i>	Macro In1: mistura heterogênea NR2	NOES
A6	<i>“O processo acontece, pois eles não se repelem e como um deles está em pó e o outro líquido, favorece a homogeneização naturalmente.”</i>	Macro C1: homogeneização In2: ausência de repulsão	Experiência primeira
A7	<i>“A concentração aumenta as colisões entre as moléculas, acelerando a reação.”</i>	Submicro NR1 In2: colisões e reações	NOES
A8	<i>“Porque o pó é roxo e se espalha na água, que é incolor, fazendo essa alteração de cor.”</i>	Macro C1: espalhar NR2	NOES
A9	<i>“As partículas tendem a se dissolver quando entram em contato com a água.”</i>	Submicro C1: dissolução In2: tendência	Experiência primeira
A10	<i>“Algumas partículas ao caírem no copo, se misturaram com a água, mudando a coloração, acontecendo a reação.”</i>	Submicro In: cair no copo	Experiência primeira
A11	<i>“Porque a tendência é a concentração de pó na água se igualar em todo o copo.”</i>	Macro NR1 C2: ideia de difusão	Experiência primeira
A12	<i>“Ele ocorre porque o pó do suco contém partículas de corantes, que, ao reagirem com a água dão coloração à água e se torna um suco.”</i>	Submicro In1: reação NR2	NOES

A13	<i>O refresco em pó, tem uma superfície de contato maior e assim age mais rápido, o que leva a reação a acontecer praticamente no mesmo segundo que o pó entra em contato com a água.</i>	Macro In: reação	NOES
A14	<i>“Porque houve uma colisão entre as partículas do pó de suco com a água.”</i>	Submicro lv	<i>Inconclusivo</i>
A15	<i>“Os componentes do refresco de uva, reagem com a água e se dissociam, dando tal coloração para a mistura.”</i>	Macro In1: reação NR2	NOES
A16	<i>“Pois as partículas responsáveis por dar a coloração roxa, ao entrar em contato com a água rapidamente se dissolvem.”</i>	Submicro C1: dissolução In2: rapidez	<i>Experiência primeira</i>
A17	<i>“Ao colocar o pó na água, ele começa a se dissolver, mesmo não mexendo, a cor do corante presente no suco já começa a destacar. O que pode explicar isso seria que o índice de solubilidade do corante na água ser alto.”</i>	Macro C1: dissolução In2: índice de solubilidade	NOES
A18	<i>“Pois ao colocarmos, o pó de suco e uma água limpa e pura, ocorre uma reação química, onde a água se mistura com pó de suco, formando uma só solução.” H₂O (água: uma solução) + ?(pó de suco: uma outra solução) = suco</i>	Macro Representacional In 1: reação NR2	NOES
A19	<i>“O processo acontece porque o suco se evapora fazendo então ficar roxo.”</i>	Macro In 1: evaporação NR2	NOES
A20	<i>“Ocorre a dissolução do pó na água. Isso ocorre porque o pó (suco) entra em contato com a água, isto é, a água (líquida) vai para o meio mais concentrado com o intuito de diluí-lo.”</i>	Macro C	<i>Animista</i>
A21	<i>“O pó do refresco quando entra em contato com as moléculas de água já faz com que a solução mude de cor. As partículas do refresco vão se associar às moléculas de água. O refresco é mais concentrado que a água. Essa dissolução equilibra as concentrações.”</i>	Submicro C	NOES
A22	<i>“Porque tem-se um soluto e um solvente. A partir do momento em que se coloca o pó de suco na água (que é um soluto) sendo então a água (o solvente) as partículas são então misturadas com as da água adquirindo a coloração roxa.”</i>	Submicro C1: dissolução In 2: soluto e solvente “natural, tendência”	<i>Verbal</i>
A23	<i>“Ao entrar em contato com a água o pó libera uma pigmentação, no caso da uva, artificialmente roxa.”</i>	Macro C1: dissolução NR 2	NOES

A24	<i>“Este processo ocorre devido a grande quantidade de partículas que se espalham rapidamente ao sistema, que no caso denominamos “água”.”</i>	Submicro C 1: espalha In 2: rapidez	Experiência Primeira
A25	<i>“O suco em pó se dissolve na água, misturando suas moléculas com as de H₂O, formando uma mistura homogênea.”</i>	Submicro C 1:dissolução NR 2	NOES
A26	<i>“A solução adquire outra coloração porque acontece a diluição da parte do refresco em pó na água.”</i>	Macro C 1: dissolução NR 2	NOES
A27	<i>“Porque o pó não está totalmente diluído, por isso há existência de partículas. Se misturar o pó com a água até diluir totalmente o pó, as partículas não seriam visíveis a olho nu.”</i>	Submicro Iv	Inconclusivo
A28	<i>“Na água as reações ocorrem mais rapidamente que no ar. O pó colorido se mistura com a água, porque as partículas dele se disseminam na água, fazendo com que a mistura ocorra.”</i>	Submicro Iv	Inconclusivo
A29	<i>“Esse processo ocorre por meio de osmose. O meio onde tem mais água passa para o que tem menos.”</i>	Macro Iv 1 C2 “osmose”	Verbal
A30	<i>“Pois a coloração já é do suco, eles apenas se misturam.”</i>	Macro C1: misturar NR2	NOES

Quadro-Matriz 2: Análise das respostas dos estudantes referente a questão 2A

Cod.	Resposta	Características	Obstáculos epistemológicos
A1	“Devido à presença do tempero que provavelmente contem sal, a folha da alface tende a desidratar . O sal desidrata similar ao que acontece quando jogamos sal em uma lesma.”	Macro C1: desidratar In2: sal agente	Substancialista e Experiência primeira
A2	“Isso acontece porque o tempero resseca a folha quando ela absorve o sal, que limita a água da folha de hidrata-la.”	Macro In	Substancialista
A3	“A alface troca água com o tempero e fica desidratada.”	Macro C 1 In 2: TROCA	Inconclusivo
A4	“Porque o sal “suga” o liquido das folhas que acabam murchando, o sal puxa esse liquido por osmose o mesmo que ocorre com a lesma ao jogarmos sal nela”.	Macro C1 In 2: sal agente e sal osmose	Animista, Verbal e Experiência primeira.
A5	“Porque o sal vai, em um processo de osmose, vai absorver a água.”	Macro C1 In 2: sal agente e sal osmose	Substancialista e verbal
A6	“Isso acontece, pois os temperos provavelmente contem algum ácido que reage sobre as folhas, ou sal que a desidrata por osmose reversa.”	Macro In: reação e osmose reversa	Inconclusivo
A7	“O sal funciona como um catalisador, ele acelera a reação, desidrata a folha de alface.”	Macro C1 In2: reação.	NOES
A8	“Porque o tempero altera a folha. Ele contém substâncias que a altera.”	Macro lv	Substancialista
A9	“Os temperos agem como catalisadores no processo de decomposição da salada.”	Macro In decomposição e catalisador	NOES
A10	“Porque a folha se hidrata, o sal entra na folha e a água sai, ocorre a osmose.”	Macro In absorção de soluto	Verbal
A11	“Porque a tendência é a concentração de sal ser igual na alface, então esta perde água para o meio (osmose), a fim de diluir o tempero.”	Macro C	Verbal e Experiência primeira
A12	“Porque elas são tiradas de sua raiz e, assim, perde sua fonte de nutrição e de resfriamento, o caule, ficando em contato direto com o ar, no caso citado acima, e sem nenhum resfriamento.”	Macro ld	Inconclusivo
A13	“Porque se você usa o sal para temperar as folhas, por exemplo, você as desidrata, pois o sal absorve a água contida nas folhas.”	Macro C1: desidrata In2: o sal absorve a água	Substancialista

A14	“Pois ao adicionar sal na salada, as folhas liberam seu líquido, fazendo com que elas percam seu líquido interior e fiquem murchas.”	Macro C1 NR2	NOES
A15	“Quando sal é colocado em contato com os vegetais, o vegetal tende a perder água para o meio, para o equilíbrio. Isso é denominado osmose. ”	Macro C	Verbal e Experiência primeira
A16	“Isso acontece porque nesse tempero existem substâncias com o poder de desidratar e oxidar a salada, por isso as folhas adquirem um aspecto mais feio, murcho e escuro.”	Macro C1 In2: sal (poder de desidratar)	Animista
A17	“ O sal puxa a água das células. Através da osmose , o sistema tende a se equilibrar.”	Macro C1 In2: sal puxa	Verbal e Animista
A18	“Porque quando adicionamos um tempero em folhas cruas, aumentamos seu processo de utilização ou de duração, fazendo em então que ela diminua a sua validade, por isso temos que digerir rápido , pois as folhas ficam sensíveis e com menos tempo para se consumir.”	Macro Id	Experiência primeira
A19	“isso acontece pelo fato de não consumir, porque não consumindo faz com que eles murchem. ”	Macro Id	Experiência primeira
A20	“Isso ocorre porque a água da salada quando temperada (com sal, por exemplo) se desidrata, isto é, por osmose a água sai de lá.”	Macro C	Verbal
A21	“A maioria dos temperos contem sal. Esse sal vai aumentar a concentração do meio, que vai ficar maior do que a concentração da alface. Por osmose , a água da alface “sai” da folha e dissolve o sal para equilibrar as concentrações.”	Macro C	Verbal
A22	“Isso acontece porque ocorre uma “desnutrição” das folhas, pela colocação de um tipo de soluto.”	Macro Iv	Inconclusivo
A23	“ O sal ou o tempero entram em contato com as folhas, absorvem sua água e minerais e fazem com que elas murchem.”	Macro In: sal agente	Substancialista
A24	“Isto acontece devido aos gases estas folhas liberam ao ambiente e pela decomposição dos micro-organismos fazem no vegetal.”	Macro In	NOES
A25	“Isso ocorre, pois o sal desidrata a alface , deixando-a murcha.”	Macro C1 In 2: sal agente	Substancialista

A26	“Quando temperamos uma salada e não consumimos, deixamos o sal sobre as folhas. Aí, acontece a osmose , que é a passagem de algumas substancias do meio mais concentrado para o meio menos concentrado, fazendo com que a folha perca líquido e murche.”	Macro C1 lv 2: confusão concentração	Verbal
A27	“Quando se coloca sal e azeite as folhas absorvem o tempero, se não forem consumidas as folhas perdem água por isso murcham, ela desidrata.”	Macro C1 In 2: Absorção de soluto	Substancialista
A28	“As reações continuam acontecendo e as folhas desidratam, perdendo água para o ambiente, por isso murcham.”	Macro C1 In2: Reação	NOES
A29	“Isso acontece devido ao sal. O sal absorve os nutrientes da alface e o faz murchar.”	Macro In: Absorve os nutrientes	Substancialista
A30	“Pois quando temperamos a salada a concentração do sal é maior, e isso faz com que aconteça a osmose , a alface perda seus nutrientes e consequentemente murche.”	Macro lv	Verbal

Quadro-Matriz 3: Análise das respostas dos estudantes referente a questão 2B

Cod.	Resposta	Características	Obstáculos epistemológicos ⁷
A1	<i>“Presença da água como fator determinante, os processos químicos correntes.”</i>	Macro Id: água	Noes/ Substancialista e Experiência primeira
A2	<i>“Os dois fenômenos exemplificam a diluição de substâncias na água, o pó e o sal.”</i>	Macro Id: água	Substancialista/ Substancialista
A3	<i>“As moléculas que reagem para formar um novo equilíbrio das reações.”</i>	Submicro In: reação	Noes / Inconclusivo
A4	<i>“Não.”</i>	In	Noes /Animista, Verbal e Experiência primeira.
A5	<i>“A água interfere nas reações.”</i>	Macro In: reação	Noes / Substancialista e Verbal.
A6	<i>“Não.”</i>	In	Experiência primeira /Inconclusivo.
A7	<i>“Na 1ª a colisão entre as moléculas acelera a reação e na 2ª a reação é catalisada.”</i>	Submicro In: reação	Noes /Noes
A8	<i>“Sim. Uma substância altera outra, ou uma substância altera produto.”</i>	Macro In: reação	Noes /substancialista.
A9	<i>“A dissolução de componentes das soluções.”</i>	Macro Id: dissolução	Experiência primeira / Noes
A10	<i>“Não.”</i>	In	Experiência primeira/ Verbal
A11	<i>“Sim, a tendência é o equilíbrio.”</i>	Macro C (com base em Resp. Ant.)	Experiência primeira/Verbal Experiência primeira
A12	<i>“Sim, pois todos dois utilizam processos de modificação das moléculas presentes na água e na alface.”</i>	Submicro In: processos de modificação	Noes/ Inconclusivo
A13	<i>“As duas reações mudam o estado natural dos produtos e estes não voltam mais ao que eram antes.”</i>	Macro In: reação	Noes/ Substancialista
A14	<i>“Não.”</i>	In	Inconclusivo/ Noes
A15	<i>“Não.”</i>	In	Noes / Verbal e Experiência primeira
A16	<i>“Sim, as substâncias envolvidas em ambos experimentos sofrem alteração, como: estado, concentração e etc.”</i>	Macro In: reação	Experiência primeira/ Animista.
A17	<i>“Sim, nos dois casos uma substância deixa o ambiente onde está hipertônico, provocando uma desordem então, a substância tende a equilibrar-se nos dois.”</i>	Macro In: hipertônico	Noes / Verbal e Animista

⁷ Essa coluna foi preenchida com Obstáculos Epistemológicos encontrados nas questões 1A e 2A.

A18	<i>“Cá, não sei dizer, só sei que ocorre uma reação química.”</i>	Macro In: reação	Noes / Experiência primeira
A19	<i>“Não. Porque são processos diferentes.”</i>	Macro In não identifica nenhuma relação	Noes / Experiência primeira
A20	<i>“Sim, pois na 1ª questão a água dilui o pó, que apresenta maior concentração, e na 2ª ela sai da folha, pois o exterior se encontra mais concentrado.”</i>	Macro C (com base em Resp. Ant.)	Animista / Verbal
A21	<i>“O equilíbrio de concentração através da osmose, a água passa do meio menos concentrado para o mais concentrado.”</i>	Macro C : osmose (com base em Resp. Ant.)	Noes / Verbal
A22	<i>“Sim, porque com essa adição de soluto tem como consequência a mudança do produto inicial.”</i>	Macro Id:	Verbal / Inconclusivo
A23	<i>“É quase o mesmo processo, em ambos acontece o mesmo fenômeno, só que no 1º a água dilui e no segundo ela é absorvida.”</i>	Macro In:	Noes / substancialista
A24	<i>“Sim, pois os gases são adquiridos e liberamos ao ambiente e pela decomposição.”</i>	Macro In: gases e decomposição	Experiência Primeira / Noes
A25	<i>“A água interfere na velocidade das reações.”</i>	Macro In: reação	Noes / Substancialista
A26	<i>“A relação é que muda a situação inicial das substâncias, mas a 1ª é dissolução, e a 2ª é osmose.”</i>	Macro Id	Noes / Verbal
A27	<i>“Não.”</i>	In	Inconclusivo / Substancialista
A28	<i>“A relação da água na velocidade de reações.”</i>	Macro In: reação	Inconclusivo / Noes
A29	<i>“Sim, o fato dos dois ocorrer por osmose.”</i>	Macro In: osmose (com base em Resp. Ant.)	Verbal / Substancialista
A30	<i>“Não, pois não consegui relacionar os fatos.”</i>	Macro In	Noes / Verbal

Quadro-Matriz 4: Análise das respostas dos estudantes referente a questão 3A

Cod.	Resposta	Características	Obstáculos epistemológicos
A1	“Como as ameixas utilizadas na experiência são ameixas anteriormente desidratadas, ao serem mergulhadas em água elas tendem a se reidratar”.	Macro C1 In2: tendência	Experiência primeira
A2	“ As ameixas incham porque elas absorvem a água que está em contato com elas.”	Macro C1 In 2: ameixa absorve	Substancialista
A3	“ A ameixa absorve água do frasco, por causa da troca de nutriente com a ameixa.”	Macro C1 In2: ameixa absorve	Substancialista
A4	“Porque ao deixarmos a ameixa na água ela absorve a água para que haja um equilíbrio nas concentrações.”	Macro C1 In2: ameixa absorve	Substancialista
A5	“Porque elas absorvem parte da água, o meio menos concentrado vai tentar ficar com a mesma concentração de água do mais concentrado. ”	Macro C1 In2	Substancialista e Verbal
A6	“A ameixa incha devido á osmose reversa na qual o sistema perde solvente para a ameixa.”	Macro C1 In2	Verbal
A7	“Ela reidrata quando está na água.”	Macro C1 In2	Experiência primeira
A8	“A água penetrará na ameixa, fazendo com que ela inche.”	Macro C1 NR2	NOES
A9	“A água se infiltra nas ameixas.”	Macro C1 NR2	NOES
A10	“ As ameixas absorvem a água, inchando, ocorre o contrario das folhas de alface.”	Macro C1 In2: ameixa absorve	Substancialista
A11	“Porque as ameixas são secas em relação a água, então, nesse meio elas se hidratam por osmose. ”	Macro C1 In2	Verbal
A12	“ Por causa da osmose isso ocorre quando um meio menos concentrado, a ameixa, recebe liquido do meio mais concentrado, a água.”	Macro C1 In2	Verbal
A13	“Porque parte da água que esta no frasco é absorvida pela ameixa. Fenômeno chamado osmose. ”	Macro C1 In2: Ameixa absorve	Substancialista e Verbal
A14	“Pois quando coloca a ameixa na água ela se reidrata. ”	Macro C1 In2	Experiência primeira
A15	“As ameixas tendem a receber água do meio que tem mais para alcançar o equilíbrio.”	Macro C	Experiência primeira
A16	“Pois as ameixas secas tem pouca água, ou seja, estão desidratadas. Ao colocar esta	Macro C1	

	<i>ameixa em contato direto com a água, esta ameixa tende a entrar em equilíbrio com o meio, absorvendo água (processo osmótico). Ao encontrar o equilíbrio ela para de inchar.”</i>	In2	<i>Substancialista e Verbal</i>
A17	<i>“Através da osmose o sistema tende há se equilibrar com isso a ameixa “puxa” a água do ambiente inchando e tornando suas células saturadas.”</i>	Macro C1 In2: ameixa agente	<i>Verbal e Animista</i>
A18	<i>“As ameixas por falta de oxigênio, por não estarem em lugar adequado para se reproduzir, como na terra seca, lá é o lugar delas pelo que entendo afinal a ameixa não é marinha.”</i>	Macro In	NOES
A20	<i>“Isso acontece porque ocorre a osmose, isto é, a água passa do meio menos concentrado para o mais concentrado.”</i>	Macro C1 In2	<i>Verbal</i>
A21	<i>“A ameixa (mais concentrada) incha pois a água (do meio menos concentrado) é “transferida” para o meio mais concentrado, que é a ameixa.”</i>	Macro C	NOES
A22	<i>“As ameixas por estarem mergulhadas na água, também adquirem água. Já que é o que ocorre com a osmose, onde passa do meio mais concentrado para o meio menos concentrado.”</i>	Macro C1 In2	<i>Experiência primeira e Verbal</i>
A23	<i>“Porque a casca da ameixa vai absorver uma parte da água, talvez por procura de nutrientes e sorte.”</i>	Macro C1 In2: ameixa absorve	<i>Substancialista</i>
A24	<i>“Ao colocarmos as ameixas no frasco com água o mesmo incha devido ao aumento do volume que se dá através das moléculas de água que se denomina como osmose.”</i>	Macro C1 In2	<i>Experiência primeira e Verbal</i>
A25	<i>“Isso ocorre, pois as ameixas absorvem a água. A casca da ameixa é semipermeável permitindo a entrada de água.”</i>	Macro C1 In2: ameixa absorve	<i>Substancialista</i>
A26	<i>“Nesse caso, também ocorre a osmose, e a água passa do meio mais concentrado, para o menos concentrado, fazendo a ameixa “absorver” água e inchar.”</i>	Macro C1 In2	<i>Verbal e Substancialista</i>
A27	<i>“A ameixa absorve a água, fazendo a inchar.”</i>	Macro C1 In2: ameixa absorver	<i>Substancialista</i>
A28	<i>“Porque ocorre osmose. O meio com menos água começa a absorver água do meio mais cheio. As ameixas se enchem de água.”</i>	Macro C1 In2: o meio absorve	<i>Verbal e substancialista</i>
A29	<i>“Porque a ameixa por meio da osmose absorve água e faz com que ela inche.”</i>	Macro C1 In2: ameixa absorve	<i>Substancialista e Verbal</i>
A30	<i>“Pois a ameixa tem menos concentração do que o recipiente, o que faz com que a osmose ocorra e a ameixa incha.”</i>	Macro C1 In2	<i>Verbal</i>

Quadro-Matriz 5: Análise das respostas dos estudantes referente a questão 3B

Cod.	Resposta	Características
A1	<i>“Não aconteceu o mesmo porque o saco plástico atua como isolante da ameixa em relação a água. É como se ela estivesse armazenada.”</i>	Macro C Id
A2	<i>“Porque o saquinho impede o processo de osmose.”</i>	Macro C In
A3	<i>“Porque a ameixa não estava em contato direto com a água então as trocas não puderam acontecer.”</i>	Macro C Id
A4	<i>“Porque não houve o contato da água com a ameixa e a ameixa com o saquinho, que tinham uma concentração menor boiaram na água.”</i>	Macro C Id
A5	<i>“Porque a ameixa não estaria em contato com o meio líquido.”</i>	Macro C Id
A6	<i>“O saquinho no caso impediu a passagem do solvente.”</i>	Macro C Id
A7	<i>“No saquinho ela não possui contato com o ar.”</i>	Macro In
A8	<i>“Porque o saquinho não permitiu a passagem de água para a ameixa.”</i>	Macro C Id
A9	<i>“O saquinho evita o contato da ameixa com a água.”</i>	Macro C Id
A10	<i>“Pois o saco impediu a entrada de água, não deixando que ocorresse o fenômeno.”</i>	Macro C Id
A11	<i>“Porque o saquinho impediu a absorção de água pela ameixa.”</i>	Macro C Id
A12	<i>“Porque não havia nenhum líquido para que ela pudesse reagir.”</i>	Macro In
A13	<i>“Porque o saquinho não permitiu a passagem da água e protegeu a ameixa.”</i>	Macro C Id
A14	<i>Pois, no saquinho ela esta embalada e não tem contato nenhum com água.”</i>	Macro C Id
A15	<i>“Porque a ameixa não estava em contato com a água.”</i>	Macro C Id
A16	<i>“O saquinho por ser impermeável não deixa que a ameixa entre em contato com a água que conseqüentemente incha a ameixa.”</i>	Macro C

A17	<i>“Pois o saco impermeável.”</i>	Macro C
A18	<i>“Porque lá elas tinham oxigenação, pois a água não passa pelo saquinho, então ela fica protegida.”</i>	Macro C Id
A19	<i>“Porque no saquinho não havia água por isso que não ocorreu nada.”</i>	Macro C Id
A20	<i>“O mesmo não aconteceu com a ameixa no saquinho porque este exerce a função de impermeabilizante, isto é, não deixa a água passar.”</i>	Macro C
A21	<i>“O saquinho é impermeável, logo não deixa o líquido passar.”</i>	Macro C
A22	<i>“Nada aconteceu porque as ameixas não estão expostas a outro meio.”</i>	Macro C Id
A23	<i>“Pois não existia o contato com a água. Sem isso não havia nada a que se absorver.”</i>	Macro C Id
A24	<i>“Não aconteceu o mesmo pois não houve troca de oxigênio, com isso não houve osmose.”</i>	Macro In
A25	<i>“As ameixas dentro do saquinho continuaram iguais, pois o saquinho é impermeável, não permitindo a entrada de água na ameixa.”</i>	Macro C
A26	<i>“O saquinho impede a passagem de água, logo as ameixas não tem contato com a água e não ocorre osmose. Diferentemente do chá, por exemplo, quando o saquinho é de papel e permite a passagem de água. Isso porque o plástico é uma membrana impermeável.”</i>	Macro C
A27	<i>“Porque o saquinho não permite a entrada da água. Isolando a ameixa.”</i>	Macro C Id
A28	<i>O saquinho não permitiu a passagem da água para dentro da ameixa, não ocorrendo osmose.” (DESENHO)</i>	Macro C Id
A29	<i>“Porque o saquinho impede o acontecimento do processo de osmose.”</i>	Macro C In
A30	<i>“Porque uma vez que ela estava dentro do saquinho, ela não permitia a passagem da água, e para que aconteça a osmose é necessário ter duas concentrações, como havia, nada aconteceu.”</i>	Macro C Id

Quadro-Matriz 6: Análise das respostas dos estudantes referente a questão 3C

Cod.	Resposta	Características	Obstáculos Epistemológicos
A1	“A casca da ameixa atua como protetor natural para que ela não desidrate e não perca seus nutrientes.”	Macro Id	Experiência Primeira
A2	“A casca contém os nutrientes da ameixa, aqueles que se misturaram com a água e a fizeram inchar.”	Macro In	Iv
A3	“A casca da ameixa tem como função proteger a fruta e regular as concentrações das substâncias da fruta.”	Macro Id	Experiência Primeira
A4	“O papel da casca da ameixa é absorver os nutrientes, tanto que a casca é onde tem mais proteínas e nutrientes. ”	Macro In	Substancialista e Experiência Primeira
A5	“Preservar o seu interior.”	Macro Id	Experiência Primeira
A6	“A casca da ameixa deve regular suas concentrações de líquidos/pressões osmóticas entre outros. ”	Macro Iv	Verbal e Substancialista
A7	-----	NR	NOES
A8	“O papel de proteger a ameixa.”	Macro Id	Experiência Primeira
A9	“A casca protege o núcleo da ameixa.”	Macro Id	Experiência Primeira
A10	“ Sugar os nutrientes ou a água , fazer a transferência de elementos de dentro pra fora ou o contrário. ”	Macro In	Animista e substancialista
A11	“Impede ou retardar a osmose. ”	Macro In	Verbal
A12	“A casca da ameixa tem o papel de proteger a ameixa de reações que pode haver dela com o ar, pois a água retira a casca, então não tem como não haver reação.”	Macro In	NOES
A13	“A casca da ameixa é impermeável , ou seja, permite que a água passe de um lado pro outro, é um filtro.”	Macro C	Verbal
A14	“O papel da ameixa serve para que a ameixa não se desidrate e nem perca seus nutrientes.”	Macro In	Inconclusivo
A15	“Impedir que a ameixa doe ou receba água para o meio em que se encontra.”	Macro In	Inconclusivo
A16	“A casca é por onde a água entra e também pode limitar o “crescimento” /absorção da ameixa.”	Macro C	NOES
A17	“As células da casca de ameixa ajudam a reter a água e fazem o transporte dessa água.”	Macro In	Inconclusivo

A18	“O papel da casca de uma ameixa, é protegê-la, para que não adquira bactérias ou para que a mantenha limpa, para ingerirmos.”	Macro Id	<i>Experiência Primeira</i>
A19	“A ameixa tem o papel de proteger e nutrir a ameixa.”	Macro Id	<i>Experiência Primeira</i>
A20	“A casca da ameixa tem o papel de deixar a água infiltrar quando o fruto é submetido à condições favoráveis para que ocorra a osmose. ”	Macro C	<i>Substancialista e Verbal</i>
A21	“É um “regulador osmótico” não deixa muita água entrar , tenta manter o equilíbrio das concentrações.”	Macro C	<i>Verbal e Substancialista</i>
A22	“A casca da ameixa por sua vez tem a finalidade de controlar a reação. ”	Macro In	NOES
A23	“Acho que conservar os nutrientes do fruto, passar para ele e proteger. ”	Macro Id	<i>Experiência Primeira</i>
A24	“A casca da ameixa possibilita o impedimento da troca gasosa entre a ameixa e o ambiente e com isto não ocorre a osmose. ”	Macro In	<i>Verbal</i>
A25	“O papel da casca da ameixa é o de permitir a entrada de água, fazendo assim sua hidratação.”	Macro C	<i>Experiência primeira</i>
A26	“A casca da ameixa tem como papel ajudar a ameixa a não perder água , para que não resseque dificultar a osmose. ”	Macro In	<i>Substancialista e Verbal</i>
A27	“ A casca absorve a água. ”	Macro In	<i>Substancialista</i>
A28	“Evitar que a ameixa perca água para o ambiente.”	Macro In	NOES
A29	-----	NR	NOES
A30	“A casca da ameixa tem como função proteger, fazendo com que ela fique mais resistente.”	Macro Id	<i>Experiência Primeira</i>