

# Construindo alternativas ao ensino das “Funções Inorgânicas” à luz da epistemologia de Gaston Bachelard

Fabiane P. Martins<sup>1\*</sup> (PG/FM), Rodrigo V. Almeida<sup>1,3</sup> (PQ), e Marcelo H. Herbst<sup>2,3</sup> (PQ).

\*fabianemartinsrj@yahoo.com.br

1 Programa de Pós-graduação em Ensino de Química, Instituto de Química, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

2 Departamento de Química, UFRRJ, Seropédica, Brasil.

3 Grupo Interinstitucional e Interdisciplinar de Estudos em Epistemologia ([www.epistemologia.ufrj.br](http://www.epistemologia.ufrj.br))

Palavras-Chave: obstáculos epistemológicos e objetivos-obstáculos.

**RESUMO:** O tópico “funções inorgânicas”, obrigatório para o ensino médio, engloba uma grande quantidade de regras, classificações e noções equivocadas e/ou ambíguas, que potencializam o surgimento de obstáculos epistemológicos, dificultando a aprendizagem dos conceitos de acidez e basicidade. Baseado na epistemologia de Gaston Bachelard e no conceito didático de objetivo-obstáculo, este trabalho tem por objetivo desenvolver sequências didáticas alternativas para serem adotadas no estudo dos compostos inorgânicos. Duas sequências didáticas foram construídas e testadas em sala de aula. Uma na qual o tema “funções inorgânicas” não foi abordado, e outra, na qual o ensino de “funções inorgânicas” foi tradicionalmente lecionado, porém incluindo uma experimentação com o objetivo de fragilizar as definições abordadas e criticá-las. Ambas as sequências foram avaliadas através de mapas conceituais, questionários dirigidos e avaliações convencionais, demonstrando que a primeira foi mais efetiva, dando melhores elementos para a superação do substancialismo por parte dos estudantes.

## INTRODUÇÃO

Ao trabalhar o tema “Funções Inorgânicas” no ensino médio, desenvolve-se uma série de definições e classificações que estão relacionadas fundamentalmente às fórmulas das substâncias químicas e não à maneira como reagem. De acordo com os principais livros didáticos de química para o ensino médio, as “Funções Inorgânicas” são definidas como um grupo de substâncias com propriedades químicas semelhantes. E as funções a serem estudadas são: ácidos, bases, sais e óxidos. Segundo Campos e Silva (1999), essas classificações representam uma maneira de iniciar a abordagem do tema de forma inapropriada, principalmente porque são excludentes, já que existem sais que são ácidos, sais que são bases, óxidos que são ácidos, óxidos que são bases, dentre outros exemplos. E, além disso, todo este conteúdo entra em contradição quando os conceitos de acidez e basicidade são lecionados. Em um trabalho recente, Silva e colaboradores (2014) diagnosticaram o quanto o ensino de funções inorgânicas no ensino médio tem reflexos negativos sobre as concepções dos alunos do ensino superior acerca da definição ácido-base de Arrhenius.

Entendemos que um professor deve trabalhar para o desenvolvimento de um potencial crítico em seus alunos, estimulando-os para serem capazes de se questionarem sobre os fenômenos que observam. Segundo Bachelard (1996), obstáculos epistemológicos são ideias construídas por indivíduos, quando não se questionam sobre os fenômenos observados, o que dificulta a construção do conhecimento científico, dificultando o rompimento das barreiras do senso comum. Os obstáculos não devem ser considerados erros, mas sim formas de conhecimento. Ribeiro e colaboradores (2015) completam dizendo que este conhecimento é capaz de produzir respostas adaptadas a certos problemas, mas ele também produz falsas respostas a outros tipos de problemas. O obstáculo epistemológico é o tipo de conhecimento que resiste às contradições com as quais é confrontado, bem como ao

estabelecimento de um conhecimento melhor. Ele apresenta resistência à mudança como resultado de seu poder explicativo, isto é, devido à sua posição conceitual num dado sistema de conhecimentos, e é caracterizado por manifestações recorrentes. A rejeição deste conhecimento e a conseqüente superação do obstáculo levarão a um novo conhecimento. Além disso, existem diferentes tipos de obstáculos epistemológicos, que são polimorfos e muitas vezes de difícil distinção.

Segundo Astolfi e Develay (1990), os professores devem estar preparados para identificar os obstáculos epistemológicos que embasam as concepções dos estudantes e, ao mesmo tempo, devem dispor de metodologias para 'tratar' esses obstáculos, com vistas à sua superação em cada realidade. Ao definir os objetivos didáticos, são os obstáculos que devem ser colocados em primeiro lugar, ou seja, é fundamental traçar objetivos-obstáculos. Deve-se também analisar propostas curriculares, livros didáticos e materiais auxiliares e identificar os obstáculos, para elaborar metodologias de ensino alternativas.

Assim é possível minimizar os obstáculos epistemológicos, que dificultam a construção do conhecimento científico. Astolfi (1994) propõe uma sequência de etapas, a saber: localizar o obstáculo, fragilizá-lo ou contorna-lo, superá-lo e fazer a automatização dos conhecimentos adquiridos, aplicando-os em diferentes situações. Para Astolfi (1994), durante a etapa de localização, a estratégia de *contornar* um obstáculo seria adotada pelo professor ao não ensinar determinada temática, enquanto que a estratégia de *fragilizar* seria propor problemas sobre as temáticas trabalhadas com os estudantes na tentativa que os mesmos se questionem sobre determinadas explicações geralmente aceitas (por alunos e por professores...) e avancem na construção de outras.

Além disso, o docente deve ser levado à reflexão sobre o conteúdo programático que lecionará aos seus alunos, se libertando das amarras dos livros didáticos e construindo uma melhor sequência, que contribua de forma significativa para a construção do conhecimento, analisando os possíveis obstáculos epistemológicos que surgirão na abordagem dos conteúdos ensinados.

Esta pesquisa teve como objetivo geral propor uma metodologia alternativa ao tema "Funções Inorgânicas", com a qual os estudantes analisarão a nomenclatura dos compostos inorgânicos, unindo a experimentação aos conceitos teóricos, no ensino de química. Além disso, pesquisas realizadas por nosso grupo (Silva, 2014; Herbst, 2015) indicam que a definição ácido-base atribuída a Arrhenius está equivocada na maioria dos livros didáticos, de maneira que este trabalho tem como objetivo também o resgate do trabalho do químico sueco no que diz respeito ao comportamento de ácidos e bases em solução aquosa. Com isto espera-se minimizar a quantidade de subdivisões do conteúdo que o estudante deve estudar desnecessariamente, ao mesmo tempo em que seja mantido o ensino da nomenclatura dos compostos inorgânicos. Em outras palavras, possibilitar que os estudantes compreendam que acidez e basicidade, segundo Arrhenius, se relacionam com a reatividade dos compostos com a água e não exclusivamente com suas fórmulas químicas.

## METODOLOGIA

Este trabalho se insere no âmbito do projeto "Investigação de obstáculos epistemológicos nas áreas de ensino, pesquisa e divulgação de ciências", aprovado pelo comitê de ética da Escola Nacional de Saúde Pública - FIOCRUZ - CAAE 14095313.0.0000.5240. Está vinculado ao Mestrado Profissional em Ensino de

Química, na UFRJ e se relaciona às discussões do Grupo Interinstitucional e Interdisciplinar de Estudos em Epistemologia, GI2E2 ([www.epistemologia.ufrj.br](http://www.epistemologia.ufrj.br)).

O projeto foi desenvolvido no primeiro semestre de 2015, no Instituto Pio XI (Rede Beneditina), colégio particular localizado no subúrbio do Rio de Janeiro. A instituição conta com a infraestrutura necessária, incluindo um laboratório de ciências, que atende às disciplinas de biologia, física e química, para o ensino médio. Cabe ressaltar que nessa instituição de ensino a química no ensino médio é trabalhada com duas frentes: química orgânica e química inorgânica, e esse projeto foi desenvolvido nas aulas de química inorgânica.

A população participante foi formada por 63 estudantes, na faixa etária de 15 a 17 anos, de duas turmas matutinas da 2ª série do ensino médio. Em uma das turmas, denominada turma A (33 alunos), foi empregada uma sequência didática de *contorno* ao tema “funções inorgânicas”. Já na outra, denominada turma B (30 alunos), empregou-se uma metodologia de *fragilização*, ou seja, apresentou-se o tema “funções inorgânicas” conforme a maioria dos livros didáticos, incluindo também uma experimentação com o objetivo de fragilizar os conceitos apresentados. Nessa experimentação os alunos verificaram que soluções de sais podem apresentar pH ácido ou básico, mesmo não tendo hidrogênio ou hidroxila em suas fórmulas.

As sequências didáticas adotadas no projeto, em aproximadamente um bimestre, foram organizadas da seguinte maneira:

**Quadro 1: Etapas e sequências didáticas utilizadas.**

<b>Etapas</b>	<b>Turma A (contorno)</b>	<b>Turma B (fragilização)</b>
Detecção dos conhecimentos prévios dos estudantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção de mapas conceituais prévios (MCs<sub>prévios</sub>) sobre o que conhecem e/ou associam à expressão “ácido”; (duração: 50 min = 1 tempo de aula) <b>Justificativa:</b> observar as representações livres dos estudantes sobre “ácido”.</li> <li>• Análise de uma questão objetiva sobre a definição de ácido segundo Arrhenius. (ver tabela 1) (duração: 10 min) <b>Justificativa:</b> avaliá-los perante questão direcionada.</li> </ul>	
Sequência de aulas teóricas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introdução ao estudo dos compostos inorgânicos. Apresentação em slides, com uma problematização sobre o uso dos produtos industrializados, analisando a composição química nos rótulos. <b>Justificativa:</b> contextualização da temática, demonstrando a importância do estudo dos nomes dos compostos inorgânicos.</li> <li>• Em seguida, trabalhou-se a nomenclatura dos compostos inorgânicos. <b>Justificativa:</b> apresentação das regras de nomenclatura sem definição de funções inorgânicas.</li> <li>• Reações químicas (definição de equação, classificação e balanceamento por tentativas). (5 tempos de aula)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo das Funções Inorgânicas. (Apresentação em slides com definições de ácidos, bases, sais e óxidos, classificações e estudo da nomenclatura). <b>Justificativa:</b> Manutenção da metodologia tradicionalmente adotada e propagada pela maioria dos livros didáticos.</li> <li>• Reação química (equação, classificação e balanceamento por tentativas). (5 tempos de aula).</li> </ul>

Experimentação	Determinação de caráter ácido, básico ou neutro das soluções a partir de indicadores ácido-base. (1 tempo de aula) <b>Justificativa:</b> com o objetivo de <b>construir</b> uma definição de acidez e basicidade adequada.	Determinação de caráter ácido, básico ou neutro das soluções a partir de indicadores ácido-base. (1 tempo de aula) <b>Justificativa:</b> com o objetivo de <b>desconstruir ou fragilizar</b> as definições ácido e base trabalhadas.
Continuação das aulas teóricas	Definição ácido-base de Arrhenius, de acordo com a metodologia alternativa. (1 tempo de aula) <b>Justificativa:</b> trabalhar com a definição de ácido de Arrhenius que não é abordada nos livros didáticos: <i>ácido é toda substância que ao reagir com a água causa o aumento da concentração de íons <math>H_3O^+</math> no meio.</i>	Previsão dos produtos de uma reação. (1 tempo de aula) <b>Justificativa:</b> continuidade da temática de reações inorgânicas.
Detecção dos conhecimentos construídos	A partir da construção de <b>mapas conceituais finais</b> (MCS <sub> finais</sub> ) remetendo ao conceito de “ácido”. (25 min) <b>Justificativa:</b> para avaliar o progresso após a metodologia empregada, priorizando a abordagem livre de conceitos relacionados ao tema principal. A avaliação qualitativa dos mapas foi determinante para o emprego de etapas posteriores, nas quais a definição de ácido de Arrhenius voltou a ser discutida.	
Detecção dos conhecimentos construídos	A partir de aplicação de um <b>questionário</b> (ver tabela 1, quadro 2, tabela 2, figuras 2, 3 e 4) com perguntas direcionadas ao conceito de ácido e exemplos para que classifiquem os ácidos e as bases. (25 min) <b>Justificativa:</b> para analisar a maneira como os estudantes classificam os compostos ao se depararem com as fórmulas, com as equações de dissociação e ionização.	
Detecção dos conhecimentos construídos	A partir de <b>questão discursiva</b> no teste relacionada ao experimento e a definição de ácido e base de Arrhenius. (1 tempo de aula) <b>Justificativa:</b> com objetivo de verificar se houve apropriação dos conceitos.	
Aula de discussão	Correção da questão do teste em sala, reforçando a definição de ácido de Arrhenius. (1tempo de aula) <b>Justificativa:</b> na tentativa de fragilizar os obstáculos que ficaram perceptíveis nos testes resolvidos.	
Detecção dos conhecimentos construídos	A partir de <b>questão objetiva</b> na prova bimestral, associando o experimento realizado a construção do conhecimento sobre ácidos e bases. (1 tempo de aula) <b>Justificativa:</b> opções construídas que faziam referência a temática abordada objetivando a identificação, pelo estudante, da opção relacionado a definição de ácido de Arrhenius de acordo com o que se discutiu nas aulas anteriores.	

Segundo Astolfi (1994), quando o professor toma conhecimento das representações de seus alunos sobre determinado tema, pode usar estratégias didáticas para ajudá-los a superar possíveis obstáculos epistemológicos ao invés de limitar-se à repetição de conceitos mal definidos. Neste projeto diferentes metodologias



de acesso às representações foram utilizadas: mapas conceituais, questionários dirigidos e avaliações convencionais.

Segundo TRINDADE e HARTWIG (2012) mapas conceituais são diagramas bidimensionais, cujo objetivo é representar as relações entre os conceitos, por meio de proposições. Podem ser utilizados como estratégias de ensino, avaliação, estudo, entre outros. Nesse projeto os MCs foram utilizados como estratégia de avaliação da aprendizagem, e os estudantes foram orientados na construção de um MC<sub>(prévio)</sub> sobre suas representações relacionadas ao conceito de “ácido”, e de outro, MC<sub>(final)</sub> após as diferentes estratégias didáticas realizadas. Essa ferramenta foi utilizada para possibilitar representações livres dos estudantes sobre o conceito proposto, com o objetivo de proporcionar uma análise qualitativa ao professor. A partir dos conceitos mais citados pelos estudantes outras estratégias, na tentativa de favorecer a aprendizagem, foram aplicadas. Os mapas não foram aplicados com intuito de avaliar o ganho quantitativo da aprendizagem.

Como segunda estratégia de acesso as representações dos estudantes, utilizou-se um questionamento que envolvia a definição de ácido de Arrhenius diferente da abordagem feita pelos livros didáticos, segundo Kotz e Treichel (2005). Esse questionamento foi repetido em etapa posterior, compondo a primeira questão do questionário aplicado, após as turmas já terem contato com quase toda a sequência didática da temática em questão.

Na experimentação, a definição presente no livro didático adotado pela instituição de ensino, cujos autores são Usberco e Salvador (2013), que afirmam: “*ácidos são substâncias que, em solução aquosa, sofrem ionização, liberando como cátions somente H<sup>+</sup>*”, foi discutida, e houve a tentativa de fragilizar esse obstáculo, com a turma B, pois os estudantes observaram o comportamento como ácido ou base de compostos que classificavam apenas como sais ou óxidos, além dos ácidos e das bases, usando papel indicador azul de bromotimol.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para avaliar os MCs determinou-se o número de vezes em que cada conceito foi citado, com o objetivo de detectar que tipo de abordagem os estudantes priorizam e como o professor deve traçar suas estratégias de ensino para desconstruir algumas ideias dos estudantes e auxiliar na construção de novas. Com esses dados, foi realizada uma análise percentual de cada citação de conceito frente ao total de estudantes de cada turma (Figura 1).

Os mapas prévios apresentaram valorização de características sensoriais, e de características correspondentes a determinados ácidos. Segundo Bachelard (1996), observações particulares que levam a teorias generalizadas, representam o conhecimento geral, que pode se transformar num obstáculo ao conhecimento científico. Foi possível notar com frequência esse obstáculo, por exemplo, quando muitos dos estudantes disseram que os ácidos são corrosivos e azedos. Conclui-se que eles podem pensar que todos os ácidos são corrosivos a partir de algumas observações, e o mesmo vale para a associação dos ácidos ao sabor azedo. Para muitos o termo corrosivo é associado aos ácidos, mas sabemos que as bases também são corrosivas, assim como determinados sais. E quanto ao sabor, não é coerente nem tampouco seguro, experimentar todos os ácidos para detectar o sabor azedo. Esses dois adjetivos empregados com frequência para os ácidos, podem também ser considerados obstáculos substancialistas. Para Bachelard (1996), os últimos ocorrem quando a identidade de uma substância é revelada a partir de suas características, que

são valorizadas de forma intensa, fazendo-se a associação de determinadas características a um tipo de substância.

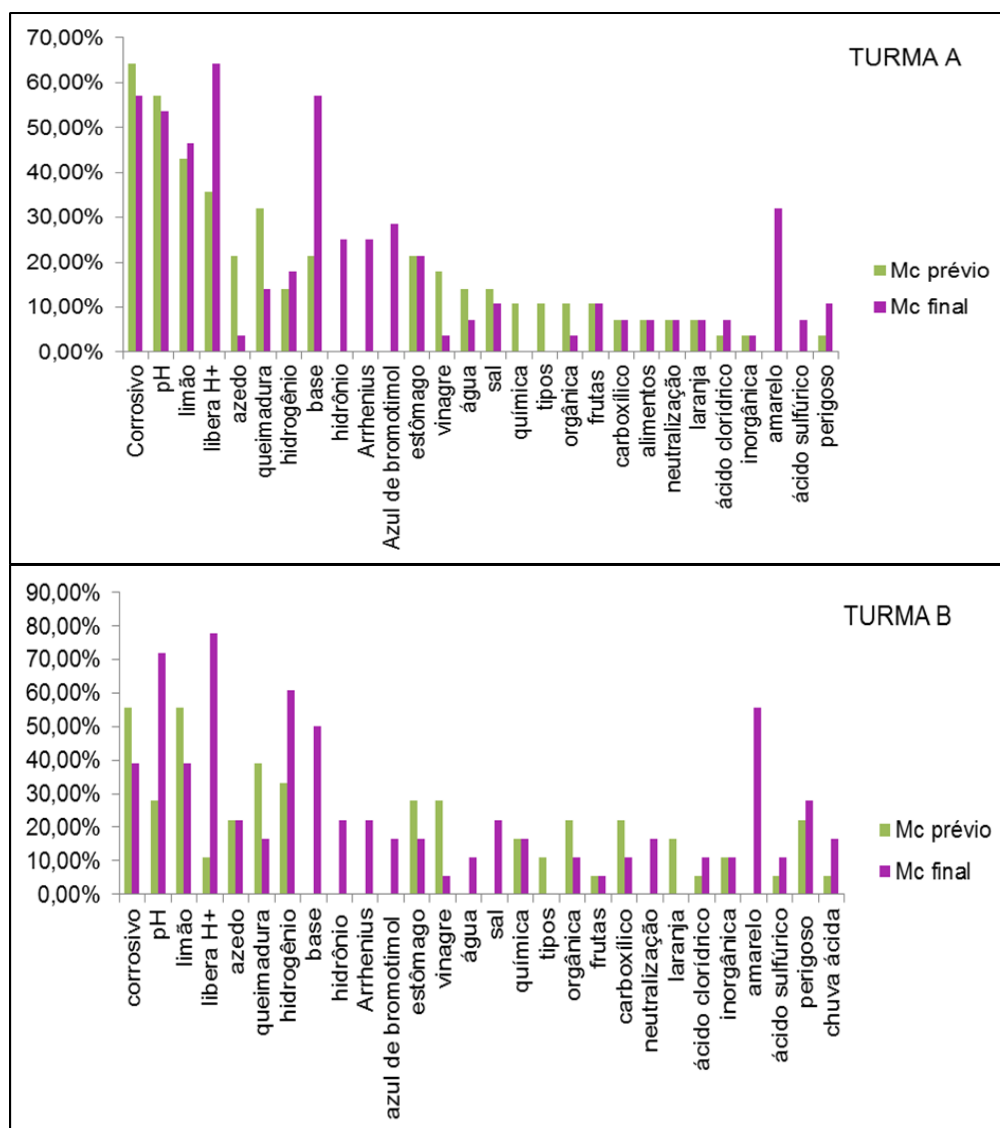


Figura 1: Comparação dos Mapas Conceituais prévios e finais das turmas A e B.

Já nos mapas finais os percentuais desses termos diminuíram, e foi possível verificar a aquisição, pelos estudantes, de abordagens associadas ao estudo da química, tais como: teoria de Arrhenius, íon hidrônio e base, já que houve a definição da neutralização. Muitos citaram o indicador usado na aula experimental, azul de bromotimol e a coloração amarela que o meio ácido adquiria, ficando perceptível o obstáculo da experiência primeira, que segundo Bachelard (1996) é aquele que ocorre quando um indivíduo ao observar um fenômeno limita-se ao observado sem buscar explicações, constituindo uma estagnação à construção do conhecimento científico, ou seja, um obstáculo epistemológico.

Uma característica que muitos estudantes das duas turmas relacionaram aos ácidos foi a capacidade de **liberar H<sup>+</sup>**, considerado um obstáculo substancialista, ou seja, os ácidos precisam ter hidrogênio na fórmula para “liberar” na forma de H<sup>+</sup>, e também verbal, no uso acrítico do termo “liberar”. Esse termo já havia sido apresentado a eles no 9º ano. Porém, queremos em nosso projeto combater uma postura errônea da maioria dos livros didáticos de definir ácido como substância que libera H<sup>+</sup> quando

dissolvida em água. Nas duas turmas houve aumento de referência a essa definição. Na turma A em que a estratégia adotada foi de contorno do obstáculo ao ensinar “Funções Inorgânicas”, foi possível verificar que os estudantes provavelmente não perceberam que uma nova definição havia sido apresentada e continuaram propagando a definição que já tinham estudado no 9º ano, demonstrando que não superaram esse obstáculo e, além disso, é a definição presente no livro didático que usam, embora tenha sido solicitado que eles não se orientassem pelo texto do livro nessa temática. Já a turma B estudou com a abordagem do livro didático. A partir dos resultados apresentados na tabela 1 é possível comparar a evolução dos estudantes no início do projeto e após a sequência didática trabalhada.

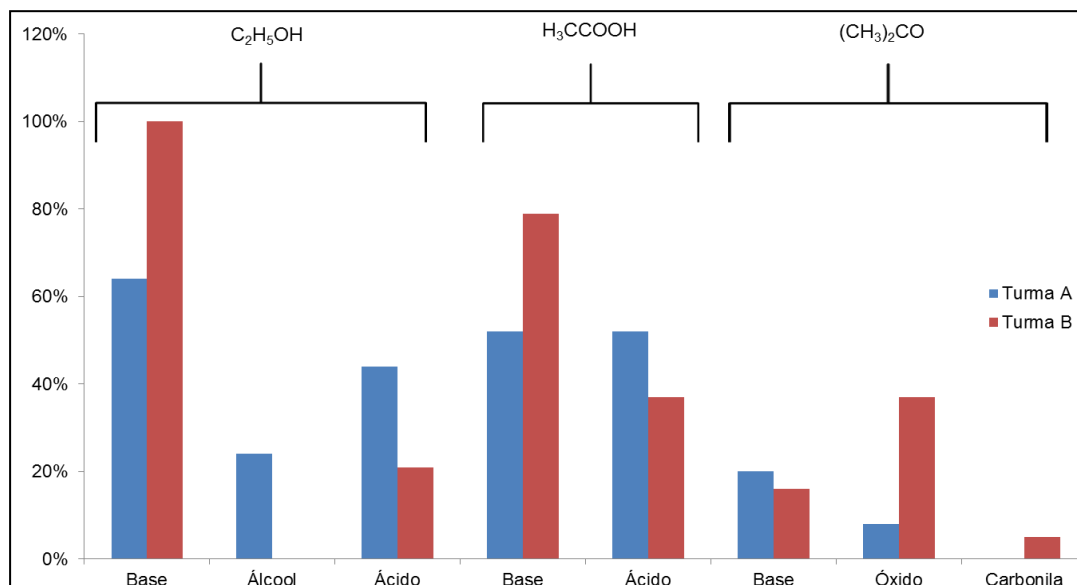
**Tabela 1: Primeira questão direcionada aos estudantes. Definição de ácido de Arrhenius: ácido é toda substância que ao reagir com a água causa o aumento da concentração de íons  $H_3O^+$  no meio. Em seguida, foi feita a questão: Um ácido de Arrhenius deve ter necessariamente hidrogênio (H) em sua fórmula? ( ) sim ( ) não**

Turma	No início		Após experimentação	
	SIM	NÃO	SIM	NÃO
A	72%	28%	44%	56%
B	92%	8%	84%	16%

A partir dos percentuais apresentados na tabela que representam o momento anterior as aulas, é possível concluir que a maioria dos estudantes das duas turmas entende que para um composto ser ácido de Arrhenius deve ter hidrogênio em sua fórmula, caracterizando um obstáculo substancialista. Já no questionário aplicado após a experimentação é possível observar que nas duas turmas esse percentual diminuiu, porém na turma A foi mais significativo, sendo um indicativo de que contornar os obstáculos é melhor do que fragilizar. Um quantitativo considerável nas duas turmas permanece relacionando a presença do hidrogênio ao ácido, o que pode estar associado à maneira como aprenderam no 9º ano, reforçando a dificuldade de se romper com uma representação prévia, quando há afinidade por determinada explicação, ou seja, dificuldade em fragilizar determinados obstáculos epistemológicos.

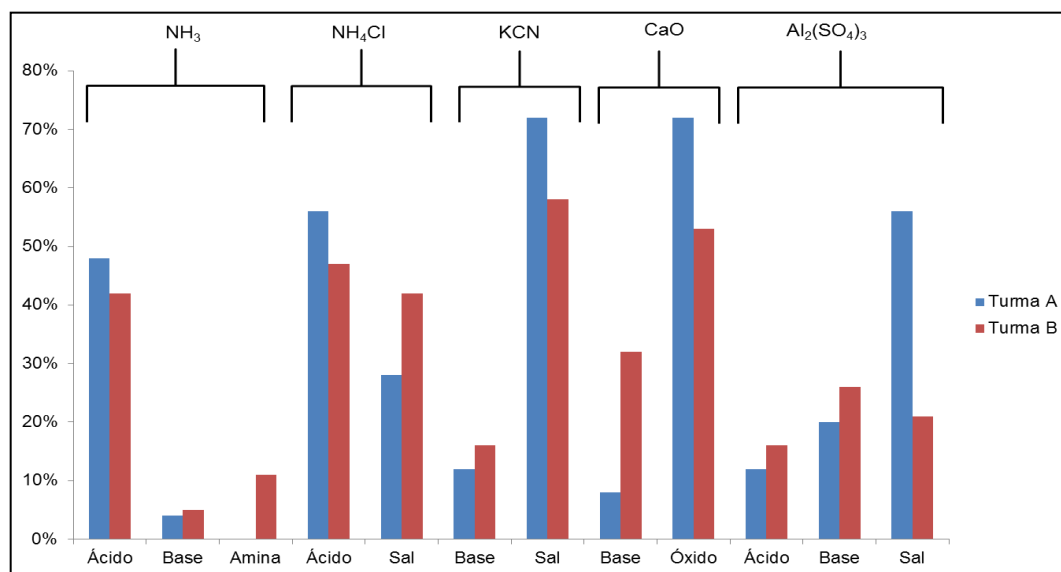
Continuando a análise do questionário aplicado, a segunda questão solicitava que os estudantes classificassem as fórmulas químicas de compostos comuns, como  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $NaOH$  e  $Ca(OH)_2$  como ácido, base ou outros, com o objetivo de verificar se iriam considerar toda abordagem discutida ou iriam se limitar às fórmulas dos compostos, deixando prevalecer obstáculos substancialistas. Na turma A, 92% dos estudantes classificaram os ácidos e as bases corretamente, ao passo que na turma B, esse percentual foi de 79%. Esses eram os compostos mais fáceis de serem classificados dentro dos solicitados no questionário.

Na questão apareciam também compostos orgânicos, cujas classificações estão na figura 2. Os estudantes da instituição de ensino em que o projeto foi aplicado já estudaram todas as funções orgânicas na primeira série do ensino médio, mas devido ao fato de já estarem adaptados em um sistema de ensino compartmentado, apresentaram dificuldade em relacionar conceitos quando se depararam com compostos orgânicos na aula de química inorgânica. É possível verificar na figura 2 que alguns estudantes, para alguns dos compostos, identificaram a função orgânica, mas a maioria classificou priorizando o obstáculo substancialista, ou seja, ácido tem hidrogênio e base tem hidroxila.



**Figura 2: Classificação de compostos orgânicos. Porcentagem indicando o quantitativo de estudantes de cada uma das turmas perante classificações dos compostos C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, H<sub>3</sub>CCOOH e (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO.**

Na mesma questão apareciam fórmulas de outros compostos para que os estudantes classificassem. Os resultados estão na figura 3.



**Figura 3: Classificações de outros compostos inorgânicos. Porcentagem indicando o quantitativo de estudantes de cada uma das turmas perante classificações dos compostos NH<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, KCN, CaO e Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.**

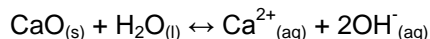
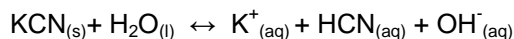
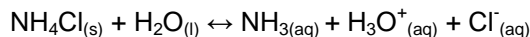
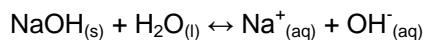
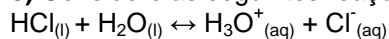
O elevado índice de classificação da amônia (NH<sub>3</sub>) como ácido, pelas duas turmas pode estar associado à presença do hidrogênio na fórmula. Ou seja, mais uma vez, priorizam o obstáculo substancialista, ou seja, ácido tem hidrogênio e base tem hidroxila.

Já a terceira questão, quadro 2, considera o comportamento de algumas substâncias na água, analisando de maneira mais direta a definição ácido-base de Arrhenius.



### Quadro 2: Questionário.

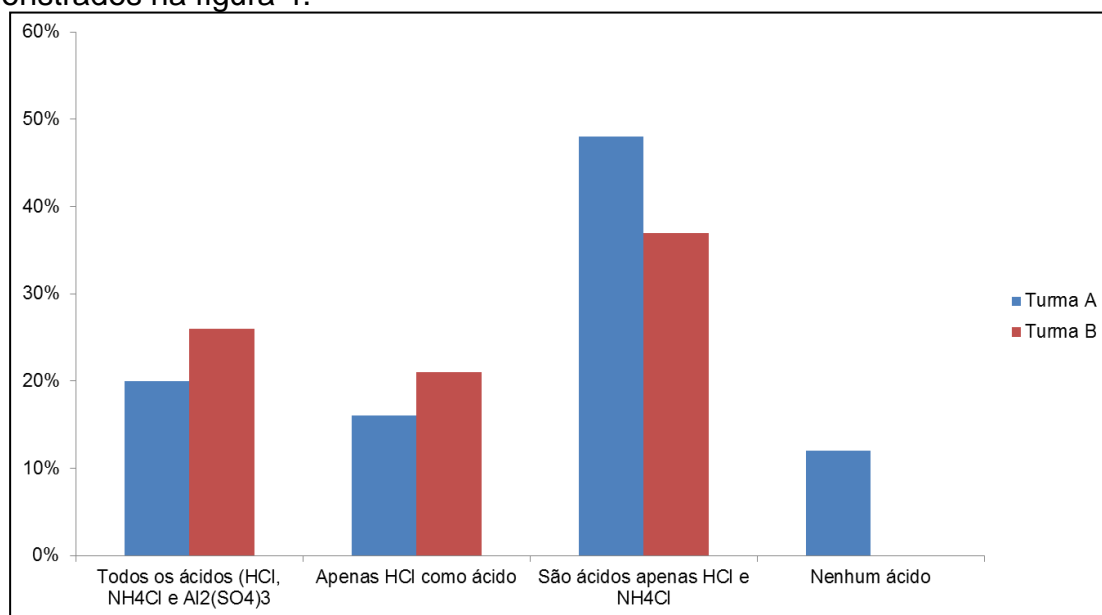
**Questão 3)** Considere as seguintes reações:



Responda:

- Dentre as substâncias  $\text{HCl}_{(l)}$ ,  $\text{NaOH}_{(s)}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$ ,  $\text{KCN}_{(s)}$ ,  $\text{CaO}_{(s)}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3_{(s)}$ , alguma delas pode ser considerada um ácido ou uma base de Arrhenius?
- Quais são ácidos? Justifique.
- Quais são bases? Justifique.

Os resultados coletados após a análise da questão 3 (Quadro 2) estão demonstrados na figura 4.



**Figura 4: Classificações dos compostos a partir das equações de ionização. Porcentagem indicando o quantitativo de estudantes de cada uma das turmas perante classificação dos ácidos apresentados:  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  e  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$**

A partir dos dados obtidos verifica-se que aproximadamente 20% dos estudantes de cada uma das turmas conseguiram identificar os três ácidos de Arrhenius representados,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  e  $\text{Al}_2\text{SO}_4$ . O maior índice para as duas turmas se associa a classificação como ácidos apenas para  $\text{HCl}$  e  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , podendo ser explicado pela predominância do obstáculo substancialista, ou seja, ácido tem hidrogênio.

Considerando os resultados obtidos até esse momento, foi possível concluir que ainda havia a necessidade de desenvolver com as turmas discussões sobre a definição ácido-base de Arrhenius apresentada, deixando claro que a mesma é diferente do que estudaram no 9º ano e levantando questões para que possam

fragilizar os obstáculos até então detectados. Para verificar como evoluíram uma questão relacionada à experimentação realizada no projeto, foi considerada no teste bimestral.

A questão foi corrigida em sala de aula no dia da entrega das notas dos testes, com a finalidade de mais uma vez abordar a definição de ácido de Arrhenius e como oportunidade para que os estudantes pudessem fragilizar os obstáculos epistemológicos ainda dominantes.

Em seguida a prova bimestral foi também uma ferramenta de avaliação. Novamente uma questão sobre a experimentação foi abordada, considerando a definição de ácido de Arrhenius. As opções da questão podem ser observadas no quadro 3.

### Quadro 3: Opções da questão da prova.

- a) As substâncias que são classificadas como ácido possuem hidrogênio na fórmula e as classificadas como base, possuem hidroxila na fórmula.  
b) As classificações estão relacionadas com as fórmulas dos compostos químicos analisados.  
c) As classificações estão relacionadas à reatividade das substâncias analisadas com a água. Pode-se definir ácido como uma espécie que, em solução aquosa, aumenta a concentração de  $H^+$ , e base como uma espécie que, em solução aquosa, aumenta a concentração de  $OH^-$ .  
d) As classificações estão relacionadas à reatividade das substâncias analisadas com a água. Pode-se definir ácido como uma espécie que, em solução aquosa, aumenta a concentração de  $H^+$ , e base como uma espécie que, em solução aquosa, aumenta a concentração de  $OH^-$ . Portanto, observando as fórmulas dos compostos da segunda tabela, as classificações foram inadequadas.

Os resultados estão descritos na figura 5.

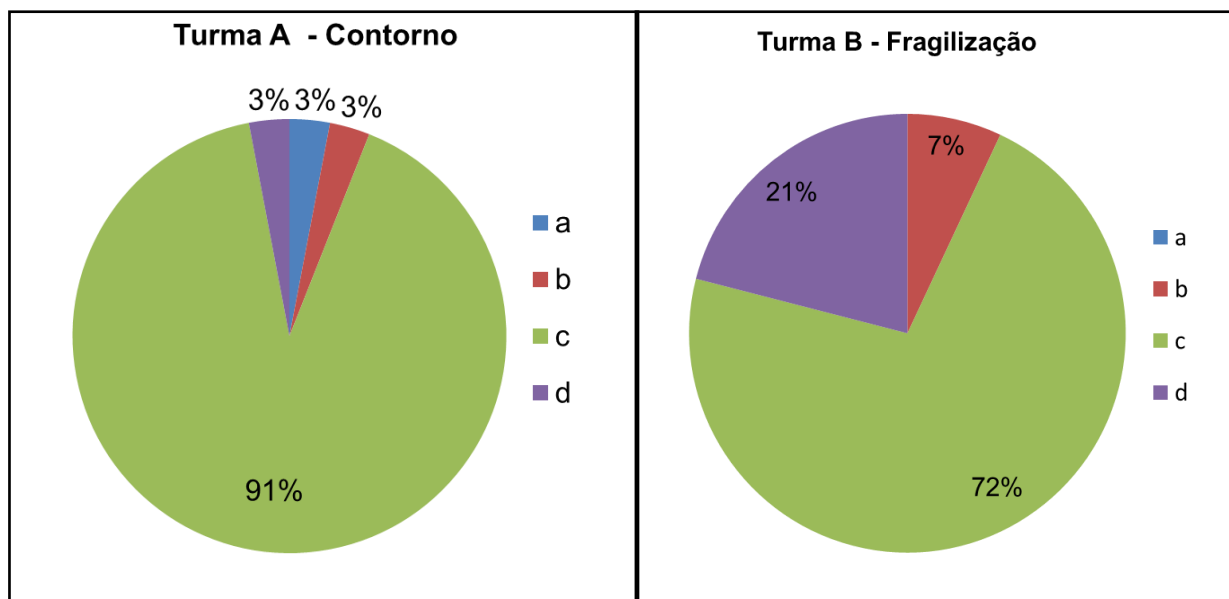


Figura 5: Análise da questão de prova para as duas turmas. As letras a, b, c e d representam as opções da questão analisada. Já as porcentagens definidas, correspondem ao quantitativo de alunos que marcou as opções disponíveis na questão.

Ao analisar os resultados da turma A (metodologia de contorno) é possível detectar que parte significativa da turma (91%) consegue associar acidez e basicidade à reatividade dos compostos com a água e a minoria continua relacionando à fórmula do composto. Já na turma B, a maior parte dos estudantes também marcou a alternativa que associa acidez e basicidade dos compostos à reatividade com a água, porém com uma porcentagem menor do que na turma A e uma parcela significativa (21%) associou a reatividade com a água, mas ao mesmo tempo, continua vinculando

acidez e basicidade à fórmula dos compostos. O melhor desempenho da turma A pode ser um indicativo de que contornar um obstáculo pode ser mais eficiente do que fragilizar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse projeto foi executado levando em consideração os objetivos-obstáculos. Contornar ou fragilizar foram estratégias adotadas nesse projeto para “tratar” os obstáculos epistemológicos e ambos são importantes e representam ganhos ao processo de ensino e aprendizagem. Segundo Astolfi (1994), o professor deve usar estratégias para que os estudantes superem os obstáculos epistemológicos na construção do conhecimento científico. Mesmo assim, não basta que os obstáculos epistemológicos sejam objetos de um tratamento didático para termos certeza que serão superados. Em várias etapas os obstáculos foram detectados pelo professor e o mesmo usou de estratégias para que os estudantes superassem esses obstáculos. Foi possível observar, que o caminho não é simples, que não basta o professor ensinar de outra maneira que os estudantes irão tomar posse daquele conhecimento novo.

Os mapas conceituais, o questionário e as avaliações convencionais funcionaram como estratégias de verificação dos obstáculos epistemológicos e nortearam os passos necessários ao professor para alcançar seus objetivos na aprendizagem dos estudantes. Com a análise dos mapas também foi possível direcionar melhor os caminhos de fragilização e contorno dos obstáculos.

É possível concluir também que o fato da apresentação errônea já ocorrer no 9º ano, dificulta o processo de fragilização dos obstáculos. O aumento do número de referências ao termo “libera H<sup>+</sup>” nas duas turmas revela o quanto é difícil fazer com que o estudante se desapegue de uma explicação estudada anteriormente, e é estabelecido certo grau de afinidade pela explicação, ou seja, um obstáculo epistemológico, o que poderá necessitar de mais etapas de discussões de uma temática para outras noções serem compreendidas. O que nos leva a afirmar que o ensino de “funções inorgânicas” da madeira como se faz, deve ser modificado.

As diferentes etapas desse trabalho possibilitaram, segundo o referencial bachelardiano, detectar que os professores de química devem saber lidar com os obstáculos epistemológicos, que fazem parte do processo de ensino e aprendizagem. Reconhecendo os obstáculos o educador poderá tomar medidas para favorecer a construção do conhecimento científico por seus alunos.

Ao escolher a sequência didática trabalhada como uma nova metodologia de ensino, o professor também tem oportunidade de avaliar o seu método. Refletindo sobre cada etapa realizada com seus alunos, tem oportunidade de prosseguir com as etapas que foram prósperas e melhorar as que precisam, ou seja, refletir sobre as práticas educacionais deve ser o papel de todo professor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTOLFI, J. P. **El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos.** Enseñanza de las Ciencias, 12, 1994.

ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências.** Campinas, SP: Papyrus Editora, 1990.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico.** Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

CAMPOS, R.C.; SILVA, R.C. **Funções da química inorgânica... funcionam?** Química Nova na Escola, n. 9, p. 18-22, 1999.

HERBST, M. H.; LARENTIS, A. L. ; CALDAS, L. A. ; RIBEIRO, M.G.L. ; ALMEIDA, R.V. **The 'Arrhenius acid-base definition' and the substantialism in the development of the chemical concept of acidity.** In: International Society for the Philosophy of Chemistry 2015 Annual Meeting, 2015, Rio de Janeiro. Book of Proceedings. Rio de Janeiro. EdUFRJ, p. 22-24, 2015.

KOTZ, J.C.; TREICHEL JR., P.M. **Química geral e reações químicas.**v.1. São Paulo: Thomson, 2005.

RIBEIRO, M.G.L.; LARENTIS, A.L.; CALDAS, L.A.; GARCIA, T.C.; TERRA, L.L.; HERBST, M.H.; ALMEIDA, R.V. **On the debate about teleology in biology: the notion of “teleological obstacle”.** História, Ciências, Saúde, 2015. Manguinhos, Rio de Janeiro.

SILVA, L. A.; LARENTIS A. L.; CALDAS, L. A.; RIBEIRO, M. G. L.; ALMEIDA, R. V.; HERBST M. H. **Obstáculos Epistemológicos no Ensino-Aprendizagem de Química Geral e Inorgânica no Ensino Superior: Resgate da Definição Ácido-Base de Arrhenius e Crítica ao Ensino das “Funções Inorgânicas”.** Quím. nova esc., v. 36, n. 4, p. 261-268, Nov. 2014.

TRINDADE, J. O; HARTWIG, D. R. **Uso Combinado de Mapas Conceituais e Estratégias Diversificadas de Ensino: Uma Análise Inicial das Ligações Químicas.** Química Nova na Escola, V.34, nº 2, p. 83-9, 2012.

USBERCO, J; SALVADOR, E. **Química.** Volume único. São Paulo: Editora Saraiva, 2013.