

## **Uma proposta para desenvolver a Habilidade Cognitivo-Linguística (Explicar) em aulas de química utilizando a estratégia P.O.E. (Prever-Observar-Explicar)**

### **A proposal to develop Cognitive-Linguistic Ability (Explain) in chemistry classes using the P.O.E. (Predict-Observe-Explain)**

**Marcondes Luiz da Silva Azevedo**  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
marcondes.qp@gmail.com

.....

**Márcia Gorette Lima da Silva**  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
marciagsilva@yahoo.com.br

### **Resumo**

Estudos têm avançado sobre estratégias de ensino que visem o desenvolvimento de práticas argumentativas, particularmente as que priorizam a produção, comunicação e avaliação de conhecimento científico em sala de aula. Entre as estratégias consideramos a perspectiva POE (Prever-Observar-Explicar) a partir de uma atividade experimental para abordar conceitos de Eletroquímica, nosso produto educacional. Nossa pesquisa investiga as habilidades cognitivo-linguísticas predizer, observar e explicar manifestadas por alunos do ensino superior em química. Para tanto, utilizamos instrumentos de coleta de dados para as três etapas da POE. Como principais resultados foi possível observar por meio da produção de gêneros argumentativos, oral (discussão individual e em grupo) e escritos (ficha individual) que a estratégia de ensino se mostrou útil para que os alunos exponham suas ideias e negociem entre si argumentos e explicações para os fenômenos químicos apresentados, e ainda que os alunos apresentaram evolução conceitual expressas nas respostas apresentadas nas explicações escritas, à medida em que a atividade foi desenvolvida.

**Palavras-chave:** Experimentação. Predizer. Observar e explicar. Habilidades cognitivas.

### **Abstract**

Studies have advanced on teaching strategies that aim at the development of argumentative practices, particularly those that prioritize the production, communication and evaluation of scientific knowledge in the classroom. Among the strategies we consider the POE (Predict-Observe-Explain) perspective from

an experimental activity to approach concepts of Electrochemistry. Our research investigates the cognitive-linguistic abilities to predict, observe and explain manifested by higher education students in chemistry. We use data collection instruments for the three stages of POE. As main results it was possible to observe through the production of argumentative genres, oral (individual and group discussion) and written (individual file) that the teaching strategy proved useful for students to present their ideas and negotiate arguments and explanations for the chemical phenomena presented, and although the students presented conceptual evolution expressed in the answers presented in the written explanations as the activity was developed.

**Key words:** Experimentation. Predict. Observe and explain. Cognitive skill.

## Introdução

A importância das explicações dos alunos não somente é observada em relevantes documentos balizadores do ensino de ciências como o PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos) e no Brasil com os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais). As explicações no contexto da sala de aula de ciências são objeto de pesquisa de diversos estudos, tais como Machamer (1998), Sanmartí (2003), Figueiroa (2006); Osborne e Patterson (2011), Custódio et al. (2011); Nuñez e Ramalho (2015), Rodrigues, Pereira e Sabka (2017), Corso e Trivelato (2017) dentre outros. Entretanto, alguns autores sinalizam que ainda há a necessidade de maior atenção ao tema, especialmente em outros níveis de ensino (LIRA, 2014). Particularmente no ensino de química a importância da explicação é explicitada por Núñez e Ramalho (2015, p. 205):

No estudo da Química como ciência no Ensino Médio, a explicação é uma habilidade essencial para se compreender os comportamentos, as propriedades das substâncias e dos materiais. As explicações permitem conferir sentidos aos conteúdos estudados ao relacioná-los com o cotidiano, a ciência, a tecnologia, a cultura e o mundo do trabalho. Tornar os estudantes sujeitos ativos na construção de explicações sob fortes motivações pode tornar as aulas de Química mais interessantes e com forte poder de contribuir, não só com a aprendizagem como também com o desenvolvimento integral dos estudantes.

Da mesma forma as atividades experimentais desenvolvidas nas aulas de ciências, tanto no ensino médio como superior, por vezes podem ser abordadas de forma acrítica e aproblemática, em que é dada pouca oportunidade aos alunos no processo de análise, elaboração de hipóteses, discussão e comunicação do conhecimento científico (SUART; MARCONDES, 2009). Não obstante, as atividades experimentais são uma parte fundamental para o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais, em particular a Química. O trabalho experimental pode estimular o desenvolvimento conceitual, de modo a levar os estudantes a explorar, comparar, elaborar e monitorar suas ideias proporcionando o desenvolvimento cognitivo. Para Gil-Pérez et al. (2005), é possível obter melhores resultados no ensino de Ciências a partir de atividades que contemplem o envolvimento ativo dos alunos e que favoreçam as

habilidades de observação, discussão, argumentação e outros. Bruxel (2012) ressalta ainda, a importância das atividades experimentais no desenvolvimento das habilidades de linguagem escrita e de comunicação.

Contudo, a depender da estratégia de ensino na qual é abordado o conteúdo, conforme Izquierdo e Sanmartí (2000), podem ser fomentadas algumas Habilidades Cognitivo-Linguísticas (HC-Ls), tais como: previsão, observação, descrição, justificação, explicação, argumentação dentre outras. Na mesma direção Silva, Márquez e Prat (2017) uma das perspectivas relacionadas as habilidades cognitivo-linguísticas é o desenvolvimento de práticas discursivas que priorizem a produção, a comunicação e a avaliação de conhecimento científico em sala de aula. Nesse contexto, é importante que as instituições de ensino promovam, por meio de práticas pedagógicas, a interação e elaboração de discursos argumentativos e explicativos orais e escritos dos alunos, que os permitam a partir de suas ideias, questionar e observar os conhecimentos científicos que emergem no âmbito da experimentação, e ainda, poder ressignificá-los. Dessa forma, uma estratégia de ensino que favorece a abordagem de conceitos, numa dinâmica de atividades experimentais é a abordagem POE (Prever-Observar-Explicar), desenvolvida por Gunstone e White (1981), que tem enorme potencial para propiciar a interação e comunicação dos alunos e dos seus respectivos conhecimentos prévios. Além disso, podem favorecer a conscientização dos próprios processos cognitivos.

Este trabalho corresponde a um recorte de uma pesquisa que está em andamento no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da UFRN (2017.2 a 2019.2), mais precisamente no Grupo de Estudos Argumentação e o Ensino de Ciências e Matemática, no qual nossas pesquisas são debatidas e avaliadas. Em concreto, nosso objetivo neste relato é de investigar habilidades cognitivo-linguísticas manifestadas por alunos do ensino superior em química por meio de uma atividade experimental utilizando a estratégia de ensino POE. Para tal, nossa atividade é intitulada Concha de Alumínio focando conceitos de eletroquímica.

## **Desenvolvimento**

### **Estratégia de ensino P.O.E. (Prever, Observar, Explicar)**

A estratégia de ensino desenvolvida por Gunstone e White (1981) intitulada Prever, Observar e Explicar, foi adaptada da proposta de Nedelsky (1961), denominada inicialmente de D.O.E. (demonstre, observe, explique). Segundo Cinici et al. (2011) a POE é usada, principalmente, para fazer emergir as opiniões dos alunos sobre fenômenos e favorecer a discussão, a comunicação e a avaliação das ideias iniciais sobre um dado conceito. A proposta de Gunstone e White (1981) tem sido amplamente assumida por pesquisadores que, alguns casos estabeleceram suas próprias adaptações (LIEW; TREAGUST, 1995; PALMER, 1995; CHAMIZO, 1997; JOYCE, 2006; SCHWAHN et al. 2008; COROMINAS, 2013; ROMERO-BOJÓRQUEZ; SLISKO, UTILLA-QUIROZ, 2014; KIBIRIGE, OSODO, TLADA, 2014; MEDEIROS, SILVA, LOCATELLI, 2018 dentre outros).

A estratégia de ensino P.O.E. é dividida em três etapas, as quais são sugeridas que antes de iniciar o experimento sendo realizada em grupos de dois a três componentes. A 1ª etapa (Predizer) consiste em um evento onde é apresentada uma questão/situação que visa despertar o interesse e a curiosidade dos participantes, para que possam discutir o problema que foi lançado pelo professor, trocar experiências pessoais, dos conhecimentos já adquiridos em sala de aula e que possam, predizer de forma consciente os processos e fenômenos que deverão ocorrer em tal atividade. A predição, neste caso, deve ser justificada, onde os alunos devem expor as razões pelas quais adotaram tal raciocínio. Na 2ª etapa (Observar) o experimento é executado pelas equipes e/ou pelo professor para que todos possam realizar e observar os fenômenos que surgem da atividade, registrar e discutir com seus pares, confrontar os conhecimentos prévios e descrever os eventos observados. Nesta etapa são requeridas várias operações do pensamento, tanto na observação direta quanto na observação abstrata. É nessa etapa também que as observações serão comparadas com as predições que foram feitas na etapa anterior. A 3ª etapa (Explicar) é quando os alunos irão descrever possíveis semelhanças e/ou diferenças, por meio da identificação, comparação, análise entre as suas respostas da predição com aquilo que observaram durante a realização do experimento, tentando explicar o fenômeno comprovando ou não a suposição inicial, buscando reconciliar suas suposições iniciais entre a previsão e as observações.

### **Habilidades Cognitivo-Linguísticas (HC-Ls)**

Millán e Villa (2011) constataram que a realização de trabalhos práticos baseados na P.O.E. favorece o desenvolvimento de algumas das habilidades necessárias para aprender como se gera o conhecimento científico. Dessa forma, durante as três etapas da atividade é possível fomentar as habilidades cognitivo-linguísticas, principalmente a argumentação, uma vez que os integrantes dos grupos, através das discussões, negociarão as explicações para os fenômenos observados. Londoño (2016), informa que as habilidades cognitivo-linguísticas são um conjunto de conceitos e procedimentos linguísticos que possibilitam o desenvolvimento de competências discursivas e, ao mesmo tempo, a construção do conhecimento.

As habilidades cognitivo-linguísticas, denominadas por Jorba (2000), são aquelas ativadas para produzir diferentes tipologias textuais, como: descrever, resumir, definir, explicar, justificar, argumentar e demonstrar, não sendo específico apenas da área linguística, mas que são transversais e devem ser abordadas em diversas áreas do currículo. Dessa forma, Izquierdo e Sanmartí (2000), buscam relacionar as habilidades cognitivas, tais como: observar, formular hipóteses, identificar e combinar variáveis, projetar experiências, coletar dados e transformá-los, e tirar conclusões; às habilidades linguísticas de expressão e comunicação de ideias, como: escrever, descrever, resumir, definir, explicar, justificar, argumentar, etc. A esse respeito Aragón-Méndez (2007, p 163) diz que:

As habilidades cognitivo-linguísticas estão na base das operações que ocorrem na atividade de aprendizagem, permitem estruturar o

conhecimento adquirido. O desenvolvimento de habilidades cognitivo-linguísticas permite a autorregulação do processo de aprendizagem pelos alunos, desde que estejam cientes do significado de cada uma dessas demandas e dos mecanismos que devem ser acionados em cada uma delas.

As habilidades cognitivo-linguísticas destacadas na estratégia P.O.E., sejam elas: prever, observar, explicar, e argumentar, quando estruturadas de forma colaborativa entre os participantes podem ajudar na autorregulação dos estudantes. Conforme Santos e Meira (2015), o aprendizado está relacionado como as ações e operações que utilizamos para estabelecer relações entre os objetos, situações e fenômenos e em função das competências adquiridas referente ao “saber fazer”. Segundo Alonso (2000), as operações cognitivas ou mentais podem variar em número e complexidade de baixa a alta ordem cognitiva.

### **Habilidade Cognitiva: Prever**

Dentre as operações cognitivas, Concari (2001), destaca que a capacidade de previsão está associada a possibilidade de antecipar o comportamento de um fenômeno com base em conhecimentos prévios relacionados aos eventos que ainda não ocorreram, mas que podem ser explicados antes que aconteçam. Borges (1999), enfatiza que para realizar inferências e previsões, são desenvolvidos processos cognitivos que interliga diversas ações mentais que permitem ao usuário pensar em situações que já aconteceram, e que podem vir a acontecer, são essas ações que capacitam cada sujeito a fazer previsões e inferências, a compreender fenômenos e eventos, a atribuir causalidade aos eventos observados, a tomar decisões e controlar a execução delas. A habilidade cognitiva de prever e prever são umas das ações mentais mais complexas, pois requer a associação de várias operações do pensamento, tais como as idealizadas por Raths (1986) entre elas: comparar, observar, classificar, interpretar, buscar suposições, levantar hipóteses. A habilidade cognitiva de prever é um processo subsequente a habilidade cognitiva de observar no sentido de adquirir os conhecimentos prévios, mas que antecede a habilidade cognitivo-linguística de prever.

### **Habilidade Cognitivo-Linguística: Prever**

No estudo sobre a predição como estratégia de produção linguística com foco na psicolinguística (WANNMACHER, 2011) expõe que no contexto de estratégia de compreensão, a palavra “predição” toma um significado de pronunciar o que ainda não foi dito, apoiado em dados objetivos e em processo realizado pela cognição. Dessa forma, a predição está marcada por seus conhecimentos prévios, pelo nicho cultural em que se inserem os indivíduos, por inferências de diferentes níveis de complexidade e graus de esforços cognitivos, como estratégia de compreensão dos fatos, das experiências e do mundo em que vivemos, assim, o vocábulo predição se reveste de significado de base científica ao estabelecer uma relação do objeto com as hipóteses. Klimovsky (1995) contribui para o entendimento da predição, afirmando que uma predição é um enunciado que se refere a consequências observacionais em que se espera que ocorram determinados fenômenos, ou seja, que antecipa feitos não conhecidos,



não é uma corroboração do enunciado dado, mas caso se cumpra, uma vez sustentados em dados e leis, se incrementa ao conhecimento. Assim, o poder preditivo está na potencialidade da confirmação da predição de tal fenômeno. No documento pedagógico Guatemala (2012, p. 35) relata que:

Para predizer o que acontecerá com determinada unidade de objeto, é necessário ter um conhecimento prévio sobre o assunto, além de exigir uma grande demanda cognitiva do ser humano, para que este reconheça e lembre as informações, identifique, compare e estabeleça as relações de semelhança dessas informações, para então gerar um comunicado preditivo que responda com satisfação a questão inicial.

Nesse sentido, para desenvolver uma predição com máxima aproximação com o fato futuro, é importante que tal predição esteja baseada em argumentos consistentes. Quando acontece uma predição de cunho individual, o aluno pode gerar vários processos cognitivos, como recuperar de seus conhecimentos as informações necessárias e compará-las, identificar as relações de semelhanças, e gerar argumentos que sustente sua predição. Porém, quando as atividades são realizadas em grupo, além das habilidades cognitivas já citadas, abre espaço também para as habilidades cognitivo-linguísticas como a argumentação e explicação que possui grande potencial de elevar o nível de conhecimento dos alunos, que por meio dos debates e exposições de diversos argumentos poderão formar uma predição condizente com a ideia central do grupo e com maior aproximação ao conhecimento científico aceito pela comunidade científica.

Assim, para o processo cognitivo de prever e predizer são necessários conhecimentos prévios baseados em dados, fatos, eventos, fenômenos, enunciados, observações, experiências, dentre outros objetos tangíveis e abstratos, que possam contribuir para o desenvolvimento e fortalecimento de habilidades, como: lembrar de informações e conteúdos previamente abordados; identificar detalhes relevantes e categorizá-los; inferir, analisar e relacionar as informações do fenômeno para gerar hipóteses ou conclusões; discutir argumentos para gerar argumentação e explicação de acontecimentos futuros, e trazer à consciência esses conhecimentos. Quando fica apenas no campo mental se constituirá em habilidade cognitiva de prever, no entanto, quando verbalizado, ou seja, comunicado na forma oral ou escrita se condensará na habilidade cognitivo-linguísticas de predizer.

### **Habilidade Cognitivo-Linguística: Observar**

Conforme Raths (1986), observar envolve a ideia de vigiar, procurar, identificar, notar e perceber. Observar permite o estudo atento, através da percepção dos elementos e situações que nos rodeiam, há observação quando o aluno compara objetos diferentes ou quando analisa um evento. Observar é descobrir coisas, faz parte de um processo que posicionar os sujeitos perante o mundo. Observação na perspectiva de Anastasiou e Alves (2003) é prestar atenção em algo, anotar, examinar minuciosamente, olhar com atenção, estudar, é reunir dados para expressar uma representação sobre algo.

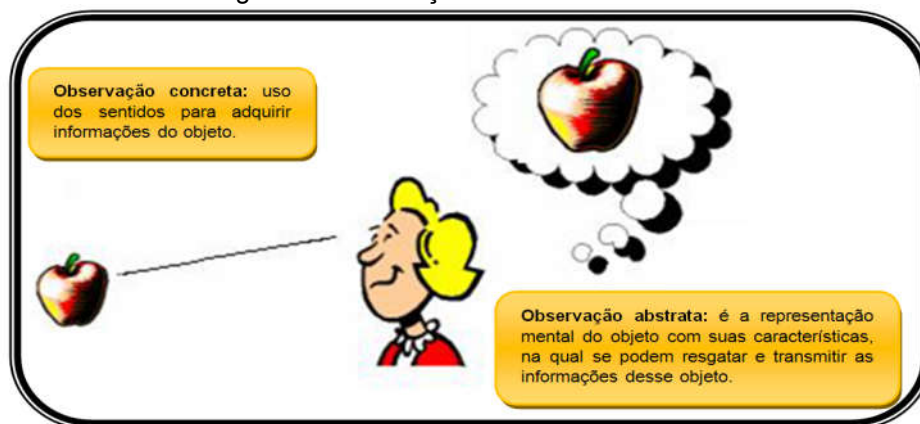
Conforme Talamonti (2010), o que organiza os processos de observação é o propósito, portanto para observar alguns pontos devem ser levados em conta: o

que observar, como observar e quando observar. Quando é dada a tarefa e o agente observador está participando ativamente, observando de perto e motivado por um propósito definido, há uma maior atenção aos fatos e dados que acontecem no processo e ao compartilhar as observações com outras pessoas é possível esclarecer alguns pontos cegos em nós e nos outros, percebemos quais aspectos enfraqueceram nossa maneira de observar e a partir daí se pode ver e reparar o que antes não era perceptível.

Observar, portanto, trata-se de uma operação cognitiva, quer dizer, é uma habilidade do pensamento que através da qual temos o primeiro contato com o mundo ao nosso redor. Sánchez (1995), destaca que a observação é um processo mental de fixar a atenção em uma pessoa, objeto, evento ou situação, a fim de identificar suas características e elaborar uma representação mental com tais informações, de modo que sejam úteis e recuperáveis no momento desejado. Vernet (2009), informa que nesse processo cognitivo estão implícitas habilidades como: registrar, selecionar, discriminar, hierarquizar, comparar e descrever. Burgos, Cleves e Marquez (2013) acrescentam que na observação pode surgir a necessidade, além do registro mental, de registrar e descrever na forma oral ou escrita os acontecimentos e fenômenos.

Para Sánchez (1995), conforme a figura 1, a observação tem dois momentos: um concreto e outro abstrato. A observação concreta tem a ver com o uso dos sentidos para capturar as características: de pessoa, do objeto, de dados, fatos, eventos, fenômenos, enunciados e experiências; e o momento abstrato está relacionado à reconstrução das informações na mente, ela ressalta que ter à consciência esses momentos de observação é importante para que se tenha um maior domínio sobre a aprendizagem. Esta habilidade se desenvolve quando o observador, de forma consciente capta, por meio da observação concreta (sensorial) ou abstrata (representação mental), as informações do objeto. É por meio desta habilidade que são resgatadas outras operações do pensamento (identificar, comparar, ordenar, diferenciar, classificar), e que em qualquer momento sócio-histórico-cultural pode-se transmitir ou comunicar as informações daquele objeto.

Figura 1: Observação Concreta e Abstrata.



Fonte: Sánchez (1995, p. 38).

Em termos de produção científica, é importante destacar, de acordo com Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), que a observação não é, sistematicamente, o ponto de partida, deve-se sempre considerá-la provisória, e estar disponíveis a sua crítica para atingir um maior conhecimento. As observações científicas são percepções que envolvem quase sempre alguma preparação prévia, de modo que não se realiza em função da atenção espontânea ligada ao acaso, muito pelo contrário, é de grande importância a definição prévia daquilo que se pretende observar. Estes autores destacam ainda, que é comum nas escolas ligar a “descoberta” científica a observações fortuitas, surgindo por mero acaso, situação que induz os alunos a pensarem-na como um produto que já existe na natureza. Porém, a observação tem um caráter polêmico e de construção, pois a importância atribuída aos fatos depende de um enquadramento de razões. A partir observações dos fatos, dados, características dos objetos ou fenômenos, são geradas as discussões que levarão a uma explicação mais profunda.

### **Habilidade Cognitivo-Linguística: Explicar**

A atividade de explicar conforme Sanmartí (2002), “é considerada pelos professores como a mais importante de seu ensino, no entanto, só se torna válida quando, além do professor, o aluno também é convidado a explicar”. É importante destacar essa visão, pois o ato discursivo de explicar envolve diversos conceitos, que são em parte científicos e outros não. O ato de explicar, geralmente, coloca o fenômeno a ser explicado em alguma estrutura conceitual que pode ser de senso comum, ou de caráter científico (CUSTÓDIO et al., 2011). Por exemplo, se alguém pergunta “Por que um balão se expande quando colocado sob o sol?”, a resposta com estrutura conceitual do senso comum, seria: “Porque o balão estica mais.” ou “O sol queima o balão.”, tais afirmações são explicações a final estão respondendo a uma pergunta, mas não tem o caráter científico. Uma explicação com recursos científicos se utiliza de uma linguagem científica que inclua dados e signos correspondente ao campo epistemológico em que a pergunta se encontra, como: “Ele contém gás e os gases se expandem quando aquecidos.”.

Segundo Corso e Trivelato (2017), a habilidade de construir explicações é considerada uma das três dimensões da competência científica. Nuñez e Ramalho (2015), destacam ainda que o ato de explicar está dentro das competências e habilidades de investigação, compreensão, interpretação e da proposição de modelos explicativos. Diante da ampla discussão sobre este tema, alguns pesquisadores buscam ao longo do tempo definir ou conceituar o termo explicação. Dessa forma, Machamer (1998), apresentam o termo explicação como uma resposta a uma pergunta do tipo por que é que ou como aconteceu determinada situação. No contexto das ciências naturais, a explicação científica está associada à compreensão e à interpretação dos fenômenos físicos e naturais (SCHWITZGEBEL, 1999) e não apenas à constatação do fenômeno. Explicar para Duval (1999), é produzir razões para tornar um fenômeno compreensível, uma explicação científica implica, no geral, relacionar um fato observado com uma justificativa que comunique a finalidade ou intenção à ocorrência daquele fato. Para Jorba (2000), explicar é apresentar raciocínios ou argumentos, estabelecendo relações nas quais os fatos explicados ganham



sentido e conduzem à modificação do estado do conhecimento. Concari (2001) sugere que explicar significa incrementar o entendimento das causas do fenômeno. Por sua vez, Sanmartí (2003) considera que o texto explicativo se caracteriza por ordenar determinados fatos, segundo uma relação que, quase sempre, é de causa-efeito. Explicar envolve, além de uma análise cuidadosa dos conteúdos a serem tratados, diferentes estratégias de comunicação, diferentes interesses e habilidades cognitivas dos interlocutores. Carvalho (2004) destaca a importância da explicação escrita, pois falar e escrever são atividades complementares, mas fundamentais nas aulas de ciências. Embora o diálogo seja importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir ideias entre os alunos, o uso da palavra escrita é um instrumento de aprendizagem que aumenta a construção pessoal do conhecimento. Nuñez e Ramalho (2015, p. 249) evidenciam a necessidade de propiciar aos estudantes condições para desenvolver HC-Ls (argumentar, explicar, descrever) e informam que:

Explicar não significa a reprodução de uma “explicação-pacote” [...], se trata de um processo cognitivo-linguístico que mobiliza, de forma dinâmica, o saber científico a ser apropriado pelos estudantes, segundo um padrão específico de comunicação científica.

Segundo Rodrigues, Pereira e Sabka (2017), o objetivo de uma explicação é proporcionar compreensão sobre um sistema, fenômeno, ou tema em questão, propiciando o entendimento do porquê de um fenômeno ocorrer, ou porque um objeto possui certas propriedades. Osborne e Patterson (2011) buscam distinguir argumentos de explicações, alegando que há duas entidades discursivas distintas: a explicação, que tenta explicar o fenômeno dado, e um argumento que examina a questão para saber se a explicação é válida - isto é, se ela foi bem sucedida, gerando o entendimento, e se ela é melhor comparando-se a outras. No quadro 1, baseado em Figueiroa (2006), seguem as descrições de cinco tipos de explicação, distinguindo a explicação de acordo com a pergunta.

Quadro 1 - Caracterização dos diversos tipos de tipos de explicação.

TIPOLOGIA		
Explicação Descritiva	Características da explicação	Exemplo de questões
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Está centrada nos dados recolhidos e observados, fornece um relato do comportamento do fenômeno após ser constatado, ficando ao nível da observação.</li> <li>➤ Responde à pergunta do tipo <i>por que</i> ou <i>como</i> aconteceu determinada situação (MACHAMER, 1998).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Como se comporta o fenômeno?</li> <li>✓ Quais foram suas observações?</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ O que aconteceu quando adicionou a esponja de aço na solução de ácido clorídrico 1M?</li> </ul>
Explicação Causal	Características da explicação	Exemplo de questões
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ É elaborada com base numa relação do tipo causa-efeito, pela descrição do fenômeno (efeito) e as entidades causadoras do fenômeno observado (a causa). Ultrapassa, portanto, a etapa da observação.</li> <li>➤ No contexto das ciências físicas e naturais, a explicação científica está associada não apenas à constatação do fenômeno (observação), mas sua relação de causa e efeito (SCHWITZGEBEL, 1999).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Como ocorreu esse fenômeno e por que aconteceu?</li> <li>✓ Quais características e fatos que levaram a isso?</li> <li>✓ O que foi observado e o que gerou tal fenômeno?</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Quais os produtos e o mecanismo da reação?</li> </ul>
Explicação Interpretativa	Característica da explicação	Exemplo de questões

<p>➤ Utiliza a observação, descrição, identificação, comparação das estruturas física, espacial e temporal para interpretar o fenômeno. Requer o uso dos conhecimentos conceituais e/ou modelos adequados ou, ainda, a elaboração de um “novo” modelo, que ajude a interpretar e compreender o fenômeno.</p> <p>➤ É elaborada pela relação entre o observável (os fenômenos) e o não-observável (a “essência”), vai além da causa e efeito, trata dos mecanismos macroscópicos e submicroscópicos que elaboram os conceitos em forma de teoria-modelo (SILVA;NÚÑEZ, 2008).</p>		<p>✓ De que este fenômeno é composto?</p> <p>✓ Que entidades constituem o fenômeno?</p>
		<p>❖ Qual é a natureza química da memória e do pensamento? (SWEEDLER, 2016)</p>
<b>Explicação Preditiva</b>	Características da explicação	Exemplo de questões
<p>➤ Possibilita elaborar uma resposta, a partir de conhecimentos prévios sobre o comportamento de um determinado fenômeno, que venha a ocorrer em circunstâncias desconhecidas, ou que se espera que aconteça.</p> <p>➤ Antecipa o comportamento de um fenômeno, quando submetido a determinadas condições, devendo ser baseado em modelos teóricos já conhecidos, mas que possibilite o avanço científico. (FIGUEIROA, 2006).</p>		<p>✓ O que se espera que aconteça ao adicionar A em B?</p> <p>✓ Como se comportará o fenômeno sob a condição X?</p>
		<p>❖ Qual será principal utilização do petróleo com o uso sistemático das fontes de energias renováveis?</p>
<b>Explicação Intencional</b>	Características da explicação	Exemplo de questões
<p>➤ Justifica a finalidade/relevância da investigação a ser desenvolvida em uma pesquisa sobre o fenômeno em questão, portanto, tem a finalidade de expressar os motivos de tal investigação.</p> <p>➤ Responde, por exemplo, à problemática de uma pesquisa de estudo.</p>		<p>✓ Com que finalidade se investiga determinado fenômeno?</p>
		<p>❖ A aprendizagem baseada em problemas pode promover a interdisciplinaridade no ensino médio, a partir das aulas de química? (SANTOS, 2010).</p>

Fonte: Próprios autores (2018).

Para além do embate de concepções, existe ainda o contexto escolar que entre outras funções é o local de formação e de disseminação de critérios que definem o que é ou não uma explicação científica. Tanto na ciência quanto na educação científica “uma explicação é uma resposta promovida a uma questão específica”, pois nenhum tipo de explicação é apropriado nem em todas as circunstâncias e nem para todos os questionadores (GILBERT; BOULTER; RUTHERFORD, 1988, p. 83). Uma proposta apontada é ter um conjunto padrão de questões a fim de decidir qual explicação verdadeiramente é a adequada (CONCARI, 2001). O problema da definição de explicação passa a focalizar, então, não a resposta, mas a relação entre a resposta produzida e a questão colocada. Portanto, mais que se considerar se as explicações em sala de aula são ou não científicas, deve-se considerar se são ou não adequadas, ou se são mais ou menos adequadas que outras. Estes autores propõem alguns graus de apropriação de explicações que seriam um julgamento feito pelo questionador em termos dos critérios de adequação dos dados, coerência do enunciado e relevância e qualidade (GILBERT; BOULTER; RUTHERFORD, 2000). Assim, em uma resposta apropriada, a explicação deve apresentar dados adequados e relevantes e o enunciado deve conter coerência e coesão entre os dados apresentados e os dados científicos, bem como deve apresentar o mesmo significado para o questionador e para quem explica.

Estas características das habilidades cognitivo-linguísticas de prever, observar e explicar foram consideradas na elaboração dos roteiros para a atividade experimental, a qual consiste no produto educacional do mestrado profissional.

## Metodologia

Esta pesquisa foi desenvolvida no ensino superior e, devido às peculiaridades desse contexto, podemos considerar que a mesma apresenta enfoque qualitativo. Dentre os diversos métodos de pesquisas de caráter qualitativo utilizamos o estudo de caso, perspectiva mais adequada para se estudar alguns fenômenos sociais como os processos educativos. O estudo foi desenvolvido na XXIII Semana de Minicursos do Instituto de Química da UFRN intitulado *Uma abordagem experimental baseada na estratégia POE (Prever, Observar e Explicar) para o ensino de alguns conceitos em eletroquímica*. O objetivo da proposta visava propiciar situações para desenvolver as habilidades cognitivo-linguísticas por meio da atividade experimental Concha de Alumínio. Em concreto se buscava trabalhar as reações químicas ocorridas entre o alumínio e as soluções de 1 mol/L de  $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ ,  $\text{SnCl}_2(\text{aq})$ ,  $\text{CaCl}_2(\text{aq})$ ,  $\text{MgCl}_2(\text{aq})$ .

O minicurso teve a participação de 9 estudantes de graduação, distribuídos em três grupos. Os participantes assinaram o termo de consentimento do uso dos resultados e suas identidades foram resguardadas. Nas coletas de dados (no momento dos diálogos em grupo) foram realizadas gravações em áudio e vídeo, e para os dados escritos foram entregues as fichas de registro para as três etapas da POE. Em cada ficha, além das orientações para a realização das atividades também haviam perguntas a serem respondidas, conforme exemplo de uma das fichas a seguir:

Figura 2 - Ficha P.O.E. – PREDIZER



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**  
 CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
 INSTITUTO DE QUÍMICA

XXIII JORNADA DE MINICURSOS DO INSTITUTO DE QUÍMICA – Fevereiro/2018.

**Minicurso:** Uma abordagem experimental baseada na estratégia POE (Prever, Observar e Explicar) para o ensino de alguns conceitos em eletroquímica.

**Ministrante:** \_\_\_\_\_ **Período:** 19/02 a 23/02 **Horário:** \_\_\_\_\_

**Aluno(a):** \_\_\_\_\_

**ATIVIDADE EXPERIMENTAL – CONCHA DE ALUMÍNIO**

**1ª ETAPA DA P.O.E. – PREDIZER**

Folha de Previsão – Individual

❖ **Reagentes:**  
 ✓ Soluções:  $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ ,  $\text{SnCl}_2(\text{aq})$ ,  $\text{CaCl}_2(\text{aq})$ ,  $\text{MgCl}_2(\text{aq})$ , em concentração 1 mol/L;  
 ✓ Lâminas de papel alumínio.

❖ **Materiais:**  
 ✓ Quatro béqueres de 25mL  
 ✓ Pipeta de Pasteur 3mL

Sabe-se que existem diversas formas de haver reações químicas, como o envelhecimento da pele, a produção de cimento, a oxidação do ferro, o crescimento de bolo, dentre outros. Visando promover atividades que desenvolva reações químicas como atividades experimentais descritivas – nas quais o aluno realiza o experimento favorecendo o contato direto do aluno com coisas ou fenômenos que precisa apurar – dispõem-se de alguns materiais e reagentes (Soluções:  $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ ,  $\text{SnCl}_2(\text{aq})$ ,  $\text{CaCl}_2(\text{aq})$ ,  $\text{MgCl}_2(\text{aq})$  1 molar, lâminas de papel alumínio) que serão organizados da seguinte forma:



1. Conforme sua percepção como aluno de química, antes de realizar o experimento propriamente dito, responda o seguinte: **o que acontecerá quando for adicionado 3mL de cada solução em seus respectivos sistemas (béquer com a lâmina de alumínio)?**

a) Concha de Alumínio contendo  $\text{CaCl}_2(\text{aq})$ : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

b) Concha de Alumínio contendo  $\text{SnCl}_2(\text{aq})$ : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

c) Concha de Alumínio contendo  $\text{MgCl}_2(\text{aq})$ : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

d) Concha de Alumínio contendo  $\text{CuCl}_2(\text{aq})$ : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



Fonte: Próprios autores (2018).

## Resultados

Para fins da descrição no artigo, optamos em apresentar a análise de um dos grupos focalizando apenas um grupo (G3), dentre os 3 grupos formados durante o minicurso ministrado. Este grupo foi composto pelos participantes A7, A8 e A9 sendo acompanhado as 3 etapas conforme a Figura 3 a seguir:

Figura 5 - Atividade Experimental P.O.E. – Concha de Alumínio



Fonte: Próprios autores (2018).

As análises dos resultados se deram na produção da comunicação oral (nas falas dos participantes que foram gravadas em áudio e vídeo) durante as três etapas da POE, bem como na produção textual, ao qual foi gerado pelas fichas de registro como gênero textual discursivo.

Quadro 02 – Habilidades Cognitivo-Linguísticas na POE - Prever

Turno	Transcrição
1	G3/A7: A gente tem que ver que esses dois (Ca, Mg) são metais alcalinos terrosos da família 2A, eles possuem uma eletronegatividade menor, portanto não possui tanta capacidade de doar elétrons.
2	G3/A8: Justamente, a reação de redução vai precisar de que os elementos que vão se reduzir receba elétrons, no caso nós temos as soluções de cloreto de cobre, cálcio, estanho e magnésio. Todos estão em sua forma iônica, mas ao interagir com o alumínio, uns vão ganhar elétrons do alumínio e outros não.

Fonte: Próprios autores (2018).

A partir das transcrições acima expostas, verifica-se que durante a etapa da POE – Prever – para gerar a habilidades cognitivo-linguísticas de previsão, no discurso entre os componentes, emergem outras HC-Ls que fazem parte da negociação argumentativa para chegar a um consenso sobre o conteúdo da atividade. Entre as HC-Ls podemos destacar a comparação, quando se compara a eletronegatividade dos metais (turno 1 – G3/A7); a justificativa, no trecho “Justamente, a reação de redução vai precisar de que os elementos que vão se reduzir receba elétrons” (turno 2 – G3/A8), vale ressaltar que a justificativa é um



dos elementos argumentativos conforme Jiménez-Aleixandre (2011). Ainda, temos a HC-L (observação) que os alunos utilizam (nas três etapas da P.O.E.) para gerar os modelos mentais num processo cognitivo interno de descrição e síntese, além de uma explicação sobre os fenômenos que eles observam.

Em seguida, as fichas do componente G3/A9 foram transcritas, o qual apresenta, no decorrer da atividade, uma evolução na sua explicação, uma vez que na etapa da previsão as ideias prévias dos estudantes, geralmente requerem processos cognitivos de baixa ordem, como identificar, memorizar e aplicar, conforme Alonso (2000). Mas, que utilizando as ferramentas da argumentação trabalhadas em grupo desencadeia a evolução conceitual apresentada na escrita das fichas observar e explicar. Esta última, o participante por sua vez, apresenta um avanço na exposição do conteúdo conceitual, que pode ser classificado como habilidades de nível superior como: análise parcial/global por temas, sintetizar, formular e gerar hipóteses, e explicar.

Quadro 03 – Transcrição das Fichas POE – Prever, Observar e Explicar do componente G3/A9

<b>FICHA POE - PREVER</b>
<p><b>1 - Conforme sua percepção como aluno de química, antes de realizar o experimento propriamente dito, responda o seguinte: o que acontecerá quando for adicionada 3mL de cada solução em seus respectivos sistemas (bêquer com a lâmina de alumínio)?</b></p> <p><b>a) Concha de Alumínio com <math>\text{CaCl}_2(\text{aq})</math>:</b> Nada acontece, porque o <math>\text{Ca}^{+2}</math> é mais estável que o íon <math>\text{Al}^{+3}</math>. A reação não deve ocorrer.</p> <p><b>b) Concha de Alumínio com <math>\text{SnCl}_2(\text{aq})</math>:</b> O estanho deve ter o potencial de redução menor que o alumínio. Logo, deve reagir e de <math>\text{Sn}^{+2} \rightarrow \text{Sn}^0</math></p> <p><b>c) Concha de Alumínio com <math>\text{MgCl}_2(\text{aq})</math>:</b> Não deve haver reação, visto que o magnésio tende a ficar <math>\text{Mg}^{+2}</math>.</p> <p><b>d) Concha de Alumínio com <math>\text{CuCl}_2(\text{aq})</math>:</b> O cobre deve ter potencial de redução menor que o alumínio, reagindo com o metal e indo a <math>\text{Cu}^{+2} \rightarrow \text{Cu}^0</math></p> <p><b>2 - O que fundamenta sua previsão sobre tais fenômenos?</b> Especulações acerca da eletronegatividade e das propriedades químicas dos metais propostos.</p>
<b>FICHA POE – OBSERVAR</b>
<p><b>1 - Conforme suas observações durante a execução do experimento, o que ocorreu em cada sistema?</b></p> <p><b>a) Concha de Alumínio com <math>\text{CaCl}_2(\text{aq})</math>:</b> Não ocorreu.</p> <p><b>b) Concha de Alumínio com <math>\text{SnCl}_2(\text{aq})</math>:</b> Reagiu e, inclusive, através do fenômeno de capilaridade, a solução de <math>\text{SnCl}_2(\text{aq})</math> vazou para fora do béquer.</p> <p><b>c) Concha de Alumínio com <math>\text{MgCl}_2(\text{aq})</math>:</b> Não reagiu.</p> <p><b>d) Concha de Alumínio com <math>\text{CuCl}_2(\text{aq})</math>:</b> Reagiu e esquentou o béquer, mudando a cor da folha de alumínio.</p> <p><b>2 - Quais conceitos químicos que fundamenta sua observação sobre tais fenômenos?</b> A facilidade com que o cobre reage se deve ao fato de ser um metal de transição, tendo orbitais d disponíveis para reagir. O mesmo ocorre com o estanho. As propriedades periódicas dos elementos Mg e Ca, ajudam a entender porque o potencial de redução do <math>\text{Ca}^{+2}</math> e do <math>\text{Mg}^{+2}</math> é tão baixo.</p>
<b>FICHA POE - EXPLICAR</b>
<p><b>- Qual a explicação que pode ser apresentada como uma explicação científica para os fenômenos que ocorrem entre as soluções salinas e o alumínio?</b> Existe, em cada elemento químico na tabela periódica, uma propriedade relativa à capacidade de perder elétrons. Portanto, cada elemento tem uma reatividade característica. Contudo, ao</p>



entrar em contato com diferentes substâncias, essa característica pode variar, visto que o meio reacional mudou.

No experimento proposto, o metal em comum é o alumínio, o qual tem um potencial de se oxidar muito alto:  $E_{\text{Oxid.Al}} = (1,66\text{V})$ . Como o estanho e o cobre tem potencial de oxidação menor que do alumínio,  $E_{\text{Oxid.Sn}^{+2}} = (0,14\text{V})$  e  $E_{\text{Oxid.Cu}^{+2}} = (-0,34\text{V})$ , respectivamente, estes irão reagir com o alumínio, retirando elétrons deste para então passarem à forma reduzida.

Já os compostos Mg e Ca, tem potenciais de oxidação mais altos que o alumínio,  $E_{\text{Oxid.Mg}} = 2,37\text{V}$  e  $E_{\text{Oxid.Ca}} = 2,87\text{V}$ . Logo, estes preferem estar na forma oxidada e não sofrerem redução frente ao alumínio.

Fonte: Próprios autores (2018).

## Considerações Finais

De uma maneira geral, os resultados parciais mostram a potencialidade que a atividade P.O.E. tem para desenvolver as habilidades cognitivo-linguísticas. Na etapa da P.O.E. – Previsão – os grupos se deparam com uma questão nova para eles, que requer deles uma observação abstrata, no sentido de montar uma representação mental sobre o conteúdo, e através do debate e argumentação eles podem lembrar, identificar, comparar seus conhecimentos prévios e expor uma explicação preditiva sobre a questão, é nessa etapa também que a problemática é bastante discutida. Na etapa da observação, os alunos já se mostraram mais envolvidos com o tema e passaram, ao realizar observações diretas, a discutir, anotar e descrever os eventos que surgiam, e com isso puderam comparar seus resultados com as suas hipóteses iniciais, no momento do preenchimento da Ficha P.O.E. – Observar – puderam expor explicações descritivas e/ou causal. Na última etapa (Explicação) é o momento em que os alunos mais argumentaram para montar uma resposta condizente com o conhecimento científico, e puderam desenvolver explicações mais elaboradas como explicações causais e interpretativas. Em suma, a atividade proporcionou uma ampla discussão sobre o tema de reatividade dos metais e potencial de oxirredução, e favoreceu por meio dos gêneros argumentativos orais e escritos com as discussões em grupo e as Fichas da P.O.E. a emergência e evolução das habilidades cognitivo-linguística: prever, observar, explicar e argumentar.

## Referências

ALONSO, Luis ¿Cuál es el nivel o dificultad de la enseñanza que se está exigiendo en la aplicación del nuevo sistema educativo? **Educar**, n. 26, p. 53-74, 2000.

ANASTASIOU, Léa das Graças Camargo; ALVES, Leonir Pessate (Orgs.). **Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. Joinville: Univille, 2003.

ARAGON-MÉNDEZ, Maria del Mar. La ciencias experimentales y la enseñanza bilingüe. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 4, n. 1, p. 152-175, 2007.

BORGES, A. Tarciso. Como evoluem os modelos mentais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 66-92, 1999.

BRUXEL, Jerusa. **Atividades Experimentais no Ensino de Química: Pesquisa e Construção conceitual**. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Centro Universitário Univates. Lajeado, 2012.

BURGOS, Bertha Velásquez; CLEVES, Nahyr Remolina; MÁRQUEZ, María Graciela Calle. Habilidades de pensamiento como estrategia de aprendizaje para los estudiantes universitarios. **Revista de Investigaciones UNAD**, v. 12, n. 2, p. 23-41, 2013.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Building up explanations in physics teaching. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 2, p. 225-237, 2004.

CHAMIZO, Jose Antonio. Evaluación de los aprendizajes. Tercera parte: POE, autoevaluación, evaluación en grupo y diagramas de Venn. **Evaluación Educativa**. v. 8, n. 3, p. 141-145, 1997.

CINICI, Ayhan; SOZBILIR, Mustafa; DEMIR, Yavuz. Effect of cooperative and individual learning activities on students' understanding of diffusion and osmosis. **Eurasian Journal of Educational Research**, v. 11, n. 43, p. 19-36, 2011.

CONCARI, Sonia Beatriz. Las teorías y modelos en la explicación científica: implicancias para la enseñanza de las ciencias. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 85-94, 2001.

COROMINAS, Josep. Actividades experimentales POE en la enseñanza de la química y de la física. **Alambique**. n. 74, p.69-75. 2013.

CORSO, Thiago Marinho; TRIVELATO, Silvia Luzia. Explicação na educação científica: um panorama (1998 a 2016) da science education. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 4611-4616, 2017.

CUSTÓDIO, José Francisco; CRUZ, Frederico Firmo; OLIVEIRA, Maurício Pietrocola Pinto. Explicações científicas, explicações escolares e entendimento. **Alexandria**, v. 4, n. 2, p. 179-204, 2011.

DUVAL, Raymond. **Semiosis y pensamiento humano**. Colombia: Universidad del Valle, 1999.

FIGUEIROA, Alcina. A explicação de fenómenos físicos por alunos do ensino básico. In: CONGRESSO ENCIGA, 19., Póvoa de Varzim, **Actas...** 2006.

GILBERT, John K.; BOULTER, Caroline; RUTHERFORD, Margaret. Models in explanations, part 1: horses of courses? **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 1, p. 83-97, 1998.

GILBERT, John K.; BOULTER, Caroline; RUTHERFORD, Margaret. Explanations with models in science education. In: GILBERT, J. K; BOULTER, C. J. (Eds). **Developing models in science education**. Dordrecht: Kluwer, 2000, p. 193-208.

GIL-PEREZ, Daniel; CACHAPUZ, Antonio; CARVALHO, Ana Maria Pessoa; PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.

GUATEMALA. Ministério da Educação. Direção Geral de Avaliação e Investigação Educativa. **La predicción, una estrategia para aplicar en la**

**comunicación oral y escrita.** 2012. *Materiales Pedagógicos - Comunicación y Lenguaje - La predicción.*

GUNSTONE, Richard; WHITE, Richard. Understanding of gravity. **Science Education**, n. 65, p. 291-299. 1981.

IZQUIERDO, Mercè; SANMARTÍ, Neus. **Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza.** Barcelona. 2000.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, Maria Pilar; GALLÁSTEGUI, Joaquin. **Argumentación y uso de pruebas:** construcción, evaluación y comunicación de explicaciones química. Barcelona: 2011. p. 121

JOYCE, Chris. Predict, Observe, Explain (POE). Disponível em <http://www.arbs.nzcer.org.nz/strategies/poe.php>. 2006

JORBA, Jordi. **Hablar y escribir para aprender.** Barcelona, 2000.

KIBIRIGE, Israel; OSODO, Joseph; TLALA, Kedibone Magdeline. The effect of Predict-Observe-Explain strategy on learners' misconceptions about dissolved salts. **Mediterranean Journal of Social Sciences**. v. 5, n. 4, p. 300-310, 2014.

KLIMOVSKY, Gregorio. Las desventuras del conocimiento científico. **Una introducción a la epistemología.** 2.ed., Buenos Aires: A Z Editora, 1995.

LIRA, Mirtes Ribeiro. **A explicação na prática discursiva pedagógica no ensino de ciências naturais.** Jundá: Paco, 2014.

LIEW, Chong Wah; TREAGUST, David. A Predict-Observe-Explain teaching sequence for learning about students' understanding of heat and expansion liquids. **Science Teachers Journal**, v. 41, n. 1, 1995.

LONDOÑO, Saulo. **Habilidades cognitivo lingüísticas de pensamiento social en estudiantes de la escuela pedro emilio gil a través de la enseñanza y aprendizaje del derecho de opinión.** 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias de LA Educación, Colômbia, 2016.

MACHAMER, Peter. Philosophy of science: an overview for educators. **Science & Education**, v. 7, n.1, p. 1-11. 1998.

MEDEIROS, Edilene Ferreira; SILVA, Márcia Gorette Lima; LOCATELLI, Solange Wagner. A argumentação e o potencial metacognitivo de uma atividade experimental baseada na POA (Previsão-Observação-Argumentação). **AmazRECM**, v. 14, n. 29, p. 27-42, 2018.

MILLÁN, Gisela Hernández; VILLA, Norma Mónica López. Predecir, observar, explicar e indagar: estrategias efectivas en el aprendizaje de las ciencias. **Educació Química**, n. 9, 2011.

NEDELSKY, Leo. **Science Teaching and science testing.** 1965.

NÚÑEZ, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betania Leite. Conhecimento profissional para ensinar a explicar processos e fenômenos nas aulas de Química. **Revista Educação em Questão**, v. 52, n. 38, p. 243-268, 2015.

OSBORNE, Jonathan F.; PATTERSON, Alexis. Scientific argument and explanation: a necessary distinction? **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 627-638, 2011.

PALMER, David. The POE in the primary school: an evaluation. **Research in Science Education**, v. 25, n. 3, p. 323-332, 1995.

PRAIA, João; CACHAPUZ, António Francisco; GIL-PÉREZ, Daniel. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002.

RATHS, Louis (1986). **Cómo enseñar a pensar**. Buenos Aires: Paidós.

RODRIGUES, Renato Félix; PEREIRA, Alexsandro Pereira; SABKA, Diego Ricardo. O debate entre argumentação e explicação: uma análise no contexto de seminários de astronomia. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 4571-4574, 2017.

ROMERO-BOJÓRQUEZ, Ladislao, SLISKO, Josip; UTRILLA-QUIROZ, Alejandra. Incremento de presión en recipiente con globos inflados en su interior: las predicciones y explicaciones estudiantiles. **Ra Ximhai**, v. 10, n. 5, p. 199-210, 2014.

SÁNCHEZ, Margarita. **Desarrollo de habilidades del pensamiento: procesos básicos del pensamiento**. 2a. ed., México: Ed. Trillas, 1995.

SANMARTÍ, Neus. **Didáctica de las ciências em la educación secundaria obligatoria**. Síntesis Educación: DCE, 2002.

SANMARTÍ, Neus. El lenguaje y la experimentación en las clases de Química. **Educación abierta: aspectos didácticos de Física y Química**. Espanha, n. 163, p. 183-202, 2003.

SANTOS, Juliano; MEIRA, Karina Cardoso. Operações de pensamento e estratégias de ensino: relações e complexidade como uma alternativa para tomada de decisão na dinâmica dos processos de ensino-aprendizagem. **Revista Eletrônica Gestão e Saúde**, n. 3, p. 2025-2038, 2015.

SANTOS, C. G. B. **Explorando a aprendizagem baseada em problemas no ensino médio para tratar de temas interdisciplinares a partir das aulas de química**. 2010. 104f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

SCHWAHN, Maria Cristina Aguirre; OAIGEN, Edson Roberto. O uso do laboratório de ensino de Química como ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em Química sobre o Predizer, Observar, Explicar (POE). **Acta Scientiae**, v. 10, n. 2, p.151-169. 2008

SCHWITZGEBEL, Eric. Children's theories and the drive to explain. **Science & Education**, v. 8, 457-488, 1999.

SILVA, Marcia Gorette Lima; MARQUEZ, Conxita Bargalló; OLIVERAS, Begonya Prat. Análisis de las dificultades de futuros profesores de química al ler críticamente un artículo de prensa. **Educação & Pesquisa**, v. 43, n. 2, p 535-552, 2017.

SILVA, Marcia Gorette Lima; NÚÑEZ, Isauro Beltrán. **Instrumentação para o ensino de química**. Natal: UFRN, 2008.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

SWEEDLER, Jonathan. Disponível em:  
<<http://scienceblogs.com.br/hypercubic/2016/12/13-problemas-no-solucionados-da-quimica/>>. 2016.

TALAMONTI, Mariana Baldasarre. **Prácticas y representaciones sociales presentes en una escuela no tradicional**. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Matemática Educativa). Instituto Politécnico Nacional, México DF. 2010.

VERNET, Isabel Meza. Procesos cognitivos básicos, material de apoio. **Cuadernos Unimetanos**, n. 20, p. 34-36, 2009.

WANNMACHER, Vera. Predição, compreensão e situação de compreensão. **Revista Desenredo**, v. 7, n. 1, p. 91-103. 2011.

Submetido em 25/08/2018.  
Aceito em 25/10/2018.

