



## Indicadores de alfabetização científica em professores de química em serviço: o caso de um experimento investigativo

Giovanni Scataglia Botelho Paz, Solange Wagner Locatelli  
Universidade Federal do ABC – Santo André - Brasil

### ARTICLE INFO

**Received:** August 15, 2019

**Accepted:** September 20, 2019

**Available on-line:** June 6, 2020

**Keywords:** formação continuada, alfabetização científica, metacognição

**E-mail:**

[giovanni.scataglia@gmail.com](mailto:giovanni.scataglia@gmail.com)

[solangeufabc@gmail.com](mailto:solangeufabc@gmail.com)

ISSN 2007-9842

© 2019 Institute of Science Education.

All rights reserved

### ABSTRACT

One goal of Science Teaching is to foster critical thinking in students. In order to do so, valuing classroom strategies that target students' scientific literacy, such as investigative activities, is a possible path to be followed. In this sense, metacognition, and more specifically metacognitive incidents, are a relevant reference to indicate if scientific education is in the process of being constructed during a discussion. The data presented in this study were collected, through audiovisual records, during an extension course offered for teachers in service. The motto of the course was to present strategies of investigative classes in science classes in the initial years of elementary school. The data analyzed here are based on the experience of a group of these teachers participating in a research activity of separation of mixtures: 1) water, salt and oil and 2) water, sand, salt and stones, with the aim of identifying the indicators of scientific literacy manifested during the performance of an investigative activity. The results show that the participating teachers ordered and classified information, worked on logical reasoning as well as predicted, raised and tested hypotheses, showing indicators of scientific literacy and metacognitive incidents as well in all categories of the adopted framework. In addition, the mobilized discussions also manifested four categories of incidents metacognitive: confirmation, monitoring, positive change and negative change. Thus, the strategy of research in science classes has been able to provide the work and development of the skills we want in the training of critical students, so that they can exercise their citizenship fully.

Um objetivo do Ensino de Ciências é fomentar a criticidade nos alunos. Para tanto, valorizar estratégias em sala de aula que almejem a alfabetização científica dos educandos, como as atividades investigativas, é um possível caminho a ser trilhado. Nesse sentido, a metacognição, e mais especificamente os incidentes metacognitivos, se mostram um relevante referencial para indicar se a educação científica está em processo de construção durante uma discussão. Os dados apresentados nesse trabalho foram coletados, por meio de registros audiovisuais, durante um curso de extensão ofertado para professores em serviço. O mote do curso foi apresentar estratégias de aulas investigativas em aulas de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. Os dados aqui analisados são provenientes da vivência de um grupo desses professores participantes em realizar uma atividade investigativa de separação de misturas: 1) água, sal e óleo e 2) água, areia, sal e pedras, objetivando identificar quais os indicadores de alfabetização científica e incidentes metacognitivos podem ser manifestados durante a realização de uma atividade investigativa. Os resultados obtidos evidenciam que os professores participantes ordenaram e classificaram informações, trabalharam o raciocínio lógico assim como previram, levantaram e testaram hipóteses, manifestando indicadores de alfabetização científica de todas as categorias do referencial adotado. Além disso, as discussões mobilizadas também manifestaram quatro categorias de incidentes metacognitivos a saber: confirmação, monitoramento, mudança positiva e mudança negativa. Sendo assim, a estratégia de investigação nas aulas de ciências conseguiu oportunizar o trabalho e desenvolvimento de habilidades que desejamos na formação de alunos críticos, a fim de que possam exercer sua cidadania de forma plena.

## I. INTRODUÇÃO

A literatura apresenta diversas categorizações dos conhecimentos ou saberes envolvidos durante a prática docente (Castro & Leal, 2017), que tipificam uma relação de conhecimentos ou saberes relacionados com a prática docente, de modo que a classe de professores envolve objetivos e competências específicas (Saviani, 2009). Nessa perspectiva, a formação de professores têm sido alvo de diversas pesquisas em âmbito nacional e internacional (Cigdemoglu, Arslan & Cam, 2017; Silva & Queiroz, 2017) a fim de subsidiar a comunidade científica com dados para a compreensão dos saberes que emergem dessa classe profissional e, por conseguinte, aprimorar os cursos de formação inicial.

No âmbito da prática docente, os professores necessitam elaborar estratégias didáticas, que estimulem o pleno exercício da cidadania pelos alunos, e que promovam a superação do fracasso escolar e das desigualdades escolares (Pimenta, 1997), espera-se desses profissionais mais do que o domínio dos conhecimentos de sua área de atuação, mas também sobre currículo, estratégias de ensino, aprendizagem e avaliação (Abell et al., 2009; Braibante & Wollmann, 2012).

Especificamente na esfera dos docentes de química, as Diretrizes Curriculares para os cursos de Química, Bacharelado e Licenciatura, é apresentado o perfil dos formandos, sendo o do Licenciado em Química:

O Licenciado em Química deve ter formação generalista, mas sólida e abrangente em conteúdos dos diversos campos da Química, preparação adequada à aplicação pedagógica do conhecimento e experiências de Química e de áreas afins na atuação profissional como educador na educação fundamental e média (Brasil, 2001, p.4).

Contudo, algumas pesquisas ainda apontam para lacunas formativas do professorado, sendo este problema frequentemente relacionado com a fragilidade do ensino de Ciências na Educação Básica. Krasilchik (2012) pondera que os cursos de formação inicial de professores, as Licenciaturas, ainda são alvo de críticas quanto a qualidade de formação que oferecem, e que ainda apresentam algumas deficiências no terreno da metodologia para o ensino, e que esta problemática, muitas vezes, ainda se estende para o conhecimento da sua disciplina, o que pode culminar em uma baixa qualidade de aulas e alta dependência de materiais didáticos prontos, como os livros didáticos.

A partir desse cenário, a formação continuada de professores mostra-se um imprescindível recurso para suprir as necessidades advindas da formação inicial de professores. (Souza & Mancini, 2002; Silva & Queiroz, 2017). Entretanto, em um levantamento feito por Silva & Queiroz (2017) sobre as dissertações de mestrado e teses de doutorado acerca de formação de professores defendidas em programas de Pós-Graduação em Química, Educação e Ensino de Ciências e Matemática, durante do período de 2001 a 2010, chegou-se ao resultado de que dentre os 137 trabalhos encontrados, menos de 30% tinham como público alvo professores em serviço, ou seja, formação continuada. Essa diferença entre as proporções nas pesquisas em formação inicial e continuada é uma reafirmação do que acontece desde o século passado. André et al. (1999) levantou 284 trabalhos (dissertações de mestrado e teses de doutorado) publicados entre 1990 e 1996, sendo 216 (76%) acerca da formação inicial e apenas 42 (14,8%) se debruçaram na temática da formação continuada. Os outros 26 trabalhos (9,6%) discorriam sobre identidade e profissionalização docente.

Os dados apontados acima são preocupantes devido à baixa proporção de iniciativas voltadas para a formação continuada, que se traduz em um importante mecanismo de reflexão prático-teórica e compreensão do professor como interventor na realidade do aluno, e não somente uma simples atualização científica, didática e/ou psicopedagógica (Imbérnon, 2011).

Nesse contexto, insere-se a referida pesquisa, em que professores do ensino médio puderam vivenciar uma aula na perspectiva investigativa e indicadores de alfabetização científica puderam ser identificados durante a realização do experimento envolvendo a separação de misturas.

## I.1 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A fim de buscar uma formação continuada, objetivando sanar as lacunas formativas destacadas acima, destacamos a alfabetização científica (AC) como um mote formador.

A partir do século XX, a educação científica começou a ser tida como fundamental, a fim de que toda a sociedade fosse capaz de compreender a ciência, a tecnologia e suas correlações com a vida contemporânea, devido à relevância que começa a ter com os episódios decorrentes do período entre as grandes guerras. Em 1932, a Sociedade Nacional Americana para o Estudo em Educação (AESNA) iniciou uma nova discussão, colocando em pauta a preocupação de que os elaboradores dos currículos escolares tivessem esquecido a razão fundamental da educação científica, sendo necessário resgatar que a ciência era estudada para fornecer um amplo entendimento do mundo natural e da forma como a vida das pessoas era afetada, não devendo ser apresentada como uma série de conhecimentos decorativos (Deboer, 2000).

A partir do final da Segunda Guerra Mundial, a referida sociedade elaborou um documento, intitulado “Repensar a Educação Científica”, que apontava que os educadores de ciência deveriam, além de formar cidadãos que compreendessem os conceitos científicos, aproximar a sociedade da atividade científica e trabalho dos cientistas. Em resumo, é a partir daquela época que se observa nos documentos oficiais estadunidenses as primeiras preocupações em formar cidadãos alfabetizados cientificamente.

A AC preza por um ensino de ciências que a valorize a formação de pessoas que compreendam a Ciência e saibam relacioná-la com situações de sua vida cotidiana, e utilizar esses conhecimentos para interferir na realidade em que estão inseridas (Chassot, 2010). O motivo da adoção do termo AC, em detrimento de termos como “Letramento Científico” ou “Enculturação Científica” é por concordarmos com Chassot (2010, p. 91) que define “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo”. Assim, a escolha do termo AC é pautada no pensamento de Chassot, de que ser alfabetizado cientificamente é saber interpretar a natureza, de modo a utilizar o conhecimento para transformar a sociedade em que estamos inseridos, buscando soluções para os problemas e sabendo diagnosticar as limitações da atividade científica, sendo então habilidades nevrálgicas para serem trabalhadas em sala de aula por professores que almejem uma formação crítica e para a cidadania para com seus educandos.

Laugksch (2000) propõe três dimensões para a AC: o entendimento da natureza da ciência, relacionada à cultura científica, as especificidades dela e como suas construções relacionam-se com a sociedade, a compreensão de termos e conceitos-chave das Ciências, que se daria no momento que o sujeito sabe os conceitos e ideias científicos e os utiliza de maneira adequada para se comunicar, ler e construir novos significados e o entendimento dos impactos das Ciências e suas tecnologias, manifestada quando dá quando o sujeito é capaz de entender como se desenvolve uma investigação científica demonstrando apreço pelos fenômenos da natureza .

Uma possível estratégia para identificar a promoção da AC é o uso de indicadores de AC. Alguns autores buscaram propor indicadores de AC (Lemke, 1997; Sasseron & Carvalho, 2008). Dentre esses destaca-se os propostos por Sasseron (2008) em sua tese de doutorado, que utilizaremos como um dos instrumentos de categorização nesse trabalho.

O primeiro grupo de indicadores está relacionado com o trabalho com as informações e dados obtidos em uma investigação. A *seriação de informações* não prevê uma ordem ou hierarquização das informações, podendo ser uma lista ou relação dos dados trabalhados ou que se irá trabalhar, estabelecendo assim uma base para a ação investigativa. A *organização de informações* está atrelada à busca de preparação dos dados com os quais se trabalha. O indicador é encontrado durante o trato com informações novas ou já elencadas, e pode ocorrer no início da proposição de uma sequência didática ou na retomada de ideias, a fim de lembrá-las. A *classificação de informações* é uma ordenação dos elementos e dados que estão sendo trabalhados. Aqui podem aparecer os primeiros indícios de uma hierarquização de informações, porém não é condição necessária para o estabelecimento deste indicador.

Um segundo grupo de indicadores é referente às estruturas de pensamento que estão imbricadas com as falas e informações trabalhadas nas ciências. O *raciocínio lógico*, que compreende o modo como as ideias são apresentadas e desenvolvidas pelos sujeitos, e o *raciocínio proporcional*, que mostra como as variáveis de um problema estão relacionadas entre si, são indicadores que estão muito imbricados, dificilmente sendo encontrados separadamente.

O último grupo de indicadores elenca aqueles relacionados com o entendimento de uma situação. O *levantamento e teste de hipóteses* refere-se a levantar suposições acerca do tema, seja na forma de perguntas ou afirmações, e em seguida colocá-las à prova. O teste pode ocorrer na forma direta, manipulando os objetos de estudo, ou então no plano das ideias, por meio de atividades de pensamento e reflexão de conhecimentos anteriores. A *justificativa*, previsão e explicação estão fortemente associadas, uma vez que a completude de uma análise de informações ou situação problema só é possível quando se constroem afirmações relações coerentes, construindo um corpo de ideias sólido que pode ser estendido para outras situações. Quando estes três indicadores são explicitados e interligados, estamos defronte do indicador de *construção de modelos explicativos*, que clarifica a compreensão de situações problema e as relações entre o conhecimento e outras esferas da sociedade.

## I.2 METACOGNIÇÃO

Também reconhecemos a metacognição como um importante instrumento para analisar as manifestações dos indicadores de AC. Seraphin et al. (2012) afirmam que a metacognição tem um papel fundamental na aprendizagem de ciências numa aula investigativa, embora o uso de estratégias metacognitivas não seja familiar aos professores nessa área. Recomendam que os professores aprendam sobre essas estratégias investindo tempo suficiente para depois poderem aplicar junto a seus alunos (Seraphin et al., 2012). Kipnis & Hopstein (2008) concluíram que uma aula investigativa experimental devidamente planejada oportuniza a prática de habilidades metacognitivas, possibilitando aos estudantes praticarem a metacognição em diferentes momentos da aula investigativa.

A metacognição pode ser resumidamente explicada como “o pensamento sobre o pensamento”, envolvendo aspectos mais complexos como monitoramento e autorregulação (Flavell, 1976). Inclusive, o National Research Council (2001, p.78) reforça o papel metacognitivo da autorregulação: “the process of reflecting on and directing one’s own thinking”. O que é altamente desejável que ocorra em sala de aula para a apropriação correta dos conceitos científicos, requerendo para isso a participação ativa do estudante.

Adotando a categorização proposta por Locatelli & Arroio (2014), temos os incidentes metacognitivos a seguir: confirmação, monitoramento, mudança positiva e mudança negativa. Segundo Locatelli & Arroio (2014), são considerados incidentes metacognitivos as manifestações em que algo é questionado ou a ocorrência de um repensar sobre algo. Incidente de confirmação é aquele que ratifica alguma ideia. Já os incidentes relacionados ao monitoramento, supervisionam algum conceito. Finalmente os associados à mudança, envolvem autorregulação, podendo ser no sentido de uma construção adequada de conceitos (mudança positiva) ou, ao contrário, muda-se a essência (mudança negativa), sendo necessárias outras posteriores intervenções rumo ao correto significado.

## II. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O curso de extensão foi realizado no período entre 29 de março à 17 de maio de 2017, contemplando oito encontros semanais com duração de três horas cada um. A equipe gestora foi composta de uma docente - professora formadora do curso e cinco alunos de graduação da Universidade Federal do ABC (UFABC). A equipe gestora atuou na organização e na elaboração da extensão, em reuniões que aconteceram antes e durante a execução da mesma e na condução e mediação dos encontros, com intervenções por meio de momentos expositivos com todos os cursistas ou trabalhando com os grupos, sempre acompanhando as discussões propostas.

Houve a participação de 14 cursistas, com variados percursos e formações, dentre eles: pedagogia, bacharelado em ciência e tecnologia, engenharia ambiental/urbana e licenciatura em física, biologia e química. Cada encontro foi composto pela introdução de aspectos relacionados às atividades investigativas e uma ação em grupo, em que os cursistas puderam vivenciar na prática os conceitos construídos ao longo do curso. Foram realizados registros audiovisuais dos momentos de discussão dos grupos, em que os cursistas, voluntariamente, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo Cessão e Uso de Imagem (TCUI), respeitando assim os princípios éticos de pesquisa envolvendo seres humanos, conforme preconiza a resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) (BRASIL, 2013).

Os quatro primeiros encontros da extensão foram dedicados a apresentação dos conceitos de investigação em aulas de Ciências e de Química, a fim de subsidiar esses profissionais com referenciais teóricos que sustentassem a relevância dessa metodologia em sala de aula.

No quinto encontro, foco da análise desse trabalho, foi proposta uma atividade experimental investigativa, realizada em um Laboratório Didático Úmido da própria Universidade Federal do ABC, onde os cursistas receberam a tarefa de propor uma forma de separar duas misturas heterogêneas, sendo uma composta de sal, areia e pedras e outra por sal e óleo.

Para realizar esta atividade, os participantes foram separados em grupos de acordo com a sua formação acadêmica e trajetórias profissionais, sendo classificados como: grupo de químicos, pedagogas e ciências em geral. Este encontro teve registro audiovisual integral, e as discussões ali promovidas foram posteriormente transcritas.

Este encontro objetivou promover aos cursistas a vivência de uma atividade investigativa na perspectiva de alunos, para que assim eles pudessem dimensionar e refletir sobre as dificuldades, angústias, potencialidades e limitações que seus educandos possam a vir enfrentar quando submetidos a essa estratégia de ensino nas aulas de Ciências na Educação Básica.

Nesse trabalho focalizamos nas discussões promovidas pelo grupo de participantes com formação na área da química, que devido suas trajetórias acadêmicas, provavelmente teriam maior traquejo na resolução do problema. As motivações específicas desse grupo para participar da iniciativa de extensão eram no sentido de tomar contato com propostas práticas da química sendo trabalhada no currículo dos anos iniciais do ensino fundamental. A professora 1 (P1) possui, além da graduação em química, doutorado na área de química analítica, tendo experiência também como docente no ensino superior. O professor 2 (P2) possui mais de dez anos de experiência no ensino médio da rede pública estadual, assim como a professora 4 (P4). A professora 3 (P3) é a única que não possui experiência em sala de aula, tendo atuado como química na indústria têxtil por mais de oito anos, e decidiu participar do curso por estar fazendo a licenciatura em química também naquele momento.

Defronte desse contexto, buscamos investigar para compreender quais os indicadores de alfabetização científica e incidentes metacognitivos são manifestados por esse um grupo de professores durante a realização da atividade investigativa proposta.

### III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados está organizada em 36 turnos de fala dos professores, que são as transcrições da fala desses sujeitos de pesquisa durante o diálogo que construíram para a resolução do problema proposto.

Os primeiros turnos (tabela I) de fala evidenciam a organização dos professores em ordenar quais seriam os passos necessários para executar o que foi solicitado:

**TABELA I.** Transcrições dos turnos de fala dos professores acerca da separação da areia e sal

Turno	Fala transcrita	Indicadores de AC	Incidentes metacognitivos
-------	-----------------	-------------------	---------------------------

1	<b>P1:</b> Primeiro tem que solubilizar esse pozinho e separar o sal da areia.	Seriação e organização de informações	
2	<b>P2:</b> Depois teria que fazer a destilação?		Monitoramento
3	<b>P3:</b> Sim, mas como não tem destilador, tem que fazer aquecimento.		Confirmação
4	<b>P1:</b> Então a primeira etapa já está pronta. Vou colocar só 50 mL de água para evaporar rápido.	Raciocínio lógico e proporcional	
5	<b>P3:</b> Agora vamos filtrar para separar a areia da água com o sal.	Organização de informações	

Podemos então verificar que a professora 1 propõe para os demais professores integrantes do seu grupo uma sequência de passos para separar o sal na primeira situação, que envolve o sistema sal, areia e rochas., durante o turno de fala número 1, traduzindo-se nos indicadores de AC seriação de informações e organização de informações. No seu turno de fala seguinte, de número 4, ela salienta a utilização de pouco volume de água devido a limitação instrumental, uma vez que a utilização da evaporação da água por aquecimento, a fim de separar a água do sal, iria levar uma quantidade de tempo maior caso fosse acrescido maiores volumes de água, manifestando então os indicadores de raciocínio lógico e raciocínio proporcional. Também podemos notar no turno de fala de número 2 a ocorrência do indicador seriação de informações e o incidente metacognitivo de monitoramento. Devido ao grupo de professores estarem tomando contato inicial com a situação problema que deverá ser resolvida, era esperado um maior número de manifestações de indicadores relacionados ao trabalho com informações. Ressaltamos também que o grupo não teve dificuldades conceituais na resolução desse primeiro sistema, empregando de forma correta o método de separação de misturas. Esse resultado também foi o encontrado por Ramos & Sá (2013) que obtiveram maior número de manifestações de indicadores de alfabetização científica com atividades com baixo nível de complexidade.

Os turnos de fala seguintes (tabela II) os professores combinam os procedimentos para resolver o segundo sistema problema, composto de sal e óleo.

**TABELA II.** Transcrições dos turnos de fala dos professores sobre propostas para separar a mistura de óleo e sal

Turno	Fala transcrita	Indicadores de AC	Incidentes metacognitivos
6	<b>P2:</b> Posso propor uma coisa? Enquanto está filtrando aqui a gente pode começar o outro em paralelo. O que vocês acham?	-	Monitoramento
7	<b>P1:</b> Sim, está certo. A gente também não sabe quanto tempo vai demorar para evaporar também. Aqui vai longe	-	Confirmação e monitoramento
8	<b>P2:</b> Sim, aqui vai longe. Vamos começar a pensar no outro, que é sal e óleo, né?	-	-
9	<b>P3:</b> Tem que solubilizar o sal.	Seriação de informações	-
10	<b>P1:</b> Mas não está separado isso (a mistura de óleo e sal)? A gente pode filtrar isso até ficar bem pouquinho de sal	Seriação de informações	-
11	<b>P3:</b> O óleo passa no filtro?	-	Monitoramento

12	<b>P1:</b> Se não quiser passar num filtro, a gente pode colocar num béquer e ir tirando devagarinho, e no final tirar com conta gotas. Não precisa nem filtrar. Não é?	-	-
13	<b>P4:</b> Mas ela quer sólido o sal, não é?	-	Monitoramento
14	<b>P1:</b> Mas então, estará sólido. Se a gente não dissolveu é porque ele está sólido. Se a gente for pegando devagarinho com o conta gotas, sem pegar o corpo de fundo, estará sólido o sal. Acho que a gente poderia derramar o óleo, mas na hora o corpo de fundo iria misturar também... melhor fazer tudo com o conta gotas.	Seriação, organização e classificação de informações. Levantamento de hipóteses	-

Os turnos de fala acima apontam os primeiros critérios dos professores para a separação, assim como o levantamento de hipóteses para obterem êxito no experimento, o que explica novamente os indicadores relacionados ao trabalho com informações. Contudo, aqui observamos determinado padrão. Após a professora 3 e a professora 1 elencarem informações necessárias para a resolução do problema nos turnos de fala 9 e 10, observamos por duas vezes questionamentos classificados como incidente metacognitivo de monitoramento. Esse padrão já tinha sido observado nos turnos de fala 1 e 2, e aqui se repetiu.

Já na tabela III, após a consultar a professora formadora sobre o método que estavam empregando, há uma mudança de estratégia.

**TABELA III.** Transcrições turnos de fala dos professores propondo novo método para separar o sistema óleo e sal

Turno	Fala transcrita	Indicadores de AC	Incidentes metacognitivos
15	<b>P4:</b> Mas depois era bom dar mais uma lavada, não é? Para tirar o sal que ainda está aí? Será que ele ainda não ficou embaixo?	Raciocínio lógico e proporcional	Monitoramento
16	<b>P2:</b> Pode fazer isso para retirar um pouco de sal.	-	-
17	<b>P4:</b> Prova aí para ver se está salgado (risos).	-	-
18	<b>P2:</b> Como a professora 1 disse depende do grau de pureza.	-	-
19	<b>P4:</b> É, depois no final a gente dá uma lavadinha, e aqui a gente tira o sal.	-	-
20	<b>P1:</b> Eu falei com a professora (formadora) e ela não quer o sal melequento, quer o sal sequinho.	-	-
21	<b>P2:</b> Então para garantir essa precisão a gente vai ter que jogar água aqui, misturar, e então o sal vai solubilizar na água. O óleo vai para cima e a gente consegue separar. Usando esse funil aqui (o adaptado de detergente) a gente pode separar as fases.	Seriação, organização e classificação de informações. Raciocínio lógico e proporcional	Mudança positiva
22	<b>P1:</b> Nossa, onde você conseguiu isso aí? Que legal! Vou até tirar uma foto porque eu adorei esse funil!	-	-
23	<b>P2:</b> Sim, simples, bom e barato. Como o biquinho trava, funciona perfeitamente.	-	-
24	<b>P1:</b> Sim, um funil de separação perfeito.	-	-

O turno 21 é bastante importante para o encaminhamento da atividade, pois é nele que o professor 2 indica uma nova proposta, dessa vez mais adequada, manifestando o incidente metacognitivo de mudança positiva, propondo informações e apresentando um raciocínio lógico, a partir de critérios de solubilização, apontando os indicadores de trabalho com a informação e raciocínio lógico e proporcional. É importante aqui ressaltar a atuação da professora formadora como mediadora nessa etapa. Sua intervenção foi essencial para que houvesse a mudança positiva no decorrer do experimento. As interações nos experimentos investigativos, seja entre os que executam a atividade, ou entre esses e o formador, é apontada como um dos pontos mais relevantes desse tipo de estratégia no ensino de ciência, possibilitando o exercício da autonomia e do posicionamento acerca de soluções problemas, habilidades esperadas de indivíduos com a AC em desenvolvimento (Sedano & Carvalho, 2017; Miranda, Suart & Marcondes, 2015).

Os turnos de fala a partir do 25, contido na tabela IV, os professores começam a encaminhar a solução do problema proposto.

**TABELA IV.** Transcrições dos turnos de fala dos professores na resolução final do sistema óleo e sal

<b>Turno</b>	<b>Fala transcrita</b>	<b>Indicadores de AC</b>	<b>Incidentes metacognitivos</b>
25	<b>P1:</b> Como a gente vai garantir a pureza? Mas uma parte sempre dissolve, não é? Apesar de que é uma substância orgânica com inorgânica.	Seriação de informação. Justificativa	Monitoramento
26	<b>P2:</b> Se ela quer que perca o mínimo de sal é colocar água aqui.	-	-
27	<b>P1:</b> Isso, porque é polar com apolar.	Raciocínio lógico	Confirmação
28	<b>P2:</b> Isso, aí a água vai retirar o sal.	Raciocínio lógico	Confirmação
29	<b>P1:</b> Mas como a gente vai quantificar isso? Teria que ter uma alta precisão.	-	-
30	<b>P2:</b> Pensa assim: aqui tem um pouquinho de óleo, e a gente vai separar em duas fases, e retira a água que fica embaixo com o funil. Depois a gente pode jogar mais água no óleo no funil mesmo, para separar mais algum sal que tenha ficado no óleo.	Raciocínio lógico e proporcional	-
31	<b>P1:</b> É que a olho nu a gente via o sal bem separadinho. Então eu acho que é o mínimo que dissolveu no óleo.	-	-
32	<b>P2:</b> Como ela é exigente. A gente faz essa lavagem pela segunda vez. Só para garantir.	-	-
33	<b>P1:</b> É, deve estar dentro do erro analítico (risos). Será que a gente vai conseguir enxergar as fases (no funil) e deixar? Porque olha o tantinho que é. Como a gente vai enxergar?	-	Monitoramento
34	<b>P2:</b> Se passar é o mínimo, o que a gente pode fazer é outra filtragem. Se passar um pouco de óleo a gente colocá-lo de volta no funil e colocar água novamente.	Raciocínio Lógico e proporcional	-



35	<b>P1:</b> OK, vamos arriscar (risos).	-	Confirmação
36	<b>P3:</b> O máximo que vai acontecer é passar tudo.	-	-

Os turnos acima reiteram a nossa hipótese da correlação entre os indicadores de AC e o incidente metacognitivo de monitoramento. Os turnos 25 e 30, que apresentam indicadores de trabalho com informações, são sucedidos de turnos que apresentam os incidentes metacognitivos de monitoramento (turno 33). Essa relação está tão próxima devido ao constante questionamento desses indivíduos acerca das informações que elencaram e julgaram como necessárias para a resolução do problema que estão resolvendo estão corretas, ou seja, é um monitoramento constante dos seus pensamentos e ideias. Nesse sentido, julgamos necessário apontar um novo indicador de AC, *monitoramento de informações*, dentre os indicadores do grupo de trabalho com informações, que abarque essa habilidade, pois a constante avaliação das informações é uma habilidade necessária para aquele que é alfabetizado cientificamente (Laughksch, 2000).

Especificamente com relação aos incidentes metacognitivos, podemos observar que no total foram manifestados 14 dentro da categoria proposta, sendo 8 de monitoramento, 5 de confirmação e 1 de mudança positiva. Resultados parecidos (prevalência de monitoramento e confirmação) foram observados por Medeiros, Silva & Locatelli (2018) numa atividade investigativa acerca da fotossíntese, com aluno de ensino médio e por Locatelli & Arroio (2014) que investigaram uma atividade em eletroquímica também para alunos do ensino médio. Uma possível explicação para essas prevalências pode ser dada por Tobias & Everson (2002) que propuseram um modelo para a metacognição em pirâmide. Nesse modelo, o monitoramento situa-se na porção mais inferior, ou seja, é um pensamento metacognitivo mais simples, porém necessário para se atingir outros níveis mais complexos, superiores na pirâmide, como avaliação, seleção de estratégias e planejamento.

#### IV. CONCLUSÕES

Retomando a questão investigativa deste trabalho acerca da identificação e compreensão dos indicadores de AC e incidentes metacognitivos manifestados pelos alunos, foi possível observar tanto os indicadores quanto os incidentes permeando toda a atividade. Os indicadores de AC manifestados foram majoritariamente aqueles relacionados ao trabalho com informações. Já no tocante dos incidentes metacognitivos, o monitoramento foi o que mais se destacou, possivelmente por ser um pensamento metacognitivo mais básico. Os dados revelaram que esses incidentes metacognitivos de monitoramento estavam sempre muito imbricados ao questionamento das ideias levantadas para resolver o problema. Nesse sentido, deriva-se a necessidade metodológica da proposição de uma nova classificação que abarcasse essa relação, sendo então aqui proposto o indicador metacognitivo de alfabetização científica - *monitoramento de informações*. Os dados revelaram ainda que as aulas investigativas podem se constituir de um excelente modo de desenvolver habilidades metacognitivas, o que é desejável para a aprendizagem em Ciências. Por fim, ressaltamos também a contribuição dessa pesquisa que teve como foco professores em serviço, um público que possui escassa literatura no tocante de pesquisa com educação científica e que merece um maior investimento em futuras pesquisas, assim como essa relação entre os indicadores aqui evidenciada.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da UFABC pelo apoio ao desenvolvimento da iniciativa de extensão e aos professores que participaram, voluntariamente, desta pesquisa.

**REFERENCIAS**

- Abell, S.K., Rogers, M.A.P., Hanuscin, D.L., Lee, M.H. & Gagnon, M.J. (2009). Preparing the Next Generation of Science Teacher Educators: A Model for Developing PCK for Teaching Science Teachers, *J.Sci.Teacher Educ.*, 20, 77-93.
- André, M., Simões, R.H.S., Carvalho, J.M. & Brzezinski, I. (1999). Estado da Arte da Formação de Professores no Brasil, *Educação & Sociedade*, 68, 301-309.
- Braibante, M.E.F. & Wollmann, E.M. (2012). A Influência do PIBID na Formação dos Acadêmicos de Química Licenciatura da UFSM, *Química Nova na Escola*, 34(4), 167-172.
- Brasil (2001), Conselho Nacional de Educação - Câmara de Ensino Superior, Diretrizes Curriculares para o curso de Química.
- Brasil (2013). Conselho Nacional de Saúde. Resolução n° 466, 2012. Diretrizes e Normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. Brasília.
- Castro, P. M. A. & Leal, S. H. B. S. (2017). Influências do Pibid para a Base de Conhecimentos Docentes de Graduandos da UFABC. *REVISTA ACTA SCIENTIAE*, 19, 332-349.
- Chassot, A. (2010). Alfabetização científica: questões e desafios para a educação (6 ed.) Ijuí: Ed.Unijui.
- Cigdemoglu, C., Arslan, H.O. & Cam, A. (2017) Argumentation to foster pre-service science teachers' knowledge, competency, and attitude on the domains of chemical literacy of acids and bases. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 18, 288-303.
- Deboer, G. E. (1991). A history of ideas in science education: Implications for practice. New York: Teachers College Press.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In: Resnick, L. B. (Org.). The nature of intelligence. Hillsdale, N.Y.: Lawrence Erlbaum, 231-235.
- Kipnis, M. & Hofstein A. (2008) The inquiry laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), 601-627.
- Imbérnon, F. (2011). Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e incerteza (9ª ed.), São Paulo: Ed. Cortez.
- Krasilchik, M. (2012). O professor e o currículo das ciências. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Laugksch, R.C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview, *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Lemke, K.L. (1997). Aprender a Hablar Ciência: language, aprendizaje y valores. Madrid: Editora Paidós.
- Locatelli, S.W. & Arroio, A. (2014). The monitoring of an introductory class on geometrical isomerism by metavisual incidents. *Journal of Science Education*, 15 (2), 62-65.
- Medeiros, E. F., Silva, M.G. & Locatelli, S.W. (2018). A argumentação e o potencial metacognitivo de uma atividade experimental baseada na POA (previsão-observação-argumentação). Amazônia: Revista de Educação em Ciências e

Matemática, 14 (29), 27-42. Disponível em <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5569> acesso em 14-09-2018.

Miranda, M.S., Suart, R.C. & Marcondes, M.E.R. (2015). Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online), 17, 555-583.

National Research Council (2001). Knowing what students know: The science and design of educational assessment. Committee on the Foundations of Assessment, J. Pellegrino, R. Glaser, & N. Chudowsky (Eds.). Washington, DC: National Academy Press.

Pimenta, S.G. (1997). Formação de professores – saberes da docência e identidade do professor, NUANCES: Estudos sobre Educação, 3(3), 5-14.

Ramos, L. C. & Sá, L. P. (2013). A alfabetização científica na educação de jovens e adultos em atividades baseadas no programa mão na massa. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online), 15, 123-140.

Tobias, S. & Everson, H. T. (2002). *Knowing what you know and what you don't: further research on metacognitive knowledge monitoring*. College Board Research Report, College Entrance Examination Board: New York – USA.

Sasseron, L.H. (2008). Alfabetização Científica no ensino Fundamental – Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, Brasil.

Sasseron, L.H. & Carvalho, A.M.P. (2008). Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em Ensino de Ciências. 13(3), 333-352.

Saviani, D. (2009). Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. Revista Brasileira de Educação, 40(14), 143-155.

Sedano, L. & Carvalho, A. M. P. (2017). Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. ALEXANDRIA (UFSC), 10, 199-220.

Seraphin, K.D., Philippoff, J., Kaupp L & Vallin, L.M. (2012). Metacognition as means to increase the effectiveness of inquiry-based science education. *Science Education International*, 23(4), 366-382. Disponível em <http://www.icasonline.net/sei/december2012/p5.pdf> acesso em 14-09-2018.

Silva, O. B & Queiroz, Salete Linhares. (2017). Produção acadêmica sobre a formação de professores de química no Brasil: focos temáticos das dissertações e teses defendidas no período de 2001 a 2010. ALEXANDRIA (UFSC), 10, 271-304.

Souza, N.C. & Mancini, G.C. (2002). O uso de recursos da internet na capacitação de professores. In: ENCONTRO “PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA” (EPEB), 8., 2002, São Paulo.