

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação – FaE
Centro De Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG
Especialização em Educação em Ciências

Bárbara Marina Pinto

**A CONTRIBUIÇÃO DO PROFESSOR NA ATRIBUIÇÃO DE SENTIDOS E
SIGNIFICADOS NO DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO
INVESTIGATIVA**

Belo Horizonte

2023

Bárbara Marina Pinto

**A CONTRIBUIÇÃO DO PROFESSOR NA ATRIBUIÇÃO DE SENTIDOS E
SIGNIFICADOS NO DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO
INVESTIGATIVA**

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências.

Orientador(a): Profa. Dra. Penha Souza Silva

Coorientador(a): Prof. Ms. Matheus de Castro e Silva

Belo Horizonte

2023

P659c
TCC

Pinto, Bárbara Marina, 1988-

A contribuição do professor na atribuição de sentidos e significados no desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa [manuscrito] / Bárbara Marina Pinto. -- Belo Horizonte, 2023.

31 f. : enc, il.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências.

Orientadora: Penha das Dores Souza Silva.

Coorientador: Matheus de Castro e Silva.

Bibliografia: f. 30-31.

1. Educação. 2. Ciências (Ensino médio) -- Estudo e ensino. 3. Ciências (Ensino médio) -- Métodos de ensino. 4. Ciências (Ensino médio) -- Métodos experimentais. 5. Ciências (Ensino médio) -- Aprendizagem baseada em problemas. 6. Professores de ciências -- Formação. 7. Promoção da saúde -- Estudo e ensino (Ensino médio). 8. Radiação solar -- Efeito fisiológico -- Proteção -- Estudo e ensino (Ensino médio). 9. Aprendizagem por atividades.

I. Título. II. Silva, Penha das Dores Souza. III. Castro e Silva, Matheus de, 1991-. IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 507

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - CECI

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: A contribuição do professor na atribuição de sentidos e significados no desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa.

Nome da Aluna: Bárbara Marina Pinto.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - CECI, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Educação em Ciências.

Aprovada em 25 de março de 2023, pela banca constituída pelo membros:

Profª Penha das Dores Souza Silva - Orientadora / UFMG

Profª. Anne Kely Marques Nascimento- Leitora Critica / UFMG

Belo Horizonte, 25 de março de 2023.

Profª. Drª. Nilma Soares da Silva
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação CECI / FAE / UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Nilma Soares da Silva, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 13/04/2023, às 11:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2224991** e o código CRC **2EEB3FFB**.

Referência: Processo nº 23072.210558/2022-77

SEI nº 2224991

Agradecimentos

Agradeço aos colegas e estudantes da Escola Estadual Professor Domingos Ornelas pelo apoio a este projeto.

Agradeço ao meu companheiro, Geraldo, pelo incentivo e pela escuta ao longo de todo o curso.

A participação no grupo DIPEC (Diversidade e Inovação na Pesquisa em Educação em Ciências – FAE/UFMG) foi fundamental para a decisão de ingressar neste curso de especialização. Por isso, agradeço aos integrantes do grupo, em especial à professora Dra. Nilma Soares da Silva e ao professor Ms. Rafael Parreira Silva.

Agradeço aos professores do Curso de Especialização em Educação em Ciências pela imensa contribuição à minha prática docente. A relevância do curso ficou evidente quando apliquei em minhas aulas os conhecimentos recém adquiridos, tornando-as mais ricas e condizentes com uma visão de Educação em Ciências mais ampla.

Agradeço a Deus pela força nos momentos mais difíceis, em que a vontade de desistir foi muito grande, mas a esperança e a determinação prevaleceram.

Resumo

Esta pesquisa investigou o papel da professora no processo de significação de um problema apresentado em uma sequência de ensino investigativa. A sequência de atividades trouxe o tema Radiação e Protetores Solares, contou com oito aulas e foi aplicada em uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede estadual, situada em Santa Luzia/MG. Para análise do processo de significação e verificação da contribuição da professora nesse processo foi utilizada a ferramenta denominada Potenciais Problemas Significadores. Essa ferramenta relaciona novos problemas, que surgem durante a realização das atividades, com os elementos significadores: necessidade, contradição, colaboração e imaginação/criatividade. Sobre o tema Radiação e Protetores Solares, observou-se que os estudantes possuíam conhecimentos científicos sobre o mesmo e que ele fazia parte de seu cotidiano. Dentro da abordagem investigativa, observou-se que a sequência didática permitiu que os estudantes expusessem seus conhecimentos espontâneos, tivessem ideias próprias e discutissem as ideias com a professora e com os colegas. Na elaboração do problema, a relação entre o nível de desenvolvimento dos estudantes e o grau de dificuldade da atividade não foi adequada, o que pode ter impactado no engajamento. Durante a sequência de ensino foram detectados 18 novos problemas, 11 contradições conceituais, 21 colaborações epistêmicas da professora, 8 colaborações epistêmicas dos estudantes, 15 colaborações didático-pedagógicas. A necessidade foi detectada em 10 interações, sendo 4 necessidades da professora e 6 necessidades dos estudantes. A imaginação/criatividade foi detectada em apenas duas situações. Ao utilizar Potenciais Problemas Significadores como ferramenta analítica da qualidade do processo de significação, podemos dizer que a significação do problema apresentado nesta sequência de ensino foi satisfatória, já que foram evidenciados novos problemas e sua relação com as necessidades apresentadas pelos estudantes, com as ações colaborativas entre estudantes e professora, com a superação das contradições e limitações e com dois processos imaginativos. Essa ferramenta também foi útil na análise das ações da professora, como a necessidade de retomar os novos problemas e evidenciar as contradições, em diversas ocasiões e por meio do uso de diferentes estratégias; as várias colaborações; sua limitação em oportunizar o desenvolvimento da imaginação/criatividade. Também foi possível observar que novos problemas trazidos pela professora contribuíram produtivamente para a reflexão sobre o problema apresentado.

Palavras-chave: Ensino por Investigação. Potenciais Problemas Significadores. Papel do Professor. Radiação. Ensino Médio.

Abstract

This research investigated the teacher's role in the meaning process of a problem presented in an investigative teaching sequence. The sequence of activities brought the theme Radiation and Sunscreens, had eight classes and was applied in a class of the second year of high school at a state school, located in Santa Luzia/MG. To analyze the meaning process and verify the teacher's contribution in this process, the tool called Potential Signifying Problems was used. This tool relates new problems, which arise during the activities, with the significant elements: need, contradiction, collaboration and imagination/creativity. On the subject of Radiation and Sunscreens, it was observed that the students had scientific knowledge about it and that it was part of their daily lives. Within the investigative approach, it was observed that the didactic sequence allowed students to expose their spontaneous knowledge, have their own ideas and discuss the ideas with the teacher and colleagues. In the elaboration of the problem, the relationship between the level of development of the students and the degree of difficulty of the activity was not adequate, which may have impacted on the engagement. During the teaching sequence, 18 new problems were detected, 11 conceptual contradictions, 21 epistemic collaborations of the teacher, 8 epistemic collaborations of the students, 15 didactic-pedagogical collaborations. The need was detected in 10 interactions, 4 of which were teacher needs and 6 students' needs. Imagination/creativity was detected in only two situations. By using Potential Signifying Problems as an analytical tool of the quality of the signification process, we can say that the meaning of the problem presented in this teaching sequence was satisfactory, since new problems were evidenced and their relationship with the needs presented by the students, with the collaborative actions between students and teachers, with overcoming contradictions and limitations and with two imaginative processes. This tool was also useful in analyzing the teacher's actions, such as the need to return to new problems and highlight the contradictions, on several occasions and through the use of different strategies; the various collaborations; its limitation in providing opportunities for the development of imagination/creativity. It was also possible to observe that new problems brought by the teacher contributed productively to the reflection on the problem presented.

Keywords: Research Teaching. Potential Signifying Problems. Teacher's Role. Radiation. High school.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAIS TEÓRICOS	10
2.1	O problema no Ensino por Investigação	10
2.2	O problema e a atribuição de sentidos e significados	11
2.3	O papel do professor no processo de significação do problema	14
3	METODOLOGIA.....	15
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5	CONCLUSÃO.....	28
	REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

Em sequências de ensino amparadas pela abordagem investigativa, a resolução de um problema é um elemento fundamental na elaboração e no pleno desenvolvimento das atividades. Contudo, ele não é trazido pelos estudantes, mas pelo professor, com o objetivo de introduzi-los no universo da Ciência. Dessa forma, o problema pode não fazer sentido para os estudantes em um primeiro momento, demandando um processo de atribuição de sentidos e significados orientado pelo(a) professor(a).

Este trabalho teve o objetivo de investigar o papel da professora no processo de significação do problema em uma sequência de ensino investigativa sobre Radiação e Protetores Solares para estudantes do Ensino Médio. Tradicionalmente, o tema Radiação e Radioatividade é trabalhado no ensino médio a partir da descoberta dos elementos químicos radioativos, passando pelos conceitos de decaimento nuclear, meia-vida de um elemento radioativo, fissão e fusão nuclear. Somente em um segundo momento, que as aplicações da Radiação e da Radioatividade são apresentadas. A proposta dessa sequência de ensino investigativa foi introduzir o tema a partir de uma situação do cotidiano, relacionada à radiação ultravioleta e aos protetores solares. Dessa forma, a sequência de ensino tradicional para esse tema foi invertida, com o objetivo de aproximá-lo do dia a dia dos estudantes antes de qualquer apresentação mais aprofundada dos conceitos científicos.

A sequência contou com oito aulas, iniciando com a introdução do tema e a apresentação do problema, finalizando com a análise e a discussão de testes realizados pelos estudantes. Potenciais Problemas Significadores (Solino, 2017) foram utilizados na análise da qualidade da significação e na análise das ações da professora. Ao longo da sequência de atividades foi identificado o aparecimento de novos problemas, qualificados pelos elementos significadores (necessidade, contradição, colaboração, imaginação/criatividade) que evidenciaram a atribuição de sentidos por parte dos estudantes, bem como as ações da docente e suas limitações de ensino.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

2.1 O problema no Ensino por Investigação

De acordo com Carvalho (2018), dois pontos orientam uma atividade investigativa: o cuidado do(a) professor(a) com o grau de liberdade intelectual dado aos estudantes e o cuidado do(a) professor(a) com a elaboração do problema. A formulação do problema não é algo trivial (CAPECCHI, 2013). Problematizar é uma tarefa árdua para o(a) professor(a) na medida em que é preciso ir além dos problemas que os estudantes costumam formular, de uma maneira que a construção de novos conhecimentos seja possível (DELIZOICOV, 2001 *apud* CAPECCHI, 2013). Apresentar um enunciado bem elaborado não é suficiente, pois é comum que o professor veja esse enunciado como uma situação-problema que mereça ser investigada, mas os estudantes não compartilhem dessa visão. Para transpor essa dificuldade é necessário percorrer um processo de significação, partindo da apresentação do problema inicial, passando pela identificação das questões científicas envolvidas na solução e pela identificação das ferramentas necessárias para a investigação (CAPECCHI, 2013).

Esse tipo de discussão deve ser ampliado, considerando que, ao propor um problema, o professor sai do ensino expositivo em direção a um ensino que oferece condições para que o estudante raciocine e construa seu conhecimento. Neste ponto, o papel do professor é de orientação e encaminhamento das reflexões dos estudantes, que passam a ser os agentes do pensamento (SASSERON; SOLINO, 2018; CARVALHO, 2013).

Sequências de aulas nas quais há o desenvolvimento de atividades diversificadas são comuns no Ensino por Investigação e são denominadas sequências de ensino investigativas (SEI). Uma SEI começa por abranger determinado objeto de conhecimento do programa escolar e cada atividade da sequência é planejada de modo a permitir que os estudantes tragam seus conhecimentos espontâneos, tenham ideias próprias, discutam essas ideias com os colegas e com o professor. A apresentação do problema, a sistematização do conhecimento e a sua contextualização são as atividades-chave de uma SEI (CARVALHO, 2013).

Para Solino e Sasseron (2019), os problemas frequentemente encontrados em SEI's podem ser classificados como problemas didáticos (PD) e novos problemas (NP). Os problemas didáticos são aqueles elaborados e/ou selecionados previamente pelo professor com o objetivo de trabalhar determinado conteúdo da ciência. Os novos problemas são aqueles que surgem durante a atividade investigativa, por meio de questionamentos dos estudantes e do próprio professor. Eles não são planejados e não se apresentam na forma de perguntas necessariamente.

Segundo Carvalho (2013), os problemas didáticos comuns no ensino por investigação são o problema experimental, a demonstração investigativa e o problema não experimental. No caso do problema experimental, é importante que ele esteja inserido no cotidiano dos estudantes, que provoque envolvimento na busca de sua solução e que essa procura permita a exposição dos conhecimentos prévios sobre o tema (CARVALHO, 2013). Para Carvalho (2018), um bom problema experimental é aquele que permite a elaboração e o teste de hipóteses, o raciocínio proporcional, a construção da linguagem científica e a construção de explicações de conceitos e leis.

2.2 O problema e a atribuição de sentidos e significados

Apesar do problema se apresentar como uma situação desafiadora e instigante, que relaciona o cotidiano e os fenômenos científicos, este não é trazido pelos estudantes e pode ser tratado como um problema que não é seu. O problema é apresentado pelo professor com o objetivo de trabalhar determinado conteúdo escolar e os estudantes podem se envolver na resolução do mesmo sem, no entanto, atribuir um sentido a ele (SASSERON; SOLINO, 2018).

Ao analisar a estruturação e a implementação de sequências de ensino investigativas, Solino (2017) identificou que o problema assume diferentes funções nesses dois momentos. Enquanto parte da estrutura, o problema se mostra como agente motivador, como mediador entre estudante e professor e, também, como mediador entre o estudante e o objeto de conhecimento. Na implementação da SEI, o problema muda de função, passa a ser o objeto de conhecimento, pois ele traz conceitos utilizados em sua elaboração, procedimentos para sua solução e o conhecimento epistêmico relacionado a ele. É no enfrentamento do problema como

objeto de conhecimento que surgem novos problemas e esses novos problemas (NP) são os mediadores da significação do problema apresentado pelo professor. Os NP surgem das contradições e das ações colaborativas entre estudantes e entre estudantes e professor, durante o desenvolvimento da atividade investigativa. É por meio dos NP que os estudantes podem tomar para si o problema em estudo e realizar o movimento de significação (SASSERON; SOLINO, 2018).

Em seu trabalho, Solino (2017, p. 110) aponta que “*novos problemas parecem surgir em meio a um conjunto de elementos significadores*”. Estes elementos (necessidade, contradição, colaboração e imaginação/criatividade) caracterizam os problemas e podem servir como ferramenta de análise da qualidade do processo de significação em propostas como o Ensino por Investigação. O Quadro 2.1 apresenta as funções do problema a partir dos elementos significadores (SOLINO; SASSERON, 2019).

Quadro 2.1 - Elementos Significadores nas relações com o Ensino por Investigação

Necessidade	Inicialmente criada pelo professor a partir da apresentação do PD como objeto de estudo. A necessidade é dependente do motivo que impulsiona a agir (problema) e das ações (forma como o problema é resolvido em sala de aula). As necessidades presentes em aulas investigativas são do tipo cognitivas e estão inclusas na manifestação das contradições conceituais, nas ações colaborativas e nos processos de criação.
Contradição	As contradições sociais e conceituais são manifestadas pelos sujeitos ao enfrentar o PD e estas impulsionam a construção de novos conhecimentos. No Ensino por Investigação, elas geralmente aparecem nas hipóteses construídas pelos alunos, em forma de contradições conceituais. Essas contradições representam um estado psíquico de dificuldade intelectual, criada a partir dos problemas didáticos, relacionada a uma necessidade cognitiva de resolver o problema.
Imaginação/ criatividade	Situação criada ou imaginada pelos alunos que visa solucionar o PD. Pela imaginação podemos perceber como as experiências imediatas das crianças estão sendo ampliadas. No Ensino por Investigação, geralmente a imaginação ou criação surge como possibilidades de soluções para o PD.
Colaboração	A colaboração entre os sujeitos deve atuar na zona de desenvolvimento proximal (VIGOTSKI, 2007) para que os estudantes a compreendam. No

	<p>Ensino por Investigação, a colaboração pode ocorrer no âmbito da colaboração didático-pedagógica e no âmbito da colaboração epistêmica. As colaborações didático-pedagógicas envolvem a organização do ensino, como: controlar o tempo, distribuir a classe conforme a tarefa, perseguir o objetivo da atividade, formular o problema, regular comportamentos, direcionar a atenção do aluno, gerenciar tensões. Já as ações colaborativas epistêmicas envolvem a organização e desenvolvimento do pensamento científico dos alunos, como: construir novos conhecimentos e dar novas informações, apresentar novos pontos de vista; colocar as respostas dos alunos em avaliação; levar os alunos a testarem suas hipóteses, explicitar contradições conceituais; legitimar ideias.</p>
--	--

Fonte: Solino e Sasseron (2019, p. 573)

De acordo com Solino e Sasseron (2019, p. 573), novos problemas podem ser transformados em Potenciais Problemas Significadores (PPS), uma vez que “*surgem em decorrência da presença de elementos significadores e tem potencial para significar os problemas didáticos*”. Dessa forma, Solino (2017, p. 121) sintetiza o movimento de significação do problema didático (PD):

durante a etapa de proposição do PD, os alunos podem sentir necessidades cognitivas de enfrentá-lo, imaginando e criando diferentes hipóteses, a partir dos sentidos pessoais atribuídos ao problema didático, sendo que muitas dessas ideias podem ser formuladas fora do contexto da lógica científica esperada pelo professor. Tais ideias, portanto, entram em contradições com os sentidos atribuídos pelo professor. A formulação de novos problemas então emerge da tomada de consciência dessas contradições (seja pelo aluno ou pelo professor) ou da necessidade de explorar novas possibilidades de resolução. Nesse movimento dinâmico e ao mesmo tempo contraditório, os novos problemas tornam-se então Potenciais Problemas Significadores, porque permitem que os alunos construam novos sentidos e significados ao PD, impulsionados pela percepção dessas contradições, bem como pelas necessidades de superação das limitações, propiciando a produção de novas ações colaborativas e criações de novas ideias para a solução.

Quando se trata da análise da significação, Solino e Sasseron (2019, p. 574) argumentam que não basta atestar a presença ou ausência de novos problemas em uma atividade investigativa, é preciso qualificá-los a partir dos elementos significadores, corroborando a ideia de que os elementos significadores “*podem servir*

como uma ferramenta analítica para avaliar a qualidade da significação do PD". Solino (2017) aprofunda a discussão ao apontar que essa ferramenta também permite a análise do trabalho do professor, pois por meio dela é possível identificar limitações de ensino ao longo da atividade investigativa, ao verificar, por exemplo, se os novos problemas trazidos pelo professor contribuíram produtivamente para reflexão dos estudantes sobre o problema estudado. Dessa forma, a ferramenta possibilita a análise das diversas ações colaborativas do professor no transcorrer da atividade. Por fim, Sasseron e Solino (2018) pontuam que a análise da significação não deve se restringir à implementação das atividades investigativas, mas deve observar, especialmente, o processo de elaboração das atividades (tipo de problema, forma de apresentação, graus de abertura).

2.3 O papel do professor no processo de significação do problema

Em atividades investigativas, o professor elabora e propõe o problema, planeja e orienta as atividades, cria um ambiente favorável à investigação, problematiza, intervém, traz novas questões, incentiva a participação, insere os estudantes no universo científico (CAPECCHI, 2013; CARVALHO, 2013). Ao analisarem a significação do problema em atividades investigativas, Sasseron e Solino (2018) e Solino e Sasseron (2019) apontaram que o professor encaminha o processo investigativo por meio de diálogos colaborativos e da organização do trabalho dos estudantes, direciona ações, leva os estudantes a tomarem consciência de suas ações, sistematiza os conhecimentos cotidianos durante o processo de significação, direciona os sentidos pessoais para os sentidos científicos, ajuda aos estudantes a reelaborar sentidos e significados, explicita as contradições, organiza o movimento de significação.

Para Solino (2017), a atribuição de sentidos e significados exige que estudantes e professores mudem de papéis. Ambos devem agir como colaboradores de ensino e de aprendizagem, pois estão compartilhando práticas sociais da cultura científica escolar. A significação do problema também depende das concepções de ensino e da relação do professor com o objeto de conhecimento. Solino (2017) acrescenta que, além de ferramenta analítica, Potenciais Problemas Significadores também são uma

ferramenta pedagógica na medida em que medeiam a relação entre os conhecimentos do professor e dos estudantes, bem como a relação sujeito-objeto de conhecimento; potencializam o processo de significação; ajudam o docente a direcionar suas ações, com o objetivo de aproximar a lógica presente na cultura científica e os estudantes.

Portanto, o processo de significação é todo orientado pelo professor, passando pela elaboração e apresentação do problema, pela detecção do surgimento, ou não, de novos problemas permeados pelos elementos significadores, em uma negociação constante de sentidos e significados entre ele e os estudantes por meio de ações colaborativas, tudo isso atrelado às suas concepções de ensino e à sua relação com o conteúdo trabalhado.

Neste sentido, este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa que buscou analisar o papel da professora no processo de significação de um problema em uma sequência de ensino investigativa sobre Radiação e Protetores Solares.

3 METODOLOGIA

Para atingir o objetivo da pesquisa buscamos averiguar se, durante uma atividade de resolução de um problema, surgem novos problemas e os 4 (quatro) elementos significadores indicados por Solino (2017) e como a professora, mediadora deste processo, lida com isso. Para isso, foi proposto um problema sobre Radiação e Protetores Solares para 38 estudantes do 2º ano do Ensino Médio noturno de uma escola estadual na cidade de Santa Luzia, Minas Gerais. O problema proposto aos estudantes foi resolver a seguinte questão:

Bianca, Beatriz e Bruna foram para Guarapari nas férias escolares. O clima estava ótimo, com bastante Sol para turbinar o bronzeado das garotas, então elas decidiram passar a manhã toda na Praia do Morro. Apesar de gostarem de uma marquinha de biquíni, as três têm consciência de que a exposição excessiva ao Sol causa problemas à pele, por isso, usaram três produtos para se proteger:

Bianca é morena, usou protetor solar fator 30, e o aplicou apenas uma vez enquanto esteve na praia. Beatriz é branca, usou protetor solar fator 70, e o aplicou duas vezes enquanto esteve na praia. Bruna também é morena, usou uma loção hidratante com fator 15, e a aplicou três vezes enquanto esteve na praia.

Bianca e Beatriz gostam muito do mar, e passaram bastante tempo na água. Bruna não nada muito bem e preferiu ficar na areia. Qual das amigas ficou mais bronzeada?

Tipo da pele	Reação	Cor da pele
<i>I</i>	<i>Sempre queima, nunca bronzeia</i>	<i>Branca</i>
<i>II</i>	<i>Sempre queima, bronzeia pouco</i>	<i>Branca</i>
<i>III</i>	<i>Queima e bronzeia pouco</i>	<i>Branca</i>
<i>IV</i>	<i>Raramente queima, bronzeia com facilidade</i>	<i>Morena-clara</i>
<i>V</i>	<i>Queima muito raramente, bronzeia facilmente</i>	<i>Morena</i>
<i>VI</i>	<i>Nunca queima, bronzeia facilmente</i>	<i>Negra</i>

Classificação dos fototipos de pele por Fitzpatrick – adaptada (GUIRRO; GUIRRO, 2002 *apud* OLIVEIRA et al, 2012).

Para a resolução do problema proposto foram utilizadas 8 (oito) aulas de Química, conforme apresentamos a seguir.

Na primeira aula, a professora buscou identificar as concepções prévias dos estudantes sobre o assunto. Para isso utilizou as seguintes perguntas: *Alguém da turma já ficou tempo demais sob o Sol e acabou se queimando seriamente? Em que situação isso ocorreu? Mas porque você se queimou? O que tem no Sol que faz a pele ficar queimada? O que podemos fazer para evitar isso? Sobre o protetor solar: como ele funciona? Existe diferença entre um e outro? Como sabemos a diferença entre eles? Como sabemos se ele funciona mesmo? Vamos investigar, através de um problema?*

A seguir, os estudantes foram separados em grupos e o problema foi apresentado. Com base nas informações do problema, foi solicitado aos grupos que:

- 1. Elaborassem uma hipótese para justificar a resposta dada ao problema.*
- 2. Propusessem uma forma de testar a hipótese elaborada.*
- 3. A partir de uma pesquisa, buscassem organizar informações e evidências capazes de confirmar ou rejeitar a hipótese elaborada. Organizassem a pesquisa em um esquema para ser apresentado para a turma e entregue, por escrito, à professora.*

Para o levantamento das concepções dos estudantes e a elaboração das hipóteses foram necessárias duas aulas. Na terceira aula, cada grupo apresentou seus esquemas (hipótese, estratégias para testar a hipótese e evidências/informações que confirmassem a hipótese) para toda a turma. Ao longo das apresentações, a professora transcreveu no quadro os principais pontos de cada esquema, para que

todas as hipóteses pudessem ser visualizadas de forma geral. Para a quarta aula, a professora selecionou sete textos (Quadro 3.1) com informações sobre os pontos que mais chamaram a atenção nas hipóteses elaboradas pelos estudantes:

Quadro 3.1 – Textos utilizados na aula 4

Texto	Assunto
1	Diferença entre loção hidratante com FPS (Fator de Proteção Solar) e protetor solar
2	Tempo necessário para o bronzeamento natural
3	Influência da água no bronzeamento
4	Influência da água salgada no bronzeamento
5	Quantidade ideal de protetor solar a ser aplicada
6	Absorção de radiação em protetores solares com valores diferentes de FPS
7	FPS recomendado para cada tipo de pele

Fonte: própria autora (2023).

Os estudantes foram organizados em grupos novamente e cada um recebeu um dos textos listados no quadro 3.1. Após a leitura, foi realizada uma dinâmica em que um integrante de cada grupo deveria visitar os outros grupos, relatando os principais pontos do texto. Dessa forma, todos os grupos tiveram acesso às informações de todos os textos.

Na quinta aula, os grupos terminaram a dinâmica de leitura dos textos e a professora trouxe para discussão outros pontos importantes das hipóteses elaboradas. Essa discussão começou com uma pesquisa sobre como ocorre o bronzeamento; por que a pele descasca; como o hidratante hidrata a pele; todos os protetores contêm ativadores de bronzeamento; como é calculado o FPS.

Na sexta aula, os estudantes apresentaram os resultados da pesquisa, registrados no caderno. Após a verificação das respostas, a professora reforçou a explicação de alguns pontos. Como última discussão, foram trazidas três perguntas sobre a elaboração do teste para a hipótese indicada pelo grupo. Cabe ressaltar que todos os grupos propuseram fazer um teste com o protetor solar e a loção hidratante. Assim fizemos as seguintes perguntas: Em qual parte do corpo o teste deve ser realizado; qual a temperatura necessária para o teste; quais evidências devem ser coletadas. Neste momento, três grupos já haviam realizado o teste e a professora solicitou que os grupos restantes também realizassem seus testes. Por fim, a

professora devolveu os esquemas aos grupos e solicitou que todos fossem revisados, já que se encontravam incompletos.

Na sétima e na oitava aulas, os estudantes apresentaram os resultados dos testes para a turma e entregaram um relatório para a professora de forma que fosse construída coletivamente uma resposta para o problema.

Nas aulas descritas acima, as interações entre os estudantes e entre eles e a professora foram registradas pela professora/ pesquisadora em um Diário de Campo. Este método de coleta de dados não foi o mais adequado, limitando a análise, já que não foi possível considerar a fala de todos os alunos. Deste modo, a análise foi feita com base na fala de alguns grupos. As interações foram organizadas de acordo com cada momento das 8 (oito) aulas da sequência. Posteriormente, procurou-se identificar, nestas interações, o surgimento de novos problemas e a presença dos elementos significadores, que ajudaram a entender o processo de atribuição de sentidos e significados ao problema apresentado. Para a análise, foram selecionadas interações que envolveram um número maior de dúvidas, perguntas e conflitos de ideias, que permitiram a compreensão da significação do problema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira aula, quando a professora perguntou se alguém já tinha ficado tempo demais sob o Sol e se queimado seriamente e em qual situação isso ocorreu, quatro estudantes relataram situações na praia, na cachoeira e na piscina. A professora perguntou *“Por que você se queimou?”* e três estudantes relataram que foi longo período de exposição ao Sol sem uso de protetor solar, enquanto uma estudante relatou a presença de produtos de limpeza na piscina citada anteriormente. Em seguida, a professora perguntou *“O que tem no Sol que faz a pele ficar queimada?”* três estudantes responderam *“radiação”, “raios UV”* e *“raios gama”*. A pergunta seguinte foi *“O que podemos fazer para evitar isso?”*, a maioria dos estudantes disse que era necessário usar protetor solar. Para as perguntas *“Como o protetor funciona?”* e *“Existe diferença entre os protetores solares?”* um estudante respondeu que o protetor solar tem substâncias químicas que bloqueiam os raios, enquanto outro disse que o protetor reflete os raios do Sol. Um deles completou a resposta dizendo que

quanto maior o FPS (Fator de Proteção Solar) maior a proteção. Ao relatarem experiências pessoais, os estudantes evidenciaram que o tema Radiação e Protetores Solares estava presente em seu cotidiano. Quando responderam que no Sol existe radiação e raios UV e que os protetores bloqueiam e refletem os raios do Sol, eles demonstraram conhecimentos científicos sobre o tema.

Durante a SEI foram detectados 18 novos problemas, 11 contradições conceituais, 21 colaborações epistêmicas da professora, 8 colaborações epistêmicas dos estudantes, 15 colaborações didático-pedagógicas. A necessidade foi detectada em 10 interações, sendo 4 da professora e 6 dos estudantes. A imaginação/criatividade foi detectada em apenas duas situações. Alguns dos novos problemas identificados serão descritos a seguir, bem como os elementos significadores relacionados a eles.

Após o momento de introdução do tema, na primeira aula, a turma foi dividida em grupos, o problema foi apresentado e os estudantes começaram a elaborar suas hipóteses. Entre as interações registradas nesse momento, a que ocorreu entre os grupos 2 e 4 chamou atenção pela presença de alguns elementos significadores e pelo surgimento de um novo problema.

O grupo 4 questionou a professora sobre a loção, falaram que não era eficiente, que não conheciam esse produto, e que, provavelmente, a Bruna seria a mais bronzeada. Mas uma integrante do grupo 2 interveio e começou a falar dessa loção. Uma integrante do grupo 2 e outra do grupo 4 citaram o bronzeamento caseiro, no qual usam óleo e mais um produto e depois borrifam água. A integrante do grupo 4 levantou a questão da água salgada e, após as duas trocarem informações, concluíram que ela ajuda a bronzear mais. Nesta interação, entre a professora e integrantes dos grupos 2 e 4, observa-se colaboração epistêmica entre as estudantes dos dois grupos, pois ambas trazem novas informações sobre bronzeamento caseiro. Expondo suas vivências, elas também indicam a necessidade de se aproximar do problema e analisá-lo. Observa-se também uma contradição conceitual: a água salgada acelera o bronzeamento. Este pode ser considerado um novo problema, já que o problema apresentado pela professora não trouxe nenhuma informação nesse sentido, mas as estudantes consideraram um fato importante na elaboração da hipótese e resolução do problema. Essa questão da água salgada também foi trazida

por outro grupo, por isso, em aulas posteriores, a professora retomou esse novo problema por meio de um texto e de discussão com o grupo.

Na segunda aula, a professora visitou cada grupo para verificar as hipóteses elaboradas e as estratégias de teste das hipóteses. As interações com os grupos 1, 2 e 4 apresentaram uma quantidade maior de elementos significadores e novos problemas.

O primeiro grupo acreditava que seria Bruna, por causa da loção, e estavam planejando o teste. Um dos integrantes disse que o problema não falava se o protetor era à prova d'água, então iam considerar que não. A professora entrevistou perguntando se a maioria dos protetores era ou não. Outro integrante respondeu que sim, então a professora disse que deveriam levar isso em consideração. Estavam em dúvida com relação ao tempo de exposição, a professora apontou esse dado no problema (a manhã toda). Então, um integrante falou que o horário de início seria 6h da manhã e acrescentou que depois das 10h o sol é prejudicial. A professora perguntou sobre o horário em que as pessoas costumam ir à praia e disse que 06h da manhã não era um horário comum. Então, os integrantes do grupo pensaram em começar com um horário entre 08 e 09h da manhã. Nesta interação, entre o grupo 1 e a professora, observa-se o aparecimento de um novo problema: o protetor é à prova d'água? A professora colabora, problematizando a ideia e percebendo-a como um novo problema. Após a resposta de um dos integrantes, ela colabora novamente, legitimando a resposta dada. Outro problema é trazido pelo grupo: qual foi o tempo de exposição? No problema proposto é delimitado um período de exposição (manhã), mas o horário específico não é explicitado. A professora colabora didaticamente apontando essa informação na atividade e colabora epistemicamente apresentando um novo ponto de vista sobre o horário em que as pessoas costumam ir à praia.

O segundo grupo também achava que seria Bruna e descartou Beatriz por ser branca e não bronzear. Já tinham a loção e pretendiam usar água com sal. Argumentaram que a água do mar ajuda no bronzeado e a professora perguntou por que, se seria verdade e sugeriu que pesquisassem. Os integrantes deste grupo também discutiram com a professora sobre o tempo de exposição, sobre quanto tempo as pessoas costumam ficar na praia. Queriam limitar até o horário de 10h, por causa do Sol, e a professora perguntou se quando as pessoas estão de férias na praia

elas respeitam esse horário. Nessa interação, entre o grupo 2 e a professora, o problema da água do mar aparece novamente. Essa afirmação é feita por uma das estudantes e a professora colabora epistemicamente quando reformula essa afirmação como uma pergunta “*Por quê? Isso é verdade?*”. Observa-se outra colaboração epistêmica da professora que apresenta novos pontos de vista quando ela e o grupo discutem sobre o tempo que as pessoas costumam ficar na praia.

O quarto grupo também achava que era Bruna, mas durante a explicação da hipótese a professora percebeu que o grupo não tinha considerado uma informação apresentada no problema: Bruna não entrou no mar. A partir dessa observação, o grupo reformulou a hipótese e para justificá-la usou o raciocínio de somar o FPS ($15 + 15 + 15$, de Bruna que aplicou 3 vezes). A professora perguntou se era assim mesmo que se media a proteção, o grupo não soube responder e a professora pediu para pesquisarem. Nesta interação, a professora colabora didaticamente avaliando a hipótese elaborada e apontando a variável que não foi considerada. Observa-se o aparecimento de um novo problema: como calcular o FPS? A professora percebe esse novo problema e questiona as estudantes, colaborando epistemicamente no sentido de ajudá-las a elaborar uma resposta. No entanto, elas não possuem conhecimento sobre o assunto e a professora colabora didaticamente, sugerindo que pesquisem o tema.

Na terceira aula, surgiram novos problemas, mas a maioria não foi percebida de imediato pela professora, pois sua atenção foi direcionada a três situações: (1) nenhum dos grupos queria começar a apresentação das hipóteses/ estratégias de teste; (2) a turma estava muito agitada e dispersa; (3) apesar de estarem na frente da sala, os grupos apresentavam mais para a professora do que para os colegas. No entanto, ao analisar a tabela apresentada no quadro e as hipóteses/estratégias de teste entregues por escrito pelos grupos, verificamos seis novos problemas que foram retomados em aulas posteriores por meio de leitura de textos e troca de informações, pesquisa e reflexão sobre estratégias de teste.

Na aula 4, a professora retomou novos problemas que surgiram nas aulas anteriores, por meio de uma dinâmica de leitura de textos. Durante essa dinâmica não houve interações significativas, apenas troca de informações. No entanto, essas informações foram retomadas nas aulas seguintes, quando os grupos e a professora

interagiram bastante. Na aula 5, a professora retomou novos problemas identificados nas hipóteses/estratégias de teste entregues por escrito. Dessa vez, a dinâmica ocorreu por meio da discussão de questões para uma pesquisa. A discussão da questão 01 (Como ocorre o bronzeamento?) foi a única que apresentou interações significativas e presença de elementos significadores.

Quando a professora apresentou a questão, um integrante do grupo 1 respondeu que era uma defesa do organismo, que tinha relação com a melanina. A professora então perguntou “*O que é melanina?*”. Ao propor outra pergunta, houve colaboração epistêmica por parte da professora, com o objetivo de avaliar o entendimento do conceito científico. O integrante do grupo 1 respondeu corretamente e uma integrante do grupo 4 levou a discussão para outro ponto, perguntando por que ela não conseguia bronzear. Imediatamente uma integrante do grupo 2 respondeu: “*Porque você é branca, você nunca vai se bronzear.*” Nessa interação percebe-se colaboração epistêmica entre as estudantes. Quando a integrante do grupo 2 responde, ela traz uma informação presente no problema apresentado pela professora, o que também demonstra apropriação de conhecimento.

A integrante do grupo 4 retomou a fala, dizendo que já havia tentado em casa e não conseguiu. Citou outras duas situações: (1) Foi uma vez à praia, passou protetor FPS 60 várias vezes (sempre que saía da água) e não se bronzeou. (2) Na segunda vez na praia, usou um protetor FPS 40, não entrou na água, também não bronzeou e teve uma insolação. Nesse momento percebe-se a necessidade da estudante de resgatar suas experiências pessoais, relacionadas e parecidas com o problema proposto, mas com diferenças importantes. Isso demonstra que ela considerava essas vivências, importantes para a análise do problema.

Em seguida, um integrante do grupo 6 interagiu, apresentando uma situação em que uma pessoa estava na praia, entrava na água 3 vezes e reaplicava 3 vezes o protetor. No fim ele perguntou: “*Essa pessoa ia se bronzear?*” Nessa interação percebe-se a necessidade do estudante de criar uma situação, com variáveis parecidas às do problema proposto e parecida também com a situação narrada pela colega do grupo 4, mas com diferenças que tornaram o problema seu. Este aluno não estava presente na aula de apresentação do problema, então a criação de um novo problema, parecido com o proposto, demonstrou o desenvolvimento de

imaginação/criatividade, a partir da necessidade de entender e resolver o problema. Imediatamente, a integrante do grupo 2 respondeu que a resposta dependeria de muitos fatores, entre eles a cor da pele. Mais uma vez, observa-se colaboração epistêmica entre os estudantes e a apropriação do conhecimento. A integrante do grupo 2 traz em sua resposta uma informação presente no problema e discutida na interação anterior, com o grupo 4.

A professora então perguntou ao integrante do grupo 6 qual seria o tom de pele da pessoa do exemplo dele. Ele respondeu “*Branca*”. A professora e uma integrante do grupo 4 responderam, ao mesmo tempo, que essa situação tinha acabado de ser discutida. Então ele mudou o tom de pele para o dele (moreno). Nas intervenções da professora e das integrantes do grupo 2 e do grupo 4, observa-se colaboração epistêmica, que levou o estudante a formular claramente suas ideias e atentar para um exemplo já discutido.

Com a reformulação do problema apresentado pelo integrante do grupo 6, alguns grupos ficaram pensando e um dos integrantes do grupo 1 e outra do grupo 2 disseram que ele ia bronzear pouco, mas haveria bronzeamento mesmo assim. Essa resposta pode evidenciar apropriação de conhecimento, já que essa informação estava presente nos textos trabalhados na aula 4. A professora perguntou se o protetor protege totalmente a pele, se não deixa nenhuma radiação passar. Ela colaborou epistemicamente ao propor outra pergunta, com objetivo de checar a apropriação do conhecimento. Grupos 1 e 2 responderam juntos que não, ele deixa passar um pouco. A integrante do grupo 2 tentou completar a resposta, explicando UVA, mas falou EVA. A colega do grupo 4 a corrigiu e a integrante do grupo 2 seguiu explicando quanto a radiação UVA e UVB penetram na pele, mas também se confundiu nessa explicação. Mais uma vez, observa-se apropriação das informações trazidas pelos textos da aula 4. Observa-se também colaboração epistêmica entre as estudantes, pois a própria colega corrigiu o termo científico, e uma contradição conceitual: o nível de domínio do conceito científico por parte da integrante do grupo 2.

Na aula 6, a professora trouxe 4 questões para reflexão sobre o teste. Essas perguntas foram baseadas nas estratégias de teste apresentadas por escrito pelos estudantes, e classificadas pela professora como novos problemas. A questão 3 (Qual

a temperatura necessária para o teste?) apresentou mais interações e será descrita a seguir. Ao apresentar a questão, a professora explicou sua origem na estratégia de teste de um grupo: *“Uma única forma de testar essa hipótese é na prática. Testando a loção hidratante fator 15, o protetor solar fator 30 e o fator 70. Porém, mesmo dessa forma, não sabemos quantos graus estava lá na praia, e tudo isso interfere.”*. De forma geral, os grupos responderam que a temperatura não era relevante, pois, durante os testes, não teriam como medi-la ou cada grupo poderia estipular uma temperatura ideal de acordo com sua concepção. A professora esclareceu que no problema a temperatura não era explicitada, mas, sim, o período. E que realizar o teste nesse período seria importante para manter as condições as mais próximas possíveis da situação analisada. Nessa interação, observa-se colaboração didático-pedagógica, pois a professora retoma um novo problema e chama a atenção dos estudantes para um dos itens do problema. Nessa interação, também, surge um novo problema, que só é percebido pela professora posteriormente, na análise do Diário de Campo: Quais seriam os critérios de cada grupo para realização do teste? Como medir a temperatura durante o teste?

Uma integrante do grupo 3 interagiu, perguntando se o teste poderia ser realizado em um dia nublado. A professora lembrou que um dos textos da aula 4 tratava dessa questão. Perguntou se alguém se lembrava do texto e poderia responder. Dois estudantes responderam que se lembravam do texto e que no momento a gente também bronzeia, portanto o teste também seria possível. A integrante do grupo 3 refez a pergunta, agora sobre dia chuvoso. A professora esclareceu que nesse caso não seria possível. Nessa interação, percebe-se a necessidade de mais informações para a elaboração da estratégia, por parte da estudante que faz as duas perguntas. A professora colabora didaticamente, chamando a atenção para uma informação analisada anteriormente e, tanto ela, quanto outros estudantes, colaboram epistemicamente ao dar novas informações.

Para as aulas 7 e 8 estava prevista a análise e discussão dos resultados dos testes. Apenas 3 grupos realizaram os testes e os demais alegaram que deixaram para última hora, pois estavam ocupados com um projeto da escola, e que nos dias anteriores havia chovido muito, o que impossibilitou a realização da atividade.

A discussão começou pelo grupo 1. Ao analisar o relatório do grupo 1, a professora encontrou três contradições conceituais que necessitaram de colaboração. Contradição 1 (erro na estratégia de teste): no problema era descrito que Bianca aplicou o protetor apenas uma vez, mas no teste o grupo aplicou duas vezes. A professora chamou atenção para a importância do planejamento de testes na prática científica; de que as hipóteses e situações imaginadas devem seguir à risca o problema a ser enfrentado. Também falou da importância do erro e de que, nesse caso, esse erro não invalidava a pesquisa já que era um exercício apenas. Contradição 2 (interferência da água salgada e da temperatura no bronzeamento): o grupo utilizou água salgada no teste. Pesquisaram qual a concentração média da água do mar e prepararam uma solução com essa concentração. Acharam importante colocar o valor da temperatura ambiente durante o teste. O grupo valorizou essas duas variáveis, registrando-as no relatório. É importante ressaltar que esse foi o primeiro grupo a realizar o teste, logo no início da sequência didática. As duas variáveis citadas por eles foram discutidas e descartadas em aulas posteriores ao teste, mas para análise e discussão dos resultados foi importante que o grupo mantivesse esses dados no relatório. Contradição 3 (outro erro na estratégia de teste): o grupo reaplicou o protetor solar após 20 minutos de exposição ao Sol. A professora argumentou que em uma situação real, ninguém utilizaria esse intervalo. Os integrantes do grupo responderam que não tinham toda a manhã disponível para a realização do teste, devido a outros afazeres do dia a dia e a professora aceitou o argumento. Por fim, o grupo tirou fotos para comparação entre a cor da pele no dia do teste e 3 dias após o teste, evidenciando que prestaram atenção na informação (fornecida pelos textos) de que o bronzeado aparece cerca de 72h depois da exposição ao Sol.

O grupo 3 foi o próximo a apresentar seus resultados. O integrante que realizou o teste contou uma história, dando ênfase a alguns pontos: aproveitou que era feriado e que ia para um clube para fazer o teste; nesse dia o sol estava muito forte; decidiu fazer o teste às 12h. Ao longo do relato, a professora colaborou epistemicamente, apontando algumas contradições conceituais. Isso levou a interações entre o grupo 3 e a professora e, também, entre a professora e os grupos 1 e 8. Contradição 1 (estratégia de teste): a situação do problema era na praia e o teste foi realizado na

piscina. Contradição 2 (erro na estratégia de teste): assim como no grupo 1, o intervalo de reaplicações do protetor foi de 20 minutos. No caso dessas duas contradições não houve discussão, apesar da professora explicitar as incoerências o grupo não respondeu, dando continuidade ao relato. Contradição 3 (tempo necessário para evidenciar o resultado): a diferença entre o hidratante e o protetor foi rapidamente percebida, em cerca de 1h após a aplicação. A professora perguntou se o grupo havia analisado a pele 3 dias após o teste, assim como o grupo 1, mas responderam que não. Nessa terceira contradição, a professora também percebeu semelhança com o teste do grupo 1. Perguntou aos dois grupos se a cor da pele se alterava tão rápido assim. Ao fazer essa pergunta a professora colaborou com o objetivo de ajudar os estudantes a desenvolverem o raciocínio científico. Os dois grupos responderam que perceberam vermelhidão na pele e a professora entendeu essa resposta como uma contradição conceitual e um novo problema: diferença entre bronzeamento e vermelhidão. Neste ponto, ela argumentou que vermelhidão não é bronzeamento e retomou a informação sobre o tempo necessário para o bronzeamento aparecer, informação presente nos textos da aula 4. Uma integrante do grupo 8 lembrou que era 72h e outra integrante do mesmo grupo perguntou por que demorava tanto. Nessa interação do grupo 8 observa-se apropriação de conhecimento e a necessidade de mais informações. Nesse momento, a professora colaborou explicando que era um mecanismo de defesa que ocorria em determinada camada da pele e que esse era o tempo necessário para o pigmento alterado chegar à camada mais externa da pele. Neste caso, a colaboração foi epistêmica, pois a professora preencheu uma lacuna no entendimento dos estudantes e sintetizou informações apresentadas e discutidas em aulas anteriores.

O último grupo a apresentar os resultados foi o grupo 7. Segundo o estudante que realizou o teste, ele foi feito no portão de sua casa e foram utilizados dois protetores com FPS diferentes (30 e 60) ao invés de uma loção hidratante com FPS e um protetor. Argumentou que não tinha a loção, mas contornou o problema com a utilização de outro produto. Nesse ponto, observa-se que a criatividade surgiu da necessidade de resolver o problema. Em pouco minutos, ele percebeu vermelhidão na pele. Tirou fotos do antes e do depois e também fez um vídeo narrando o teste. A professora perguntou se ele havia analisado a pele 3 dias depois e ele respondeu que

não. Também relatou reaplicação do produto após 20 minutos de exposição ao Sol. Ao fim do relato, a professora destacou as semelhanças entre os testes dos três grupos (tempo de reaplicação e de aparecimento da vermelhidão) e pediu para que repetissem a conclusão apontada nos relatórios (Bruna seria a mais bronzeada). É importante ressaltar que apenas o grupo 1 analisou a pele 72h após a exposição ao Sol, portanto a conclusão dos grupos 3 e 7 se baseou na vermelhidão e não no bronzeamento.

No processo de significação do problema apresentado, observou-se intensa colaboração da professora, tanto epistêmica quanto didático-pedagógica. A partir dessas colaborações, a professora ajudou os estudantes a desenvolverem o raciocínio científico e expressarem claramente suas ideias; ajudou no reconhecimento das contradições conceituais; identificou os novos problemas que surgiram e promoveu discussões sobre eles; trouxe novas informações e pontos de vista; legitimou respostas e ideias; direcionou a atenção dos estudantes para os pontos importantes; regulou comportamentos e gerenciou tensões; avaliou o entendimento de conceitos científicos e preencheu lacunas no entendimento dos estudantes. A colaboração epistêmica entre os estudantes evidenciou o envolvimento deles na atividade, os conhecimentos científicos que já tinham e os adquiridos durante a sequência didática. As necessidades da professora foram no sentido de colaboração. As necessidades que surgiram dos estudantes foram no sentido de resolver o problema, expondo vivências, solicitando mais informações e criando uma situação. A situação criada foi classificada pela professora como imaginação/criatividade, pois era a combinação de experiências anteriores com o problema didático (Sasseron e Solino, 2018). Essa combinação também foi detectada no relato do teste do grupo 7. Nesse caso, o estudante combinou experiência/conhecimento prévio com o problema apresentado para elaborar uma situação nova que levou à resolução do problema.

No entanto, observou-se que o problema estava abaixo do nível de desenvolvimento dos estudantes, pois eles encontraram a solução já na primeira aula, com base em conhecimentos que já possuíam. Observou-se também que o engajamento nas atividades foi diminuindo ao longo da sequência didática. A diminuição do engajamento pode estar relacionada ao fato do problema ser de fácil

resolução, mas também ao tamanho da sequência. Apesar da sequência ser longa, interações significativas foram detectadas em seis das oito aulas.

O problema apresentado pela professora era fechado, com apenas uma solução possível, e poderia ser considerado experimental à primeira vista (CARVALHO, 2018; SASSERON; SOLINO, 2018). Apesar de ter permitido a elaboração de hipóteses e estratégias de teste, o teste poderia ser considerado desnecessário já que a solução foi facilmente encontrada. Portanto, em segunda análise, o problema poderia ser classificado como não experimental. A construção de linguagem científica e de explicações de conceitos foi evidenciada, principalmente, nas discussões em sala de aula, mas também pôde ser percebida no relatório do teste. Destaca-se que a linguagem científica e as explicações dos conceitos ainda se encontraram em um nível básico. De acordo com os critérios elaborados por Carvalho (2018), considera-se que o problema apresentou características de um bom problema, apesar das lacunas detectadas. Embora os estudantes tenham solucionado o problema com base em conhecimentos corriqueiros, o desenvolvimento da investigação possibilitou o surgimento de novos problemas e, por meio deles, a introdução dos estudantes no universo científico.

5 CONCLUSÃO

Sobre o tema Radiação e Protetores Solares, observou-se que os estudantes possuíam conhecimentos científicos sobre o mesmo e que ele fazia parte de seu cotidiano. Dentro da abordagem investigativa, observou-se que a sequência didática permitiu que os estudantes expusessem seus conhecimentos espontâneos, tivessem ideias próprias e discutissem as ideias com a professora e com os colegas. Sobre o processo de significação do problema, conclui-se que este é complexo e depende muito das ações do(a) professor(a).

Na elaboração do problema, a relação entre o nível de desenvolvimento dos estudantes e o grau de dificuldade da atividade não foram adequados, o que pode ter impactado na significação através da imaginação/criatividade, mas também no engajamento dos estudantes. O tamanho da SEI (oito aulas) também pode ter interferido no engajamento. Na tentativa de contornar esse problema foram utilizados

diferentes tipos de atividades, como a leitura de textos, o compartilhamento de informações e a pesquisa.

Na implementação da SEI, a professora identificou novos problemas durante as aulas, mas também nos materiais apresentados pelos estudantes (esquema, pesquisa e relatório). Nesses momentos, foi muito importante destacá-los para os estudantes e ajudá-los a perceber as contradições que surgiram a partir de suas vivências e da necessidade de resolver o problema. Essas contradições levaram a discussões e a um entendimento mais aprofundado do objeto de conhecimento. A colaboração foi essencial para que todo o processo de significação acontecesse e, nesta SEI, foi possível observar colaboração não só da professora, mas dos estudantes entre si, o que demonstrou o envolvimento deles na atividade, bem como a aquisição de conhecimento, evidenciada por alguns argumentos apresentados pelos estudantes.

Ao utilizar Potenciais Problemas Significadores (PPS) como ferramenta analítica da qualidade do processo de significação, podemos dizer que a significação do problema apresentado nesta SEI foi satisfatória, já que foram evidenciados novos problemas e sua relação com as necessidades apresentadas pelos estudantes, com as ações colaborativas entre estudantes e professora, com a superação das contradições e limitações e com dois processos imaginativos. Essa ferramenta também foi útil na análise das ações da professora, como a necessidade de retomar os novos problemas e evidenciar as contradições, em diversas ocasiões e por meio do uso de diferentes estratégias; as várias colaborações; sua limitação em oportunizar o desenvolvimento da imaginação/criatividade. Também foi possível observar que novos problemas trazidos pela professora (Como ocorre o bronzeamento; diferença entre bronzeamento e vermelhidão; como o protetor solar funciona; como calcular o FPS) contribuíram produtivamente para a reflexão sobre o problema apresentado. Destaca-se que a possibilidade de utilizar os PPS como ferramenta pedagógica não foi explorada, o que permitiria uma nova análise dessa SEI, bem como novos estudos baseados nos PPS.

REFERÊNCIAS

CAPECCHI, M. C. V. de M. Problematização no ensino de ciências. *In: CARVALHO, A. M. P de et al. (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 2, p. 21-39.

CARVALHO, A. M. P de. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In: CARVALHO, A. M. P de et al. (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 1, p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, Dez. 2018. DOI 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 20 nov. 2021.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. *In: PIETROCOLA, M. (org.). Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.* Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. *apud* CAPECCHI, M. C. V. de M. Problematização no ensino de ciências. *In: CARVALHO, A. M. P de et al. (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 2, p. 21-39.

GUIRRO, E.; GUIRRO, R. **Fisioterapia Dermato-Funcional.** 3 ed. Rio de Janeiro: Manole, 2002. *apud* OLIVEIRA, P. K. *et al.* Análise da composição bioquímica da pele por espectroscopia Raman. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, v. 28, n. 3, p. 278-287, Set. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeb/a/cmhhfBNb6tDzwFMdBxpxVKc/>. Acesso em: 25 set. 2022.

SASSERON, L.H.; SOLINO, A. P. Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 104-129, Ago. 2018. DOI 10.22600/1518-8795.ienci2018v23n2p104. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/995>. Acesso em: 20 nov. 2021.

SOLINO, A. P. S. **Potenciais Problemas Significadores em aulas investigativas: contribuições da perspectiva histórico-cultural.** 2017. 220 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-14072017-171353/publico/ANA_PAULA_SOLINO_BASTOS.pdf. Acesso em: 28 jan. 2022.

SOLINO, A.P.; SASSERON, L. H. A significação do problema didático a partir de Potenciais Problemas Significadores: análise de uma aula investigativa. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 569-587, jul./set. 2019. DOI 10.1590/1516-

731320190030015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/PsddpkFbVDcgSZVRSMjhrCv/?lang=pt>. Acesso em:
16 out. 2022.