

Contribuições da fotografia científica observatória (FoCO) para o ensino por investigação

RESUMO

Maria das Graças Cleophas

maria.porto@unila.edu.br
[0000-0002-5611-2437](https://orcid.org/0000-0002-5611-2437)

Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

Marcia Borin da Cunha

borin.unioeste@gmail.com
[0000-0002-3953-5198](https://orcid.org/0000-0002-3953-5198)

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná, Brasil.

O presente artigo propõe um Modelo Aplicacional de Ensino por Investigação (MAEI) em aulas de ciências, em especial, de Química, usando a Fotografia Científica Observatória (FoCO) como ferramenta de apoio para as atividades investigativas. Portanto, o objetivo deste estudo consistiu em compreender os possíveis efeitos do modelo proposto diante da aprendizagem dos alunos. O modelo foi apresentado a 24 alunos em formação inicial. E, logo após a conclusão da atividade investigativa, foi aplicado um questionário semiestruturado. O conjunto de dados coletados foi analisado com apoio do software NVivo11. Os resultados nos demonstraram que a atividade contribuiu para que os alunos ampliassem formas de ler o mundo cientificamente, que o modelo demonstrou potencial para a promoção de aprendizagem ativa, e que a FoCO facilitou o processo de compreensão cognitiva sobre o problema investigado nesta pesquisa, entre outros resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Atividades Investigativas. Fotografia. Aprendizagem ativa. Educação Científica. Modelo.

INTRODUÇÃO

As formas como ensinamos as ciências da natureza apresentam influência direta na maneira como os alunos desenvolvem sua compreensão sobre ela. Por isso, se faz amplamente necessário repensar sobre as metodologias e estratégias que são empregadas no processo de ensino e aprendizagem dessa área de conhecimento. Esse repensar deve ser contínuo, atemporal e, sobretudo, capaz de romper paradigmas, pois precisamos construir um ensino de Ciências que apresente significado para a vida dos nossos alunos. Não basta apenas que os alunos aprendam sobre as inúmeras teorias, gráficos, fórmulas, postulados, etc., é preciso que eles saibam aplicá-las de modo a ler o mundo cientificamente. É notório que o nosso ensino de ciências possui lacunas que precisam ser sanadas, pois ainda nos deparamos com o “fantasma” do analfabetismo científico em pleno século XXI.

É visível a forte ligação entre as Tecnologias Digitais Móveis (TDM) e os jovens, porém, a relação dos alunos com a ciência que é ensinada nas escolas não é tão evidenciada na leitura que eles fazem sobre os problemas que estão atrelados à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, isto evidencia uma relação paradoxal entre o aumento cada vez mais crescente da apreensão dos domínios tecnológicos pelos jovens e a baixa capacidade cognitiva de interligar a ciência vista no ambiente educacional com o cotidiano. No entanto, sabemos que ensinar ciências envolve também apresentar conteúdos abstratos e, muitas vezes sem sentido para a realidade cotidiana dos discentes, porém, estes conteúdos também são importantes para formar sujeitos alfabetizados cientificamente, pois ampliam perspectivas sobre o papel da Educação Científica.

Neste artigo, defendemos a ideia da necessidade de (re)elaborar ou (re)adaptar estratégias de ensino. Por trás dessa idealização, incorporamos em nosso discurso que é indispensável que os professores (tanto em formação inicial, quanto em formação continuada) saibam elaborar atividades que inovem suas maneiras de ensinar ciências. Deste modo, abraçaremos as considerações de Sá, Lima e Aguiar Jr. (2011), tecidas sobre o trabalho de Munford e Lima (2007), pois os autores rechaçam a visão limitatória e largamente empregada sobre o Ensino por Investigação, quando o atrelam apenas às atividades experimentais, exibindo assim, um caráter reducionista sobre seu potencial aplicacional. Ainda, para esses autores, “[...] construir um problema, aplicar e avaliar teorias científicas, propiciar a obtenção e a avaliação de evidências, valorizar o debate e argumentação, permitir múltiplas interpretações. Não existe “o exemplo” por excelência” (p. 99). Nessa linha de raciocínio, Sasseron (2015, p. 58) fortalece os argumentos expostos, pois para a autora, “[...] ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos”.

Resguardando esse universo plural do Ensino por Investigação que este artigo se ergue. Nossa proposta visa sugerir um Modelo Aplicacional de Ensino por Investigação (MAEI) que faça uso da Fotografia Científica Observatória (FoCO), tendo como aporte as Tecnologias Digitais Móveis (TDM), além de apoiar-se nos recursos da web 2.0. A FoCO será usada como ferramenta de ensino auxiliar numa atividade investigativa, seja ela experimental ou não, visando assim, desencadear percepções, estímulos e respostas para a apreensão

de conceitos químicos. Para Sanmartí (2007), se aprende ciências aprendendo a falar, a ler e a escrever sobre ela. E por que não acreditar que também se aprende ciências fotografando, registrando imagens que podem dar indícios do desenvolvimento de habilidades cognitivas? Já que, se o aluno consegue expor em uma fotografia o que aprendeu, conseqüentemente, ele estará ampliando modos de ler o mundo cientificamente e isto acarretará benefícios em sua argumentação, uma vez que ele terá que explicar com base na ciência a sua percepção registrada sobre um determinado tema.

Por fim, visando compreender os possíveis efeitos do MAEI frente à aprendizagem dos alunos, desenvolvemos uma atividade para uma turma de professores em formação inicial, usando o tema reações químicas como problema investigativo. Após analisarmos os dados coletados no final da atividade investigativa, responderemos as seguintes questões de investigação: *Qual a importância da Fotografia Científica Observatória (FoCO) como ferramenta de apoio ao Ensino por Investigação? A atividade contribuiu para que os alunos ampliassem a forma de ler o mundo cientificamente? O modelo proposto auxiliou a aprendizagem dos alunos? A FoCO facilitou o processo de compreensão cognitiva sobre o problema investigado? A atividade contribuiu para promover aprendizagem ativa?*

ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NUMA PERSPECTIVA (RE)NOVADORA: ELEMENTOS QUE AFUNILAM EM UMA APRENDIZAGEM ATIVA

A complexidade, muitas vezes, não está centrada na forma como os professores explicam conceitos e teorias, mas sim, na ausência de estratégias didático-metodológicas que possam instigar e incentivar que os alunos entendam a ciência presente em seu cotidiano. Adicionalmente, o ensino de ciências atual, de modo geral, não fornece condições suficientes para que os alunos possam ler o mundo cientificamente, ou seja, ele não consegue relacionar os conhecimentos científicos adquiridos na escola com o seu cotidiano, gerando assim, apatia e, sobretudo, um processo de disjunção do seu aprendizado. Na prática, segundo Trivelato e Tonidandel (2015), a “[...] educação científica deve permitir que o cidadão analise situações cotidianas, compreenda problemas e desafios socioeconômicos e ambientais e tome decisões considerando conhecimentos técnico-científicos” (p. 99). Notadamente, na atualidade, percebe-se que precisamos aplicar, ou desenvolver, ou ainda, repaginar estratégias de ensino já reconhecidas pela comunidade educadora, visando assim, atingir de modo exitoso o preconizado pelas autoras supracitadas.

Dando continuidade no fortalecimento dos argumentos já expostos, Silva e Amaral (2017) alegam que a aprendizagem de novos conceitos tende a possibilitar aos alunos um novo modo de compreender e falar sobre o mundo. Essa leitura do mundo, passa, seguramente, pela aquisição de um “[...] conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” (CHASSOT, 2000, p. 34). Tal conjunto, nada mais é que a própria alfabetização científica. O ensino de Ciências por investigação oferece objetivos educacionais recomendados para fomentar a alfabetização científica, ou seja, instruir os conceitos, ensinar sobre a natureza do conhecimento científico e desenvolver a argumentação (SUZUKI, 2016). Na realidade, podemos afirmar que o Ensino por Investigação é inerente ao processo de alfabetização

científica. Sem embargo, um Ensino por Investigação que de fato promova uma alfabetização científica, requer do professor a proposição de situações que sejam capazes de “[...] obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações, de forma que o aluno compreenda não apenas os conceitos, mas, a diferente forma de pensar e falar sobre o mundo por meio da ciência” (FRANCISCO JUNIOR; FERREIRA; HARTWIG, 2008, p. 34).

Comenta-se, com certa frequência, que o ensino por investigação também requer pensamento criativo para resolver problemas, tomar decisões e elaborar estratégias para responder os desafios impostos. Neste seguimento, Thompson (2017) defende que as atividades investigativas devem incluir o pensamento criativo a fim de elaborar diferentes táticas para resolver um dado problema. Igualmente, Pietrocola (2004) traz à tona a questão da imaginação e da curiosidade perante as atividades investigativas. Para ele,

As atividades científicas tornam-se interessantes e instigadoras quando são capazes de exercitar nossa curiosidade. Por meio da imaginação, o pensamento passa a apreender o desconhecido buscando uma explicação para os enigmas. A curiosidade serve de fio condutor para as atividades, que de outra forma passariam a ser burocráticas e exercidas com o propósito de cumprir obrigações (p. 130).

Vale ainda destacar o aspecto motivacional promovido pelo ensino por investigação. Hwanget al. (2013), perceberam, em suas pesquisas, que as atividades investigativas são desafiadoras para os alunos e isto contribui com a motivação intrínseca e extrínseca. Assim, podemos considerar que um processo investigativo manifesta tanto fatores racionais como motivacionais (SOLÍS-ESPALLARGAS; COLOMAR; GARCÍA, 2015). De acordo com Clementet al. (2015, p. 123) o aspecto investigativo existente no ensino por investigação “[...] tem potencial para despertar nos alunos interesse e maior engajamento no processo de construção de seus conhecimentos; culminando em maior qualidade motivacional (motivação autônoma)”. O que, sem dúvida, contribui para aquisição de conhecimentos, uma vez que, favorece, simultaneamente, a oportunidade de construir uma alfabetização científica efetiva.

Em relação à Aprendizagem Ativa (AA), percebemos que o Ensino por Investigação possui em seu bojo, vários atributos que coadunam com Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA), pois, a MAA também defende um enfoque construtivista da aprendizagem; possui uma abordagem problematizadora, visa a promoção do pensamento crítico, da reflexão, contém desafios cognitivos e motivadores, faz uso dos conhecimentos prévios dos alunos, promove a autonomia e a investigação, etc. Segundo Michael (2006), a Metodologia Ativa é tida como um processo que coloca o aluno no cerne de sua execução, pois eles precisam desenvolver atividades que necessitam de reflexão, da construção de ideias e de táticas de como aplicá-las durante a resolução de problemas. Em 1998, Carvalho, Vannucchi e Barros defendiam a importância de “Criar alunos autônomos e que saibam pensar, tomar as próprias decisões e estudar sozinhos, é uma das metas do ensino” (p. 29). É notável que a afirmação acima possui uma dialogicidade direta com os eixos norteadores de uma MAA.

Diante do exposto, acreditamos que o Ensino por Investigação realmente se aproxima das características de uma MAA, pois possui alguns elementos que levam a promover aprendizagens ativas aos alunos. Assim, perscrutando a

conexão entre o Ensino por Investigação e a MAA, compreendemos que o Ensino por Investigação também pode ser considerado como uma Metodologia de Aprendizagem Ativa. Esta inferência ajuda a considerar que tal como no Ensino por Investigação, a MAA requer que a estratégia utilizada seja bem aplicada e cuidadosamente pensada pelo professor/facilitador/mediador, objetivando assim, que os alunos tenham um bom desenvolvimento perante a sua aprendizagem (FARIAS; MARTIN; CRISTO, 2014). Para fortalecer tal afirmação elaboramos a Quadro 1, que apresenta alguns predicados que denotam similitudes entre o Ensino por Investigação e a AA.

Quadro 1 – Comparativo entre algumas características do Ensino por Investigação e da Aprendizagem Ativa

Ensino por Investigação (Características)	Aprendizagem Ativa (Características) Baseadas e adaptadas do estudo de Bonnell e Eison (1991)
<ul style="list-style-type: none"> - Promove o envolvimento dos alunos em questões científicas. - Favorecem habilidades que permitem ao aluno julgar a dificuldade do problema investigativo, detectar se eles entenderam o problema, permite saber quando utilizar estratégias alternativas para entender o conteúdo da investigação e saber como avaliar sua progressão na aquisição de conhecimento (BRUNING; SHRAW; RONNING, 1995). - Os alunos usam pensamento lógico e crítico para resolver problemas; - Promove o questionamento e o envolvimento ativo dos alunos na atividade investigativa. - Envolve processos de exploração dos materiais e do mundo natural (ASH; KLEIN, 2000). 	<ul style="list-style-type: none"> - Os alunos ficam mais envolvidos quando existe algo mais do que só ouvir. - Coloca-se menos ênfase em transmissão de informações, e mais no desenvolvimento das habilidades dos alunos. - Os alunos se envolvem em pensamento de nível superior (análise, síntese, avaliação). - Os alunos se engajam em atividades. - Coloca-se maior ênfase na exploração que os alunos fazem de suas próprias atitudes e de seus próprios valores.

Fonte: Autores (2019).

FOTOGRAFIA CIENTÍFICA OBSERVATÓRIA (FoCO) E O ENSINO DE QUÍMICA: UMA FERRAMENTA DIDÁTICA AO ALCANCE DE PROFESSORES E ALUNOS

Indubitavelmente, estamos vivenciando novos tempos e com isso, algumas transformações são necessárias para promover uma educação científica realmente condizente às exigências vislumbradas para o século XXI. Uma dessas transformações, seguramente, pode ser discutida em termos de letramentos necessários para ler o mundo ao nosso redor. Atualmente, existem vários tipos, a citar como exemplo, o letramento tradicional, letramento científico, letramento visual, letramento tecnológico, letramento digital, letramento multicultural, enfim, múltiplos letramentos. Acreditamos que o uso da fotografia vai ao encontro de alguns letramentos importantes que servem para auxiliar a aprendizagem e, sobretudo, formas de ler o nosso cotidiano de modo a auxiliar a construção de diferentes conhecimentos, tais como, o letramento científico,

digital, tecnológico e visual. Entendemos, que “ler é um processo ativo, construtivo de produção de sentido” (COIRO; DOBLER, 2007, p. 217)

O forte apelo da fotografia está centrado em unificar o letramento científico, tecnológico, digital e visual em prol de melhorias do processo de investigação científica, com o intuito de ajudar alunos e professores no desafio de fazer, aprender e compreender a ciências e os seus efeitos sumariamente fincados em nossas vidas. É cada vez mais comum a presença das tecnologias digitais nas mãos dos nossos alunos, demonstrando que eles estão conectados com essas novas tecnologias quase de modo ininterrupto, pois elas permitem que criem e compartilhem informações distintas, em especial, a visual (DOUCET, 2014). Assim, é perceptível compreender que a FoCO é inerente aos letramentos tecnológicos, digitais e visuais e sua inserção nas aulas de Ciência/Química demonstra potencial para auxiliar ou construir conhecimentos, desde que seja uma atividade motivadora e orientada.

Ainda sobre a fotografia no ensino de ciências, ela vem sendo utilizada como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem (SANTOS et al., 2014). Para Carrascosa et al. (2008), a fotografia também é considerada uma ferramenta didática que pode apoiar a transformação das práticas educativas utilizadas na educação científica. Contudo, Andrade (2014) alerta que para construir uma atitude científica e de investigação por parte dos estudantes é necessária também uma mudança na atitude dos professores. Ou seja, a inserção da fotografia como ferramenta assistencial nos diferentes tipos de investigações existentes no ensino de Ciências requer orientação por parte do professor e apoio dos alunos para inserir a fotografia no contexto educacional.

Há muitas relações interessantes entre a fotografia e o Ensino por Investigação. Segundo Abell e McDonald (2006), esse tipo de ensino envolve os alunos no fazer, falar, pensar e escrever sobre ciências. Aqui, destacamos a importância da inserção da fotografia como ferramenta didática como aporte para o Ensino por Investigação, uma vez que a fotografia também contribui com o pensar, falar, escrever e no atribuir de significados pelo que é capturado pela fotografia, pois ao entender um conceito, o aluno é capaz de registrá-lo visualmente, demonstrando assim, que sua percepção visual está diretamente atrelada ao processamento cognitivo sobre o fenômeno em questão. Tal explanação corrobora com Carlino (2005, citado por GRILLI; LAXARGUE; BARBOZA, 2015), pois segundo ele, se aprende ciências lendo e escrevendo sobre ela, e de maneira análoga, se aprende ciência também observando imagens e realizando-as, ou seja, ao obtê-la, há chances de ocorrer um processo de ‘materialização’ sobre o que foi cognitivamente apreendido pelo sujeito/aluno.

Ademais, de acordo com as autoras Faria e Cunha (2016) “[...] no ensino da área de Ciências, é importante que o professor conduza seus estudantes para a observação de fatos e a identificação de problemas que levem à formulação de hipóteses, chegando, assim, às próprias conclusões” (p. 58). Na citação acima, há evidências que contribuem com o entendimento que a fotografia é uma ferramenta facilitadora para aquisição de saberes científicos e que apresenta potencial para contribuir com o Ensino por Investigação, pois ela pode acompanhar diferentes etapas desse processo, desde a exploração de possíveis estratégias para resolver o problema, no auxiliar no entendimento da análise dos dados, entre outras etapas. Assim, as imagens obtidas no processo de investigação dão subsídios para a resolução do problema e ainda, contribui para

que o aluno, por meio da sistematização do seu registro sobre o fenômeno, tenha condições de expressar a sua compreensão (ANDRADE, 2014). Além disso, Gonzalez, Rocha e Rego (2017) afirmam que “[...] a fotografia é uma ferramenta eficaz para trazer informações e novos olhares para a realidade do meio em que se vive” (p. 8), o que denota uma forma de aproximação do cotidiano com o entendimento científico.

Além dessas discussões, podemos ainda ressaltar o papel ativo que a fotografia pode fomentar nos alunos em relação a sua aprendizagem (FARIA; CUNHA, 2016). De tal modo, podemos ampliar o enlace, já observado anteriormente, retomando as ideias sobre as benesses do Ensino por Investigação para a promoção de uma aprendizagem ativa. Portanto, a fotografia corrobora ainda mais com tal aproximação, pois ela pode também colocar o aluno no cerne de sua aprendizagem. Porque, conforme Keeley (2015), o uso de imagens no Ensino por Investigação, ajuda o aluno durante o ato investigativo, a refletir sobre a sua aprendizagem, estimular discussões entre os alunos, explorar novas direções na investigação e ponderar seus pensamentos em relação ao momento em que a fotografia é registrada.

Em linha com essa discussão, é relevante propor uma definição para a Fotografia Científica Observatória (FoCO). Assim, a FoCO pode ser considerada uma ferramenta didática que tem o intuito de registrar, amadoramente, situações do cotidiano, investigativa ou de uma atividade experimental, atrelados às ciências naturais (Química, Física, Biologia, etc.), seja em espaços não formal, informal e formal de educação, e que a imagem capturada seja capaz de expressar entendimentos científicos sobre o fenômeno de estudo. É, sobretudo, um meio de registro ambiental de qualquer natureza e de fenômenos químicos e físicos observáveis dentro e fora de laboratórios. Ela deve ser realizada com apoio de dispositivos móveis, tal como, *smartphones*, *tablet*, etc.

A fotografia deverá ter como meta representar significações científicas que não precisem ser verbalizadas¹, ou seja, a fotografia deverá explicitar, iconograficamente, um fenômeno ou situação que tenha relação intrínseca com elementos teórico-científicos sobre um determinado tema ou assunto. Nesse sentido, a fotografia tem um papel de externar o conhecimento do indivíduo e, sua análise pelo professor, se torna um instrumento de regulação pedagógica. Assim, a priori, a FoCO deve explicitar o entendimento científico do aluno por meio da imagem capturada. O processo argumentativo surge após o procedimento de captura e compartilhamento dos registros fotográficos com os demais participantes do grupo.

É importante frisar que a FoCO pode também está alinhada com as etapas que compõem as Sequências Didáticas Investigativas (SEIs), proposta por Carvalho (2013). De um modo resumido, as etapas são: Problema: uma pergunta simples, objetiva, que possa desencadear ações nos estudantes; Solução do Problema: discussões em pequenos e grandes grupos; Reflexões: sobre as relações de causa e efeito e relações de contextualização do problema relacionando-o com o cotidiano; Registro: compilação das etapas anteriores que serviram para elucidar o problema e seu registro por meio de texto e/ou desenho. Assim, percebemos o caráter somativo que a FoCO pode agregar as SEIs, pois ela não apenas poderá ser um elemento adicional à etapa de registro, como também, proporcionar reflexões e, sobretudo, contribuir para a resolução do problema.

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO APLICACIONAL DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO (MAEI) EM AULAS USANDO A FoCO COM APOIO DA WEB 2.0 E TECNOLOGIAS DIGITAIS MÓVEIS

É adequado destacar que neste artigo, optamos por dar ênfase ao uso das Tecnologias Digitais Móveis (TDM) como suporte para uma atividade pedagógica investigativa usando a FoCO. É preciso inserir as TDM no ambiente educacional de modo planejado e que elas tenham propósito explícito para o aluno, demonstrando a sua utilidade como ferramenta útil para auxiliar a sua aprendizagem. Entretanto, a nossa educação científica ainda explora de modo ineficaz as TDM. Desse modo, é fundamental que criemos espaços educativos que sejam atrativos para os alunos, pois os jovens hoje “[...] atuam, pensam e aprendem de forma diferente” (MOURA, 2009, p. 60). Essa diferença se torna um elemento desafiador para a práxis docente, pois é preciso aperfeiçoar, constantemente, os métodos escolhidos para promover o processo de ensino e aprendizagem das ciências naturais, buscando assim, propor estratégias e modelos que aperfeiçoem ou contribuam com a melhoria da aprendizagem dos alunos sobre ciências.

Na literatura, encontramos vários modelos de como inserir atividades investigativas em sala de aula, a citar: o Modelo Teórico dos 5E’s (BYBEE, 1997); O modelo de cinco fases investigativas (MAGNUSSON; PALINCSAR; TEMPLIN, 2006); O modelo cíclico (CARLSON; HUMPHREY; REINHARDT, 2003), entre outros. O modelo aplicativo de Ensino por Investigação que será descrito a seguir, foi elaborado, tomando como base, algumas características do Ensino por Investigação já anteriormente observada no decorrer do texto. No entanto, ele mantém o foco no professor, sendo ele o proponente, mediador e facilitador de todo o processo. Diante disso, agregamos em nosso trabalho, as contribuições de Sasseron acerca do papel docente, pois, para a autora o “[...] ensino por investigação, na perspectiva de uma abordagem didática [...] caracteriza-se por ser uma atividade colocada em prática pelo professor (SASSERON, 2015, p. 64).

O modelo proposto visa incorporar às TDM, elementos da web 2.0, redes sociais, etc. No entanto, ele permite flexibilidade durante o processo de inserção dos elementos atrelados à tecnologia, bem como diferentes tipos de recursos tecnológicos disponíveis que podem ser usados para desenvolver uma atividade investigativa, porém, neste modelo, é obrigatório a presença das TDM e da ferramenta FoCO. Alertamos que é fundamental a execução das etapas em sequenciamento, conforme sugerido na Figura 1, para que sejam atingidos os objetivos de aprendizagem.

Figura 1 –Modelo aplicativo de Ensino por Investigação (MAEI) em aulas usando a FoCO com apoio da web 2.0 e Tecnologias Digitais Móveis



Fonte: Autoras (2019).

As explicações das etapas do modelo proposto acima estão dispostas na Quadro2. Cabe assinalar que algumas etapas, especialmente aquelas relacionadas ao uso das TDM e seus inúmeros aplicativos, podem sofrer variações de usabilidade, a depender da qualidade de acesso à internet pelos alunos e se eles possuem dispositivos móveis. A ideia é evitar, a todo custo, a “divisão digital” (DUDENEY; HOCKLY; PEGRUM, 2016, p. 156).

Quadro 2 - Etapas explicativas do MAEI em aulas usando a FoCO com apoio da web 2.0 e Tecnologias Digitais Móveis

Etapas	Domínio da etapa	Características explicativas de cada etapa
1	Definição de um tema científico (problema)	Cabe ao docente propor um problema científico existente na organização curricular que oportunize aos alunos condições de adquirir saberes relativos ao problema de modo motivador, desafiante e que proporcione um pensamento crítico, de preferência, numa perspectiva interdisciplinar e integradora com o enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Nesta etapa, o docente deverá explicitar todas as regras necessárias para realizar a atividade.
2	Exploração e reflexão	Nesta etapa, o docente orientará o aluno durante o processo de exploração e reflexão sobre a atividade investigativa, que poderá ser experimental, aberta ou fechada. Os alunos deverão expor seus conhecimentos prévios sobre o tema. Criar estratégias para solucionar os problemas de modo ativo, tomar decisões, traçar metas para atingir os resultados, elaborar hipóteses, anotar suas observações, etc.
3	Registro do fenômeno científico	Após a planificação sobre as estratégias que deverão ser seguidas para responder às questões atreladas ao problema proposto, o aluno deverá usar a FoCO como ferramenta para levantar dados visuais acerca do problema, ele deverá, por meio da FoCO, registrar uma imagem que represente aspectos que denotem a construção do seu conhecimento sobre o problema investigado. A FoCO precisa apresentar indícios que está ocorrendo aprendizagens, pois as imagens capturadas poderão demonstrar aspectos relacionados à compreensão do conteúdo. Cabe destacar que para obtenção de um registro exitoso sobre o fenômeno estudado é muito importante a mediação do professor no desenvolvimento do processo de aprendizado do aluno.
4	Autonomia Explicativa	O aluno, nesta etapa, após o registro da FoCO, deverá, de modo autônomo, apresentar condições para explicar o fenômeno científico capturado nas imagens por meio dos

		<p>resultados já levantados. É o momento de analisar os dados e confrontar os resultados obtidos com as suas concepções alternativas de modo que elas percam espaço e abram caminhos para a construção de conhecimentos científicos. A FoCO apresenta potencial para ajudar alunos a trocarem suas concepções alternativas por saberes científicos, por meio do conflito entre a resposta visual fornecida pela fotografia em contraste com as hipóteses e ideias iniciais acerca do problema. Esta etapa favorece a argumentação e faz emergir novas percepções sobre o fenômeno estudado.</p>
5	Compartilhamento e divulgação dos registros obtidos na investigação	<p>Nessa etapa, o professor deve favorecer o compartilhamento das diferentes concepções dos alunos. É o momento de promover debates, defender pontos de vistas, usar a criticidade para analisar as imagens de modo coletivo, favorecer a construção do conhecimento científico em grupo sobre o problema, etc. Nesta etapa é bastante pertinente e aconselhável que se faça uso das redes sociais para divulgar as imagens do grupo. O professor poderá criar (ou sugerir a criação) de uma página no <i>facebook</i> para que seus alunos postem as FoCO, solicitar que o aluno compartilhe suas imagens no <i>instagram</i> e que os demais alunos façam comentários, ou ainda, usem uma <i>hashtag</i> para a atividade e incentive a postagem as FoCO no <i>Twitter</i> acompanhada de uma pequena explicação científica sobre a imagem. Também é possível criar e usar um mural virtual (como exemplo, o <i>padlet</i>²) que permita aos alunos expressarem as suas concepções sobre as FoCO produzidas. O uso e o tipo utilizado das TDM e de outras tecnologias podem variar de acordo com a disponibilidade ou criatividade do professor e até mesmo, por sugestão da própria turma.</p>
6	Avaliação e autoavaliação	<p>A avaliação é um elemento integrador e regulador do modelo aplicativo proposto. Todas as etapas citadas fornecem subsídios para que o professor possa avaliar os alunos. A avaliação deverá ser holística, ou seja, verificar como cada etapa pode ter contribuído para a aprendizagem dos alunos. Logo, a avaliação nesta etapa é considerada formativa, pois visa, sobretudo, a aprendizagem dos alunos. Assim, é possível, por meio da avaliação contínua, que o professor faça ajustes em alguma etapa. O professor deve fornecer <i>feedbacks</i> sobre o desempenho dos alunos, dando chance para eles avancem na atividade de modo correto, percorrendo deste modo, um caminho que o levará a obter aprendizagens. No que condiz ao</p>

		processo autoavaliativo, ele deverá ser dual, ou seja, tanto o professor deverá autoavaliar-se em relação ao modelo aplicado, como conduzir situações para que os alunos possam fazer uma autoavaliação sobre o seu papel desempenhado na atividade investigativa proposta.
--	--	---

Fonte: Autoras (2019).

No caso do modelo aqui proposto (MAEI), o registro fotográfico não é a etapa final do processo, pois será com a utilização de fotografias e seu compartilhamento no grupo que se processará a condução da investigação, desde a observação, reflexões, discussão e compilação dos resultados. Será, portanto, por meio da fotografia que os estudantes poderão acompanhar o processo investigativo, teste de hipóteses, bem como o seu registro final.

Entretanto, é importante salientar que o modelo sugerido possui limitações, ou seja, é evidente que certos fenômenos não poderão ser registrados. Porém, ele pode contribuir com alguns níveis de representação do conhecimento químico (JOHNSTONE, 2009), tais como os níveis macro e tangível e parte do nível representacional (simbólico).

METODOLOGIA

Este estudo é de caráter qualitativo-descritivo, baseado em um estudo de caso (YIN, 2014). A investigação qualitativa é multimetodológica, o que a torna propícia ao uso de diferentes métodos de triangulação, refletindo assim, aspectos intencionais do pesquisador em garantir a compreensão do fenômeno sobre o objeto de estudo definido (FLICK, 2004; LINCOLN, 2012). A coleta de dados foi realizada por meio de um questionário semiestruturado (FLICK, 2007) após a finalização da aplicação do modelo de Ensino por Investigação proposto.

Com intuito de analisar o processo de interação dos participantes desta pesquisa (discentes em formação inicial) com o modelo proposto e os seus resultados, foi atribuído o enfoque da Teoria Fundamentada (*Grounded Theory*) sobre os dados coletados com foco em uma abordagem situada em uma pesquisa interpretativa (CASSIANI; CALIRI; PELÁ, 1996). Logo, para se chegar a uma interpretação sobre o fenômeno aqui analisado é necessário “[...] partir de uma sistemática observação, comparação, classificação e análise de similaridades e dissimilaridades” (FRAGOSO; RECUERO; AMARAL, 2011, p. 83). O processo metodológico foi estruturado em torno das seguintes fases:

Determinação dos objetivos, questão de investigação e metodologia aplicada ao estudo;

Elaboração de um questionário semiestruturado, contendo questões abertas, fechadas e com escala ordinal (do tipo Likert);

Estabelecimento dos critérios de seleção dos participantes;

Aplicação do questionário em meio eletrônico, usando o *googleforms*;

5) Os dados coletados foram analisados com o uso do software NVivo 11, que permite, entre outros benefícios, atribuir unidades de significado por casos,

frequência de palavras, campos semânticos (categorias de análise), árvores de palavras, nós em *clusters* e gráficos de similaridade, etc.

Participantes:

Participaram desta pesquisa 24 discentes em formação inicial em Ciências da Natureza de uma universidade pública da região sul do Brasil. Do total dos participantes, 41,7% (10) pertenciam ao gênero masculino e 58,3% (14) ao gênero feminino. Todos os discentes possuíam acesso à internet (em casa e/ou na universidade) e dispositivos móveis com câmera acoplada. Os participantes eram cursistas de uma disciplina denominada “Elementos de Química” e pertenciam a diferentes nacionalidades (brasileira, paraguaia e colombiana).

O questionário:

O questionário elaborado continha 02 questões fechadas (dicotômicas), 11 questões do tipo Likert (escala ordinal sem ponto neutro) e 03 questões abertas (com objetivo de obter informações mais detalhadas, preservando assim, a subjetividade e liberdade da resposta do sujeito). A decisão da retirada do ponto neutro da escala foi dada, tomando como base, o trabalho de Garland (1991), no qual interpretou que o ponto neutro possibilita ao respondente condição de anular a questão. Ou seja, a existência do ponto neutro favorece que o respondente se desvie da questão, caindo assim, numa zona de conforto, pois ele evita realizar uma reflexão sobre o questionamento. Neste sentido, acatamos a recomendação de Lucian e Dornelas (2015), pois para os autores, a decisão por manter ou retirar o neutro deve ser tomada de acordo com a necessidade do pesquisador, ou seja, neste caso, não consideramos importante a sua inserção na escala construída.

Coleta e análise de dados:

Conforme já mencionado, foi aplicado, individualmente, um questionário semiestruturado, permitindo assim, liberdade dos respondentes frente às questões levantadas. Com este tipo de questionário, é possível obter respostas atribuídas com maior processo de reflexão, pois os discentes estavam à vontade para respondê-lo e, de acordo com a Teoria Fundamentada (MILLS; BONNER; FRANCIS, 2006) permite acessar, reconstruir e produzir conhecimento que ajuda a entender e interpretar a realidade educacional, sendo, portanto, uma teoria poderosa para entrar no mundo da identidade, dos significados das chaves diárias presentes nos processos de ensino e aprendizagem e no conhecimento prático (HERMOSO; FERRA; DOMINGO, 2013). Com o questionário, os discentes precisavam posicionar-se sobre uma série de questões atreladas ao modelo aplicativo de Ensino por Investigação proposto neste trabalho (Figura 1).

Os dados coletados foram analisados à luz do potencial do NVivo 11, pois consiste de software de análise qualitativa que possibilita a organização e a análise de informações recompiladas. Com o NVivo é possível identificar os aspectos mais relevantes de uma pesquisa, colocando em segundo plano os de menor importância. Assim, permite ao investigador apresentar as formas léxicas das respostas atribuídas pelos sujeitos, facilita o processo de análise das estruturas e associações semânticas que são estabelecidas entre as palavras, permitindo, desse modo, uma visão completa sobre o projeto analisado e, sobretudo, aclarar as relações que são estabelecidas entre os aspectos denotados e analisados na pesquisa (HERMOSO et al., 2013).

Proposta Investigativa usando o modelo aplicacional de Ensino por Investigação

O modelo proposto pode ser aplicado de diferentes formas dentro do contexto de ensino. No entanto, é importante que ele apresente um problema, de preferência contextualizado, e que permita aos alunos condições para pensar nas formas de como resolvê-lo por meio das observações sobre as variáveis do fenômeno científico posto (CARVALHO, 2013). Neste artigo, adaptamos o modelo aplicacional de Ensino por Investigação em uma atividade não experimental, porém, não menos investigativa. Assim, o desenho metodológico, seguindo o modelo aplicacional proposto, foi adequado para a atividade investigada nesta pesquisa. O Quadro 3 exibe as informações sobre a atividade investigativa desenvolvida, seguindo o modelo proposto (Quadro 3). Optamos por uma atividade que mesclou etapas realizadas individualmente e em coletivo.

Quadro 3 - Detalhamento sobre a atividade pedagógica desenvolvida

Etapas	Domínio da etapa	Participação na atividade (individual, coletiva ou com intervenção do professor)	Aplicação utilizada nesta pesquisa
1	Definição de um tema científico (problema)	Intervenção do professor	Tema: reações químicas. Declaração do problema e suas regras para execução: Registrar e explicar e escrever o equacionamento químico de um fenômeno existente no cotidiano. Como regra geral, foi definido que cada aluno faria uma FoCO original e que não poderia ser retirada da internet.
2	Exploração e reflexão	Individual e parte coletiva	Os alunos tiveram, inicialmente, contato com o conteúdo sobre reações químicas e, após isso, os alunos expuseram seus conhecimentos prévios sobre alguns fenômenos químicos que poderiam ser registrados fotograficamente. Houveram discussões coletivas em sala de aula sobre as dificuldades de realizar a atividade e sobre o tema reações químicas. Eles traçaram estratégias para resolver o problema e tiveram tempo para fazer uma reflexão sobre a tomada de decisão e pesquisas para auxiliá-los na resolução do problema.
3	Registro do fenômeno científico	Individual e com intervenção do professor	Os alunos tiveram uma semana para escolher uma reação química que fizesse parte do seu cotidiano e que pudesse ser registrada visualmente por meio da FoCO. Durante esta etapa, os alunos procuravam o professor para sanar dúvidas.
4	Autonomia Explicativa	Individual	Após o registro da FoCO sobre a reação química, cada aluno, anotou suas

			explicações sobre a FoCO referente a reação química escolhida, explicando-a com base na teoria sobre reações químicas e, por fim, escreveu a equação química relacionada a FoCO. Esta etapatinha o intuito de preparar cada aluno para a construção de argumentos científicos.
5	Compartilhamento e divulgação dos registros obtidos na investigação	Individual, coletiva e com Intervenção do professor	Nesta atividade, foi solicitado que cada aluno colocasse a sua FoCO em um mural <i>online (padlet)</i> , juntamente com uma explicação e a respectiva equação química que descrevia o fenômeno registrado. Nessa etapa, houve a necessidade de autorregular a atividade, pois cabia ao professor acompanhar as inserções das FoCO no <i>padlete</i> , ao passo que elas eram inseridas, o professor podia orientar o aluno, mostrando o seu erro e permitindo que ele pudesse refazer a atividade. Ao passo que os alunos iam inserindo suas FoCO os demais alunos acompanhavam a composição do mural.
6	Avaliação e autoavaliação	Individual, coletiva e com Intervenção do professor	Em sala de aula, o mural foi exibido com uso de <i>Datashow</i> e todos puderam debater sobre as FoCO dos colegas de sala. Ao final das discussões, comentários e sugestões sobre as FoCO pelos integrantes da turma; foi avaliada, coletivamente, cada etapa da atividade. Como processo de autoavaliação, foi solicitado que cada aluno respondesse um questionário <i>online</i> sobre a atividade realizada.

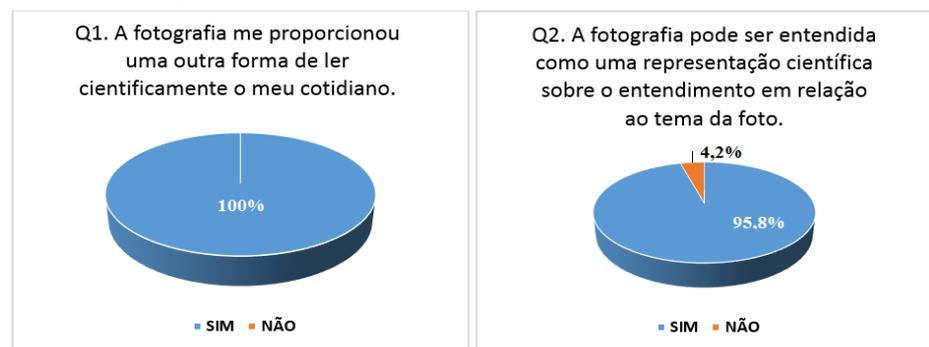
Fonte: Autoras (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados serão apresentados sistematicamente, seguindo a ordem tipológica das questões aplicadas no questionário.

1) Tipo de questão: Fechada, do tipo dicotômica

Figura 2 – Respostas atribuídas às Questões Q1 e Q2



Fonte: Autoras (2019).

Conforme pode ser observado na Figura 5, a Questão 1 (Q1), exibe que 100% (24) dos alunos considerou que a fotografia proporcionou uma outra forma de ler cientificamente o seu cotidiano. Segundo Santaella (2012), existe diferença entre ler e ver fotos, isso demonstra que a fotografia permitiu ao aluno condições de tentar ler o mundo com um olhar investigador e, sobretudo, científico. Em relação a Questão 2 (Q2), apenas 4,2% (1) dos alunos, não concordou com o teor levantado pela Q2. Em oposição a esse dado, 95,8% (23) dos alunos consideraram que a fotografia pode ser entendida como uma representação científica do seu entendimento sobre o tema registrado na fotografia. Tal resultado vai ao encontro do tutelado por Borges, Aranha e Sabino (2010, p. 151), que a “[...] fotografia contribui para a ciência, pois representa uma sequência qualificada de informação que não pode ser obtida de nenhuma outra forma, e também nos dota de uma espécie de olho sintético”, pois, apenas conseguimos representar cientificamente um fenômeno por meio de uma imagem, se tivermos nos apropriado dos construtos teóricos que estão atrelados ao fenômeno.

2) Tipo de questão: Escala Likert (escala ordinal sem ponto neutro)

Todos os alunos 100% (24) responderam os itens solicitados. Na tabela 1 é mostrado a porcentagem (caso seja superior a 10% do total de participantes) e a frequência das respostas atribuídas. Optamos em ressaltar as mais elegidas pelos alunos em formação inicial. Na organização das discussões apresentadas em blocos, agrupamos os itens por aproximação entre os valores, tomando como referência as quantidades assinaladas para o ponto da escala “Concordo plenamente” (Cp), assim, nas nossas discussões adotamos o seguinte intervalo de valores: $55\% \leq Cp \leq 56\%$, para agrupar as similitudes em observância ao intervalo adotado.

Tabela 1 - Questões referentes à Escala Likert sobre a FoCO.

Itens	Concordo plenamente	Concordo	Discordo	Discordo plenamente
1. A captura de uma imagem sobre reações químicas me proporcionou reflexão.	54,2% (13)	45,8% (11)	-	-
2. A atividade me ajudou a procurar novas reações químicas ao meu redor.	54,2% (13)	45,8% (11)	-	-
3. A atividade me proporcionou autonomia (tive que tomar decisões).	33,3% (8)	50% (12)	16,7% (4)	-
4. A atividade me ajudou a construir explicações por meio das evidências químicas capturadas na fotografia.	45,8% (11)	54,2% (13)	-	-
5. Para realizar a atividade (fazer uma fotografia específica sobre reações	33,3% (8)	58,3% (14)	2	-

químicas) foi preciso resolver problemas.				
6. Fazer a fotografia foi fácil, o difícil foi explicá-la cientificamente.	37,5% (9)	50,0% (12)	12,5% (3)	-
7. A fotografia sobre reações químicas contribuiu com a minha aprendizagem.	75,0% (18)	25,0% (6)	-	-
8. A fotografia me permitiu investigar quimicamente o meu cotidiano.	58,3% (14)	41,7% (10)	-	-
9. A atividade proposta é interessante e me tornou mais participativo diante de minha aprendizagem.	91,7% (22)	2		
10. Discutir em grupo as FoCO obtidas foi enriquecedor para a minha aprendizagem.	79,1% (19)	20,9% (5)	-	-
11. Achei a atividade desinteressante e não usarei a FoCO quando me tornar professor.	-	-	1	95,8% (23)

Fonte: Autoras (2019).

Por meio da análise das porcentagens e frequências atribuídas aos itens presentes na Escala Likert, podemos inferir que a atividade foi bem aceita em relação a todos os itens analisados. Os itens 1 e 2 mostram, coincidentemente, que a maioria dos alunos 54,2% (13) concordam plenamente que a fotografia proporcionou reflexão e que a atividade instigou o ato de buscar, investigar. Para Soulages (2010, p. 89), “[...] a fotografia deve ser acompanhada por uma reflexão”. Fotografar algo que busque demonstrar o saber científico do sujeito que fotografa requer raciocínio, pensamento crítico, etc. A FoCO não é uma ação mecanizada, é algo que carece de grande apanhado cognitivo para interligar a percepção com o conhecimento aplicado para então capturar uma imagem que apresente significado. O item 2 evidencia que os alunos tiveram um papel ativo para encontrar as reações químicas existentes no cotidiano, denotando assim, um perfil desafiador no qual, certamente, estimulou o aluno a buscar soluções (FARIAS et al., 2014).

Em relação aos itens 3, 4, 5 e 6 percebe-se que existe uma maior dispersão no tocante às respostas atribuídas. No condizente ao item 3, que se refere a autonomia, apenas 33,3% afirmaram que concordavam plenamente com a assertiva. Já 50% (12), afirmaram concordar e 16,7% (4) discordaram. Se somarmos os percentuais atribuídos ao “concordo plenamente” e “concordo”, perceberemos que de fato, a fotografia requereu autonomia. Para Barthes (1990) a autonomia da imagem permite a construção do significado que ela representa. Apesar disso, defendemos que a autonomia foi um fator primordial na tomada de decisão para escolher uma imagem e atrelá-la a um fenômeno químico. O item 4 exhibe claramente que a atividade proposta ajudou os alunos a construir

explicações por meio das evidências químicas capturadas nas imagens. Os resultados mostram que 45,8% (11) dos alunos concordam plenamente e 54,2% (13) concordam, o que totaliza que 100% dos alunos confirmam que a atividade ajudou a edificar explicações por meio das evidências registradas nas fotografias. Para o item 5, os alunos demonstraram estar convictos que para realizar a atividade era preciso resolver problemas, o que representa 91,6% de aceitação sobre o item questionado. Relativamente ao item que afirmava que “fazer a fotografia foi fácil, difícil foi explicá-la”, 87,5% dos alunos denotaram aceitabilidade sobre a afirmativa, apenas 12,5% (3) discordaram, o que pode demonstrar que estes alunos tiveram dificuldades de fazer a fotografia, ou de explicá-la, ou ainda, tiveram dificuldade em fazer, concomitantemente, as duas coisas.

Para os itens 7, 8, 9 e 10, os resultados demonstram que estes itens tiveram aceitabilidade pelos alunos de 100% (itens 7, 8 e 10) e 91,7% para o item 9. O item 7 apresenta que o percentual de aprovação dos alunos sobre este item foi bastante expressivo, o que corrobora com a afirmação de Borges et al. (2010, p. 150) sobre o fato da “fotografia representar um instrumento de grande importância pedagógica e muitas vezes essencial para diversas áreas de ensino”, ou seja, isto mostra que o envolvimento dos alunos na investigação proposta pode ter contribuído com suas aprendizagens por meio da relação entre o registro fotográfico e a tentativa de atribuir um significado representativo de teor científico através da imagem capturada. O item 8 revela que, de fato, a fotografia permitiu investigar quimicamente o cotidiano. Este item apresenta relação direta com o item 7, anterior, pois a aquisição de possíveis aprendizagens apenas poderia ser concretizada com um olhar investigativo e, sobretudo, que permitissem aos alunos condições de explicar e interpretar a fotografia, atribuindo assim, significados científicos à imagem capturada. Acreditamos que a aprendizagem, nesta atividade, pode ter sido proporcionada pela amálgama das características apresentadas nos itens 1, 3, 4, 8 e 10. Os dados obtidos para o item 9 mostram que a atividade permitiu que 91,7% dos alunos se tornassem mais participativos diante de sua própria aprendizagem. Aqui, pode-se considerar um caráter ativo do aluno diante dela, e que, certamente, contribuiu para que os alunos conseguissem fazer um processo de ‘transposição material do conhecimento científico’ expresso por meio do registro fotográfico. Finalmente, o item 10 visava verificar como os alunos assimilaram a importância das discussões sobre a FoCO de modo coletivo. Os dados revelam que 100% perceberam o potencial integrador das discussões coletivas para a aquisição ou fortalecimento de sua aprendizagem. Tal fato corrobora com as ideias de Silveira e Alves (2008) que ao olhar imagens e ressignificá-las dentro de um grupo é necessário o respeito à diversidade das opiniões. E justamente na diversidade destas opiniões atribuídas sobre as fotografias, que olhares plurais podem surgir agregando desse modo novas percepções sobre uma dada imagem, fortalecendo, assim, o agrupamento distinto de significados científicos sobre uma dada fotografia.

Por fim, o item 11 tinha o intuito de verificar se a atividade poderia ser utilizada pelos alunos futuramente em suas práxis. De modo diametralmente oposto à afirmação, 95,8% dos alunos asseguraram que utilizariam a FoCO como ferramenta didática em atividades investigativas. Isso denota que os alunos ficaram, em sua grande maioria, satisfeitos com a experiência pedagógica proposta.

2) Tipo de questão: pergunta aberta

Conforme informado anteriormente, fizemos três perguntas abertas aos alunos, sendo estas: 1) Como você descreve a atividade de elaboração de uma fotografia sobre as reações químicas? 2) Quais as dificuldades observadas ao realizar a atividade? 3) O que o ato de capturar uma fotografia sobre reações químicas representou para você? Nesta investigação, em particular para as respostas coletadas pelas questões abertas, utilizamos o software NVivo 11 para obter um desenho sobre os dados de nossa pesquisa, obtendo assim, a frequência de palavras, árvore de palavras, análise de cluster e o gráfico de hierarquia dos nós atribuídos à pesquisa. Inicialmente, calculamos a frequência das palavras mais recorrentes durante o processo de imputação das respostas pelos alunos aos questionamentos citados acima. A Tabela 2 exibe a frequência de palavras obtidas.

Tabela 2 - Detalhamento sobre a atividade pedagógica desenvolvida

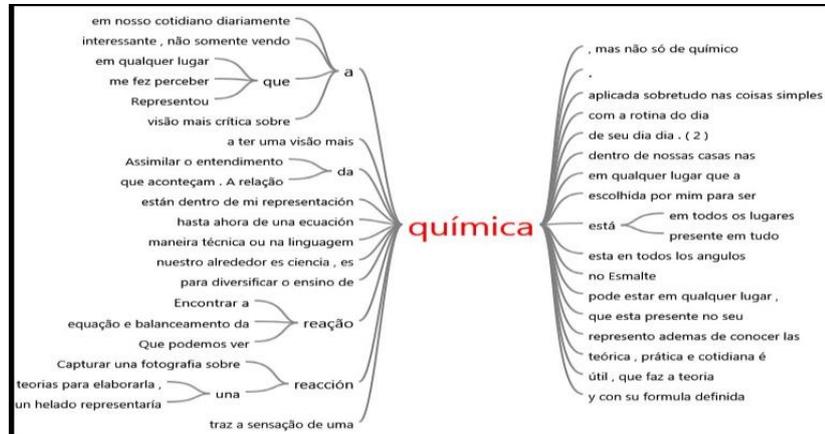
	Palavra	Extensão	Contagem	Percentual ponderado (%)
1	química	15	37	001
2	reações/reação	23	35	001
3	reflexão	15	34	001
4	reação	6	17	001
5	atividade	18	20	001
6	buscar	5	11	001
7	dificuldade	23	12	000
8	encontrar	9	10	001
9	cotidiano	18	10	000
10	fotografia	10	9	001
11	interessante	12	9	001
12	motivador	5	9	001
13	prática	14	7	000
14	aprendizado	11	4	000
15	importante	10	6	000

Fonte: Autoras (2019).

O software também nos ajudou durante o processo de codificação aberta desse estudo, consistindo assim, num modo de expressar os dados sob a forma de conceitos, extraídos por meio da análise exploratória dos dados. Com o NVivo é possível elaborar um sistema categorial, denominado de *Index Tree Root*, o qual representa um esquema conceitual de relações hierárquicas no qual as categorias que emergiram dos dados, se estruturam com os nós em forma de árvore de palavras. Segundo Pedroza, Ferreira e Cleophas(2017), uma árvore de palavras surge a partir do estabelecimento do núcleo semântico (categoria/nó). Logo, a árvore mostra a relação de um nó estabelecido com todas as ramificações textuais atreladas a este nó. Para Alves, Figueiredo Filho e Henrique (2015), “[...] uma árvore de palavras está intimamente ligada à derivação de uma palavra-chave que o pesquisador selecionou de acordo com o interesse da pesquisa” (p. 130). Como exemplificação, exibiremos a árvore de palavras (Figura 3) para a

palavra mais encontrada nos dados e assinalada pela frequência exibida na Tabela 2.

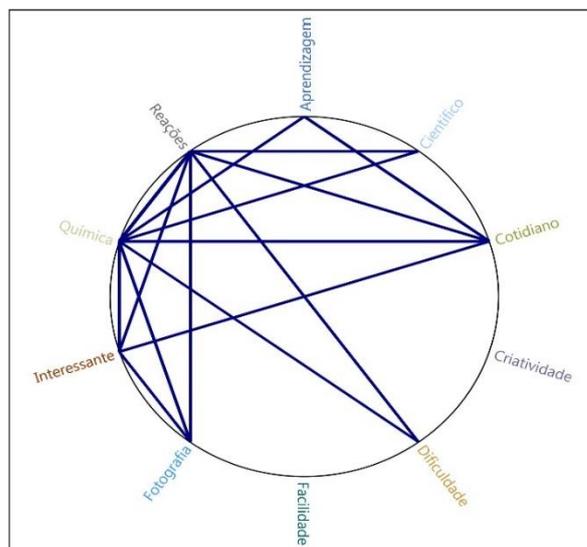
Figura 3 – Árvore de palavras do termo analisado nos dados da pesquisa



Fonte: Autoras (2019).

Ainda, por meio da análise exploratória sobre o *corpus* de dados, com o auxílio do NVivo, foi possível a obtenção dos nós em *cluster*, os quais indicam o agrupamento de palavras por similaridade, ou seja, os “[...] nós funcionam como variáveis que reúnem informações descritivas do texto, possibilitando a identificação de tendências” (ALVES et al., 2015, p. 125). De tal modo, as tendências se configuram em nós que podem ser entendidos como categorias de análise. Com a análise de *cluster* é possível visualizar padrões semânticos que agrupam ‘nós’ que compartilham palavras/valores/atributos semelhantes (ALVES et al., 2015). Existem diferentes tipos de *cluster*, especialmente, nesta pesquisa, optamos em exibir um nó em *cluster* por similaridade de palavras em circular. A Figura 4 mostra o nó em *cluster*, que descreve as categorias de análise atreladas à pesquisa.

Figura 4 – Nó em *cluster* circular (por similaridade de palavras)

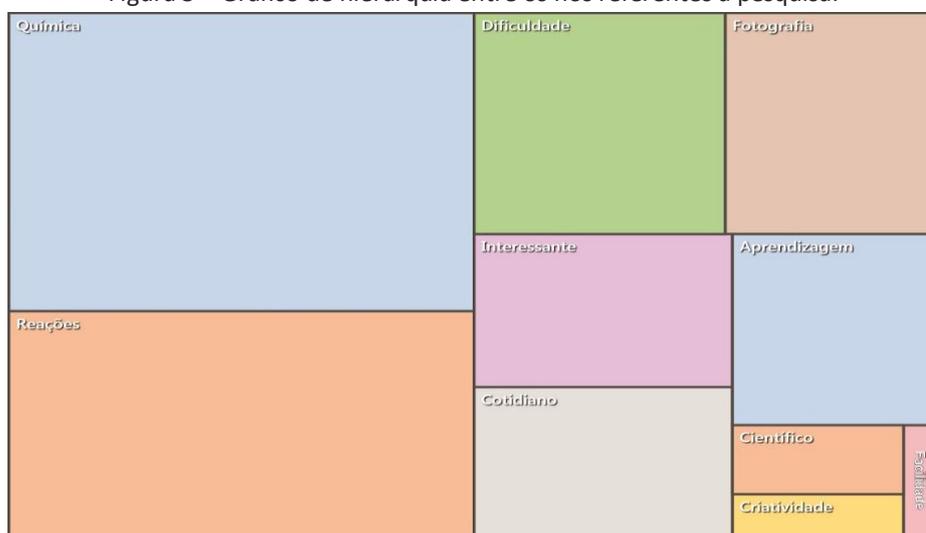


Fonte: Autoras (2019).

Ao analisar a Figura 4 acima, deve-se levar em consideração a conexão existente entre as palavras, assim, as palavras que apresentam um maior fluxo de conexões denotam uma maior conexão de significados relacionados. Percebe-se assim, que os 'nós' criatividade e facilidade não apresentaram relação com os outros nós. Por outro lado, o 'nó química', estabeleceu, com frequência um forte enlace com os demais nós/categorias. A análise de *cluster* permite determinar o grau de concordância entre as respostas coletadas e o grau de correlação entre os 'nós' (VALDEMOROS-SAN-EMETERIO et al., 2011).

Após a criação do nó em *cluster*, obtivemos o Gráfico de Hierarquia. Com ele, é possível agrupar, por meio do uso da técnica *treemap*, todas as informações sobre as categorias, representando-as no formato de retângulos. A Figura 5 mostra o Gráfico de hierarquia dos nós.

Figura 5 – Gráfico de hierarquia entre os nós referentes à pesquisa.



Fonte: Autoras (2019).

A Figura 5 corrobora com a Figura 4 e mostra por meio das diferenças entre os tamanhos dos retângulos o volume de informações coletadas pelas questões. Assim, o desenho da pesquisa mostra que as respostas atribuídas pelos alunos se transformaram na pesquisa em referências codificadas em unidades de texto, ou seja, são fragmentos textuais que apresentam correlação direta com as categorias e que as comprovam, demonstrando assim sua importância frente à pesquisa. Desse modo, percebe-se que as categorias que mais se avolumaram nesta investigação possuem mais referências codificadas em unidades de texto, sendo estas: Química, Reações, Dificuldade, Fotografia, Cotidiano, Interessante, Aprendizagem, etc.

Em complemento à Figura 5, visando mostrar as referências codificadas em unidades de texto que compõem as categorias de análise, foi elaborada a Quadro 4 que expõe a relação entre as categorias e as unidades de textos imbuídas em cada uma delas.

Quadro 4 - Os nós e alguma de suas referências codificadas em unidades de texto

Nós (categorias de análise)	Exemplos de referências codificadas em unidades de texto vinculadas aos nós (informações extraídas por meio das respostas dadas pelos alunos).
	<ul style="list-style-type: none"> - Uma visão mais crítica sobre a química que está presente no seu dia a dia. - La elaboración de este trabajo representó para mi poner en práctica todo lo que fue aprendido hasta a hora de una ecuación química.
Reações	<ul style="list-style-type: none"> - Uma atividade bem interessante, que nos permite enxergar as reações químicas de maneira cotidiana, e vice-versa. - De grande criatividade pois é possível ver pequenas reações do nosso dia a dia que não percebemos, porém, estão presentes.
Dificuldade	<ul style="list-style-type: none"> - Particularmente para mim as maiores dificuldades estavam em relacionar a teoria com o cotidiano. - Não foi tão difícil realizar a atividade, pois o nosso dia a dia é composto de reações químicas a todo momento, por tanto foi fácil encontrar uma reação. Mas, a maior dificuldade foi montar as equações.
Interessante	<ul style="list-style-type: none"> - É interessante montar equações químicas a partir de coisas que não vemos, mas que sabemos que ocorreu. A fotografia é um registro visual. - Foi muito interessante, pois foi um momento em que eu parei para pensar em uma reação e percebi que em nosso cotidiano realizamos diversas reações químicas, e não percebemos isso.
Aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> - Muito importante ao aprendizado, mais uma ferramenta de apoio, uma imagem vale mais do que mil palavras. - Compartilhar o que aprendi com outras pessoas.
Fotografia	<ul style="list-style-type: none"> - A fotografia atribui sentido, o que traz a sensação de uma química útil, que faz a teoria realmente ser verdadeira e comprovada trazendo até mesmo mais segurança por ser visível. Sobretudo torna satisfatório. - Me fez ir de forma prática e reflexiva procurar algo científico que eu pudesse fotografar. Foi interessante buscar as reações químicas que acontecem no dia a dia.
Cotidiano	<ul style="list-style-type: none"> - Uma boa alternativa para diversificar o ensino de química, mas não só de químico como também poderia ser de diversas outras matérias, pois é algo que integra a teoria com o nosso cotidiano e nos faz aprender na prática. - La elaboración de la actividad sobre sacar una foto de reacciones químicas, fue satisfactorio para mi aprendizaje que hay una gran variedad de reacciones en la vida cotidiana y la mayoría de ellas con sus formulas correspondientes.
Científico	<ul style="list-style-type: none"> - Uma atividade relativamente simples que nos induz a refletir e nos damos conta da complexidade de inúmeras reações químicas sob condições específicas que ocorrem ao nosso redor durante o dia-a-dia. Desenvolvendo assim a percepção de que estamos imersos num mundo que só existe graças a leis de reações químicas.

- Esta actividad de tomar una foto represento para mi de leercientíficamente mi cotidiano ya que me impresiono que al tomar un helado representaría una reacción química y consu formula definida.

Fonte: Autoras (2019).

Uma breve análise do Quadro acima, revela que a atividade pedagógica proposta por meio de um modelo aplicativo de Ensino por Investigação usando a FoCO representou para os alunos, uma experiência pedagógica rica na promoção ou fortalecimento das aprendizagens sobre reações químicas. Os exemplos (alguns) das unidades de texto exibidas acima, revelam que a FoCO contribuiu para aproximar o conhecimento científico com o cotidiano dos alunos, pois, conforme Faria e Cunha (2016, p. 63), a fotografia “[...] pode auxiliar a percepção, estimular a memória, produzir significados”. Tais significados foram externados por meio da explicação necessária sobre os registros fotográficos, favorecendo assim o processo de argumentação.

Nossos resultados dialogam com as conclusões de Freire (1993), pois durante as investigações realizadas, seguindo o modelo proposto, os alunos tiveram a oportunidade de formular hipóteses, fazer observações, especulações e extrair suas próprias conclusões. Segundo Carvalho et al. (2004), uma atividade investigativa não pode se reduzir a uma simples observação ou manipulação de dados, ela deve conduzir o aluno à reflexão, a discussão e a explicação da experiência vivenciada aos seus colegas. Acreditamos que esse momento de compartilhar a experiência com os demais alunos permite a construção de saberes por meio da pluralidade de concepções, que podem ajudar os alunos a ampliar o seu espectro de conhecimentos e de mudanças de concepções alternativas por conhecimentos científicos.

A atividade realizada requereu dos alunos o uso de habilidades cognitivas, pois, conforme já foi observado por Zompero, Gonçalves e Laburú (2017) elas são necessárias para o contexto da investigação científica, já que favorece a capacidade de observação, de realizar registros, “[...] analisar dados, comparar, perceber evidências, fazer inferências, concluir, aprimorar o raciocínio e argumentar” (p. 420). Durante toda a atividade, estas características foram fortemente estimuladas durante a aplicação do modelo proposto, o que nos leva a acreditar que ela favoreceu com a aprendizagem em química sobre o conteúdo de reações químicas, haja vista que contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio ao resolver problemas e elaborar respostas que levassem os alunos a compreender e resolver esses problemas (MUNFORD; LIMA, 2007).

Abaixo, a Figura 6 exemplifica parte do mural que foi elaborado com auxílio do *padlet* (alguns exemplos). Cabia ao aluno registrar a sua FoCO no referido mural, contendo o seu nome (aqui abreviado para manter a identidade em sigilo), o título da sua fotografia e uma breve explicação sobre a mesma. Por meio da Figura pode-se perceber que cada aluno aproximou sua explicação para algo que estava presente em seu cotidiano, visando proporcionar o diálogo entre seu conhecimento científico e situações existentes no seu dia a dia. Alguns foram mais detalhistas, exibindo assim, os estados físicos das substâncias participantes da reação. Já outros, não tiveram tanta preocupação com isso. Uns foram mais exigentes com a escolha da reação, preocupando-se em fornecer as suas etapas, etc. Vale destacar um caso inusitado, o Aluno AY, comentou, durante as

discussões com a turma que percebeu que sua tatuagem, em algumas partes, tinha sofrido um processo de despigmentação, o que evidencia, que a mesma descobriu isso na prática. Este ponto, resultou, de modo acalorado, em muitos debates sobre o fato.

Figura 6 – Mural produzido pelos alunos com auxílio do Padlet.

				
<p>Aluno A1 Água Oxigenada para descolorir cabelos</p> <p>O clareamento de cabelos é um processo muito comum realizado por essa substância, ela faz com que as escamas do cabelo se abra para que a pigmentação da tintura possa penetrar. Essa reação só é possível se a quantidade de oxigênio for o suficiente, por isso ela é caracterizada por volumes, como por exemplo: A água oxigenada 30 volumes, significa que a cada 100 mL desta substância, ao se decompor totalmente, sob condições normais de temperatura e pressão (CNTP), libera uma quantidade de gás oxigênio (O₂) 30 vezes maior, ou seja, 300 mL de O₂. Portanto, quanto maior o número de volumes, melhor a sua eficiência na descoloração.</p> <p>Reação de decomposição:</p> $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	<p>Aluno A2 Reação química num palito de fósforo</p> <p>Reação química num palito de fósforo. O palito de fósforo é comum e conhecido por todos pelo uso simples no cotidiano. Em sua composição, possui fósforo vermelho, enxofre e clorato de potássio. A cabeça de um palito de fósforo pesa aproximadamente 0,05 g. Na caixa, há uma superfície de vidro em pó (para a fricção) e fósforo vermelho (para acender o fogo). Quando raspamos a cabeça do fósforo na caixa, isso cria fricção e emite calor. Essa energia converte o fósforo vermelho em fósforo branco, que é extremamente volátil e reage com o oxigênio do ar, causando a ignição. Todo esse calor também faz o clorato de potássio (presente na cabeça do fósforo) pegar fogo. A reação que ocorre na queima da cabeça do fósforo pode ser representada por:</p> $3\text{P} + \text{S} + 10\text{KClO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 3\text{P}_2\text{O}_5 + 10\text{KCl} + \text{SO}_2$	<p>Aluno A3 Putrefação de la matéria orgânica</p> <p>La putrefacción es una reacción química de degradación de materia orgánica, que es producida por microorganismos como bacterias o como por ejemplo: bacterias u hongos denominados descomponedores. En este proceso participan microorganismos que provocan las reacciones químicas necesarias para que los compuestos bioquímicos se transformen lentamente en dióxido de carbono, sales minerales, agua, azufre y compuestos de nitrógeno, en este proceso también participa el oxígeno.</p> <p>REACCIÓN QUÍMICA:</p> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \xrightarrow{\text{enzimas}} 2\text{CO}_2 + 2\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$	<p>Aluno A4 Vinho e transformação do vinho em vinagre</p> <p>O vinho é produzido através da fermentação de uvas durante o processo os açúcares da fruta se transformam em etanol, conforme a equação abaixo:</p> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{leveduras} \xrightarrow{\text{Alcool}} 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$ <p>De vinho à vinagre</p> <p>A equação abaixo demonstra que o Etanol presente no vinho sofre oxidação, originando assim, o vinagre, também conhecido como ácido acético.</p> $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$	<p>Aluno A5 Representação Química da Ferrugem</p> <p>Esse fenômeno é conhecido como ferrugem e ocorre devido a uma reação de oxidação. Um tipo de reação que ocorre quando entre os átomos envolvidos há transferência de elétrons.</p> $1. \text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$ <p>(oxidação do ferro)</p> $2. \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ <p>(redução do oxigênio)</p> $2\text{Fe} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_2$ <p>(equação geral)</p>

Fonte: Autoras (2019).

No tocante ao processo de acompanhamento da atividade, o professor estava atento às fotografias inseridas no mural, intervindo, muitas vezes, junto ao aluno orientando que ele repensasse sobre a atividade e que a refizesse. Alguns alunos registraram imagens que não faziam parte do universo das reações químicas e nem tampouco da química, como por exemplo, fotografar rasgando uma folha. Nestes casos, o professor sempre abordou o aluno, dando-lhe *feedback* sobre a atividade e oportunidade de ele corrigir os seus erros. Segundo Valente (1997), as atividades, por si só, não são suficientes para se construir a complexidade conceitual, neste sentido, a negociação e a intervenção do professor se tornam essenciais. Assim, o professor estava contribuindo com a construção do conhecimento dos alunos e avaliando-os, numa perspectiva reguladora da aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa apresentou resultados relevantes, pois mostrou que a proposição de um modelo aplicativo de Ensino por Investigação usando a Fotografia Científica Observatória (FoCO) com apoio das Tecnologias Digitais Móveis (TDM), quando posto em execução, apresenta potencial para o processo de ensino e aprendizagem das ciências naturais, pois contribuiu para que o aluno estabelecesse relações efetivas, por meio da mobilização do conhecimento científico adquirido no âmbito educacional, aplicando-o em situações reais existentes no cotidiano.

Posto isto, percebemos que a atividade colaborou para que os alunos ampliassem formas de ler o mundo, pois a FoCO se mostrou valiosa como ferramenta didática para ampliação de uma linguagem visual que traduzisse, por

imagens, as concepções e percepções dos indivíduos sobre sua apropriação cognitiva e seu enlace com a ciência presente no cotidiano. Vale destacar que a FoCO pode ser facilmente empregada nas mais diversas atividades investigativas e em diferentes níveis educacionais, agregando novas maneiras de favorecer, tanto para o aluno quanto para o professor, condições de dinamizar o processo de ensino e aprendizagem. Com a FoCO, o aluno consegue demonstrar se está sendo capaz de explicar o seu conhecimento científico por meio da captura de uma imagem, uma vez que ela precisa ter relação direta e coerente com as teorias que estão presentes em uma dada situação problema-investigativa.

É possível inferir que o modelo proposto possa ter contribuído com a aprendizagem dos alunos. A análise dos resultados denota que houve indícios de construção ou fortalecimento da aprendizagem sobre o conteúdo de reações químicas, pois foi percebido que eles conseguiram, por meio da FoCO, capturar uma imagem que tivesse aplicação com o conteúdo, além de argumentar sobre ela, relacionando assim, com as teorias e conceitos discutidos em sala de aula com o fenômeno em estudo. O modelo também nos deu indicativos que ele favoreceu o aumento das relações dialógicas sobre as FoCO construídas pelos alunos, cabendo ao professor instigar a argumentação científica nessas relações. Deste modo, a diversidade plural do olhar do outro sobre sua foto pode fornecer significados ou corrigir possíveis erros que não foram detectados pelo aluno. Para o professor, a FoCO demonstrou potencial em ampliar o leque de possibilidades que podem ser inseridas ao longo do processo de ensino e aprendizagem das ciências sob uma abordagem de cunho investigativo, bastando para tanto ter planejamento, criatividade e vontade de promover um ensino diversificado metodologicamente.

A Fotografia Científica Observatória (FoCO) como ferramenta de apoio ao Ensino por Investigação mostrou-se viável, principalmente, por representar uma forma de compreender e ler o mundo. Os dispositivos móveis estão cada vez mais presentes no ambiente escolar e a FoCO, pode ser utilizada, de modo planejado, para favorecer aprendizagens por meio da capacidade perceptiva, composicional, e compreensiva sobre o significado científico que a imagem capturada representa para o sujeito. A FoCO se torna uma ferramenta que pode potencializar o ensino por investigação e, ainda, mostrar novas formas de como o aluno pode usar o seu dispositivo móvel perante a sua aprendizagem. Ela também, mesmo não sendo foco de investigação deste artigo, demonstrou ser viável como estratégia de avaliação formativa e diagnóstica.

No que concerne o uso do modelo proposto (MAEI), ele deu evidências que nos levam a crer que houve um processo de facilitação perante compreensão cognitiva dos alunos sobre o conteúdo de reações químicas. Porque, para solucionar o problema, os alunos foram autônomos, reflexivos, exploradores, observadores e críticos, apresentando assim, maior comando sobre o processo de construção de sua aprendizagem, pois estabeleceram relações com os conceitos vistos em sala de aula e conseguiram aplicar em contextos presentes em sua vida, usando uma linguagem adequada para representar a química, além de outros fundamentos, a citar como exemplo, o balanceamento de reações, entre outros, que denotaram domínios de aprendizagem sobre o tema. Houve também indicativos que os alunos no decorrer da atividade trocaram concepções alternativas ou aproximaram-nas do conhecimento científico.

Em relação à hipótese de que a atividade contribuiu na promoção de uma Aprendizagem Ativa, os dados empíricos discutidos ao longo do artigo evidenciam que a hipótese foi comprovada. Durante a aplicação do modelo proposto, os alunos demonstraram estar envolvidos em seu processo de aprendizagem. O professor conduziu os alunos para que a aprendizagem ativa fosse incentivada e alcançada durante toda a atividade, pois favoreceu o diálogo entre os alunos, promoveu pesquisas e oportunizou espaço para construção de aprendizagens significativas, uma vez que o aluno conseguiu ‘materializar’ em uma fotografia os conhecimentos adquiridos.

Por fim, a nossa investigação defende que o processo de ensino aprendizagem das ciências deve sempre ser revisto, pesquisado, aprimorado, renovado, etc. E, nesse segmento, a proposição do modelo que este artigo apresentou faz jus a esse processo de repaginação, pois insere elementos da web 2.0, tecnologias móveis e incorpora elementos necessários para uma educação científica do século XXI, tais como, autonomia, aprendizagem centrada no aluno, múltiplos letramentos.

CONTRIBUTIONS OF SCIENTIFIC PHOTOGRAPH OBSERVATORY (SPO) TO RESEARCH-BASED TEACHING

ABSTRACT

This article proposes an Applicational Model for Research-Based Teaching (AMRBT) in science classes – especially Chemistry – using Scientific Photograph Observatory (SPO) as a tool to support research activities. Therefore, this study looks into the possible effects of the model proposed on students' learning. The model was presented to 24 students at the beginning of their studies and a semi-structured questionnaire was applied right after the research activity was completed. The data set collected was analyzed using NVivo11 software. The results showed that the activity contributed for students to broaden their ways of reading the world scientifically, that the model showed potential to promote active learning, and that SPO facilitated the process of cognitive understanding the problem investigated in the study, among other results.

KEYWORDS: Investigative Activities. Photography. Active learning. Scientific Education. Model.

NOTAS

1 A verbalização citada não deve ser proibitiva, muito pelo contrário, naturalmente, durante o processo discursivo entre os discentes visando a sistematização e compartilhamento dos conhecimentos 'registrados' pelas fotografias, a argumentação científica, seguramente, surgirá, pois, o professor dará condições para que isso ocorra.

2 O *Padlet* está disponível, via cadastro, de modo gratuito, no endereço <https://pt-br.padlet.com>.

REFERÊNCIAS

ABELL, S; MCDONALD, J. Envisioning a curriculum of inquiry in the elementary school. In: L. Flick; N. Lederman (Eds.), **Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching for teaching, learning, and teacher education**, p. 249-26). Dordrecht: Springer, 2006.

ALVES, D; FIGUEIREDO FILHO, D; HENRIQUE, A. O poderoso NVivo: uma introdução a partir da análise de conteúdo. **Revista Política Hoje**, v. 24, n. 2, p. 119-134, 2015.

ANDRADE, L. A. Si Galileo Galilei hubieratenido una cámara digital: enseñandociencias a una generación digital. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 32, n. 1, p. 243-261, 2014.

ASH, D; KLEIN, C. Inquiry in the informal learning environment. In: J. Minstrell & E. V. Zee (Eds.), **Inquiry into Inquiry Learning and Teaching in Science**, p.216-240. Washington, CA: Corwin Press, 2000.

BARTHES, R. **O óbvio e o obtuso**: ensaios críticos III. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1990.

BONNELL, C. C.; EISON, J. A. Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. **Higher Education Report**, v. 1, 1991.

BORGES, M. D.; ARANHA, J. M.; SABINO, J. A fotografia de natureza como instrumento para educação ambiental. **Ciência&Educação**, v. 16, n. 1, p. 149-161, 2010.

BRUNING, R. H.; SHRAW, G. J.; RONNING R. R. **Cognitive psychology and instruction**. 2. ed. Engle Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1995.

BYBEE, R. W. **Achieving scientific literacy: From purposes to practices.** Portsmouth, NH: Heine-mann, 1997.

CARLSON, L; HUMPHREY, G; REINHARDT, K. **Weaving science inquiry and continuous assessment.** Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2003.

CARRASCOSA, J; GIL PÉREZ, D. G; VILCHES, A; VALDÉS, P. Papel de la Actividad Experimental en la Educación Científica. **Cad. Brás. Ens. Fís.**, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006.

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

CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** 1. ed. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004.

CARVALHO, A. M. P; VANNUCCHI, A. I; BARROS, M. A. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico.** São Paulo, SP: Scipione, 1998.

CASSIANI, S. B.; CALIRI, M. H. L.; PELÁ, N. T. R. A teoria fundamentada nos dados como abordagem da pesquisa interpretativa. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 4, n. 3, p. 75-88, 1996.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Editora Unijuí, 2000.

CLEMENT, L; CUSTÓDIO, J. F; ALVES FILHO, J. P. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. **Alexandria**, v. 8, p. 101-129, 2015.

COIRO, J; DOBLER, E. Exploring the online comprehension strategies used by sixth-grade skilled readers to search for and locate information on the Internet. **Reading Research Quarterly**, v. 42, p. 214-257, 2007.

CRAWFORD, B. A. Is it realistic to expect a preservice teacher to create an inquiry-based classroom? **Journal of Science Teacher Education**, v. 10, p. 175-194, 1999.

DOUCET, A-V. Análisis de contenido de fotografías científicas de la naturaleza: propuesta de una plantilla. **Revista General de Información y Documentación**, v. 24, n. 1, p. 135-153, 2014.

DUDENEY, G; HOCKLY, N; PEGRUM, M. **Letramentos Digitais**. 1. ed., São Paulo: Parábola Editorial, 2016.

FARIA, F. C; CUNHA, M. B. 'Olha o passarinho!' A fotografia no Ensino de Ciências. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 38, n. 1, p. 57-64, 2016.

FARIAS, P. A. M; MARTIN, A. L. A. R; CRISTO, C. S. Aprendizagem Ativa na Educação em Saúde: Percurso Histórico e Aplicações. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 39, n. 1, p. 143-158, 2015.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

FLICK, U. **Designing Qualitative Research**. London, Thousand Oaks, New Delhi: Sage, 2007.

FRAGOSO, S; RECUERO, R; AMARAL, A. **Métodos de pesquisa para internet**. Porto Alegre: Sulina, 2011.

FRANCISCO JUNIOR, W; FERREIRA, L.H; HARTWIG, D. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 30, p. 34- 41, 2008.

FREIRE, A. M. Um olhar sobre o ensino da Física e da Química nos últimos cinquenta anos. **Revista de Educação**, v. 3, n. 1, p. 37-48, 1993.

FREIRE, A. M. Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação. In: **Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências**, p. 104. Castelo Branco, PT, 2009.

GARLAND, R. The Mid-Point on a Rating Scale: Is it Desirable? **Marketing Bulletin**, v. 2, p. 66-70, 1991.

GONZALEZ, A. H. G; ROCHA, M. B; REGO, A. C. R. Uso da fotografia como ferramenta para a percepção ambiental sobre a Baía de Guanabara. In: **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, XI ENPEC** (p. 1), Florianópolis, SC, 2017.

GRILLI, J; LAXAGUE, M; BARBOZA, L. Dibujo, fotografía y Biología. Construir cienciacon y a partir de laimagen. **Revista Eureka**, v. 12, n. 1, p. 91-108, 2015.

HERMOSO, M. C. C; FERRA, M. P; DOMINGOS, J. Aspectos que Influenciam as Competências Estratégicas Didático curriculares para atender o Aluno Sordo desde a Voz do Professorado. **Revista de currículo y formación del profesorado**, v. 18, n. 1, p. 341-366, 2014.

JOHNSTONE, A. H. You Can't Get There From Here. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 1, p. 22-29, 2009.

KEELEY, P. **Science Formative Assessment**, Volume 1: 75 Practical Strategies for Linking Assessment, Instruction, and Learning. 2. ed. Thousand Oaks: Corwin, 2015.

KRASILCHIK, M; MARANDINO, M. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

LINCOLN, Y. S. The political economy of publication: Marketing, commodifications, and qualitative scholarly work. **Qualitative Health Research**, v. 22, p. 1451-1459, 2012.

LUCIAN, R.; DORNELAS, J. S. Mensuração de Atitude: Proposição de um Protocolo de Elaboração de Escalas. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 19, p. 157-177, 2015.

MAGNUSSON, S. J; PALINCSAR, A. S; TEMPLIN, M. Community, culture, and conversation in inquiry-based science instruction, 2006. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), **Scientific inquiry and the nature of science**, p. 131-155. The Netherlands: Springer, 2006.

MICHAEL, J. Where's the evidence that active learning works? **Advances in Physiology Education**, v. 30, p. 159-167, 2006.

MILLS, J.; BONNER, A.; FRANCIS, K. Adopting a constructivist approach to grounded theory: implications for research design. **International Journal of Nursing Practice**, v. 12, n. 1, p. 8-13, 2006.

MOURA, A. Geração Móvel: um ambiente de aprendizagem suportado por tecnologias móveis para a "Geração Polegar. In P. A. J. O. Dias (Org.), **Actas da VI Conferência Internacional de TIC na Educação Challenges 2009/Desafios 2009**, p. 50-7. Braga: Universidade do Minho, 2009.

MUNFORD, D; LIMA, M. E. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista ensaio**, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

PEDROZA, T; FERREIRA, T; CLEOPHAS, M. G. Desenvolvimento e avaliação de Jogos Educativos Digitais (JED) sobre a temática água: um estudo de caso utilizando a ferramenta GameMaker: Studio. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 2, p. 1-10, 2017.

PIETROCOLA, M. Curiosidade e imaginação: os caminhos do conhecimento nas ciências, nas artes e no ensino. In: A. M. P. Carvalho (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**, p. 119-133. São Paulo: Thomson, 2004.

SÁ, E. F; LIMA, M. E. C. C; AGUIAR JR, O. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011.

SANTAELLA, L. **Leitura de imagens**. São Paulo: Melhoramentos, 2012.

SANTOS, M.T; FERREIRA, S. F; SANTANA, E. B; PEREIRA, G. F. S; FREITAS, N. M. S. A Fotografia e o ensino de Ciências: Impressões de licenciados sobre a experiência de fotografar. In: **Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación** (p. 1), Buenos Aires, La Plata, 2014,

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da natureza e Escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.17, p. 49-67, 2015.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. O Ensino de Ciências para a Alfabetização Científica: analisando o processo por meio de argumentações em sala de aula”, In: S. S. Nascimento; C. Plantin (Orgs.), **Argumentação e Ensino de Ciências**, p. 139-164. Curitiba, PR: Editora CRV, 2009.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Escrita e Desenho: Análise de registros elaborados por alunos do Ensino Fundamental em aulas de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, p. 1-19, 2010.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, v. 17, p. 97-114, 2011.

SILVA, J. C. S; AMARAL, E. M. R. Uma Análise de Estratégias Didáticas e Padrões de Interação Presentes em Aulas sobre Equilíbrio Químico. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 3, p. 985-1009, 2017.

SILVA, K. R. C; CAVALCANTE, J. S; GARCIA, N. R; BEZERRA, C. S. O Uso Da Fotografia como Recurso Didático no Ensino de Saúde Ambiental. In: **II Congresso**

Internacional da Federação de Arte/Educadores e XXIV Congresso Nacional da Federação de Arte/Educadores do Brasil (p. 1), Ponta Grossa, PR, 2014.

SILVEIRA, L. S; ALVES, J. V. O uso da fotografia na educação ambiental: tecendo considerações. **Pesquisa em educação ambiental**, v. 3, n. 2, p. 125-146, 2008.

SOLIS-ESPALLARGAS, C; COLOMAR, I. E; RIVERO, A. Una experiencia de aprendizaje por investigación con Cajas negras en formación inicial de maestros. **Revista Eureka**, v. 12, n. 1, p. 167-177, 2015.

SOULAGES, F. **Estética da fotografia perda e permanência**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

SUZUKI, W. H. P. S. **O desenvolvimento do argumento e o aprimoramento dos aspectos semânticos e pragmáticos da linguagem oral, mediante o ensino por investigação**. (Dissertação de Mestrado Acadêmico em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias). Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2016.

THOMPSON, T. Teaching Creativity Through Inquiry Science. **GiftedChildToday**, v. 40, n.1, p. 29-42, 2017.

TRIVELATO, S. L. F; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, p. 97-114, 2015.

VALDEMOROS-SAN-EMETERIO, M. A; PONDE-DE-LEÓN-ELIZONDO, A; SANZ-ARAZURI, E. Fundamentos en el manejo del NVivo 9 como herramienta al servicio de estudios cualitativos. **Contextos Educativos**, v. 14, p. 11-29, 2011.

VALENTE, M. O ensino do trabalho, limites e possibilidades. Uma perspectiva histórica. **Gazeta de Física**, v. 20, n.10, p. 33-34, 1997.

WU, P-H; HWANG, G-J; TSAI, W-H. An Expert System-based Context-Aware Ubiquitous Learning Approach for Conducting Science Learning Activities. **Educational Technology & Society**, v.16, n.4, p. 217-230, 2013.

YIN, R. K. **Case Study Research Design and Methods**. 5. ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2014.

ZOMPERO, A. F; GONÇALVES, C. E. S; LABURÚ, C. E. Atividades de investigação na disciplina de Ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação**, v.23, n.2, p. 419-436, 2017.

Recebido: 12 jun. 2018.

Aprovado: 19 nov. 2019.

DOI: 10.3895/rbect.v13n1.8409

Como citar: CLEOPHAS, M. G.; CUNHA, M. B. Contribuições da fotografia científica observatória (FoCO) para o ensino por investigação. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v.13, n. 1, p. 349- 381, jan./abr. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect>>. Acesso em: XXX.

Correspondência: Maria das Graças Cleophas-maria.porto@unila.edu.br

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons -Atribuição 4.0 Internacional.

