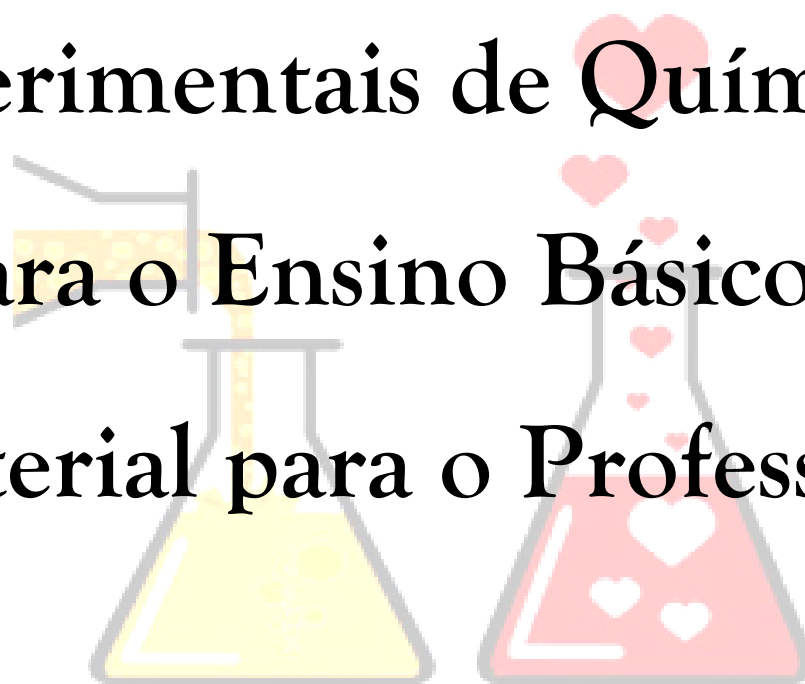




Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Química
Programa de Pós Graduação em Ensino de Química



Adaptações de Aulas Experimentais de Química para o Ensino Básico: Material para o Professor



Yasmin Letícia Nunes Araújo

Leonardo Maciel Moreira

Juliana Milanez

Rio de Janeiro - RJ

2019

Caros professores,

O uso da experimentação investigativa nas aulas de química e no ensino de ciências, vem sendo cada vez mais debatido, estudado e pesquisado. Inúmeros são os autores e os trabalhos que nos apresentam com teorias, proposições e discussões que fomentam essa práxis pedagógica.

A proposta de confecção desse material é fruto da pesquisa desenvolvida para a dissertação de mestrado da autora, que nasce da inquietação acerca da utilização da experimentação em aulas de química a partir da utilização de roteiros experimentais pré-estabelecidos condizentes com uma concepção reprodutiva do “passo a passo” experimental, meramente executado e observado pelos estudantes.

Partindo da nossa própria vivência formativa e profissional, intencionamos um ensino mais dinâmico, que oportunize reflexões sobre os conhecimentos científicos, sua relação com o cotidiano, com a criação de hipóteses, argumentação e solução de problemas, contribuindo para uma formação mais crítica e questionadora dos estudantes.

Para tanto, esse material pretende contribuir com a divulgação de uma metodologia que pode auxiliar a implementação e adaptação de aulas práticas para o ensino de ciências, servindo de ferramenta útil aos colegas que desejam estimular seus estudantes à investigação e argumentação científica.

A intenção é favorecer uma participação mais ativa por parte do estudante e contribuir com a disponibilização de outras ferramentas educacionais para os docentes.

Desejamos sucesso em suas abordagens junto a seus estudantes!

Os autores.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	3
1.1 A experimentação investigativa e a argumentação científica: breve contribuição teórica	3
2 A METODOLOGIA ADI: ADAPTANDO OS ROTEIROS E DESENVOLVENDO A EXPERIMENTAÇÃO	8
3 EXEMPLOS DE ROTEIROS ADAPTADOS	13
3.1 Tema Soluções	14
3.2 Tema: Separação de Misturas	18
3.3 Tema: Densidade	23
4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28
ANEXO	31

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa partiu de algumas de algumas sugestões e do meu interesse por melhorar as aulas experimentais de Química de modo a conseguir possibilitar uma participação mais ativa por parte do aluno, pois essa foi uma das minhas dificuldades enquanto aluna do curso de licenciatura e depois de já formada, como no exercício da minha profissão, atuando como professora de Química. Desejava um ensino de Química mais dinâmico e participativo, de forma que pudesse causar nos alunos o interesse pela minha disciplina, reflexões sobre os conhecimentos científicos, e relacioná-los com o seu dia a dia de forma que os estudantes pudessem criar hipóteses e solucionar problemas, tornando estudantes mais críticos e questionadores.

Diante disto, busquei no ensino experimental uma forma prática, agradável e prazerosa de ensinar determinados conteúdos de Química. Passei então, a refletir sobre as minhas aulas e postura em sala de aula e percebi o quanto eu estava distante de um ensinar ciências para gerar alunos mais críticos e participativos a fim de criar hipóteses e solucionar problemas envolvendo, muitas vezes, o dia a dia deles. Portanto, durante minha atuação como professora de Química/Ciências em sala de aula, ainda não havia planejado aulas de experimentação de uma maneira em que o aluno fosse mais ativo. Tinha trabalhado com algo nesse sentido no decorrer da minha graduação por conta do projeto que participava, porém na Universidade todas as minhas aulas experimentais, tais como: Introdução ao Laboratório de Química, Química Orgânica Experimental e Química Inorgânica Experimental já apresentavam um roteiro estruturado com início, meio e fim.

Minha primeira experiência de ensinar química de forma experimental fugindo da tradicional forma dos roteiros já prontos, do “faça isso” ou “coloque isso” foi justamente para o projeto do meu Mestrado. Para mim, foi uma tarefa um tanto quando desafiadora, pois na minha formação não tinha esse hábito de questionar e argumentar nas aulas, além da minha pouca experiência profissional na docência. Com isso percebi o quanto o exercício do magistério exige bem mais que diferentes saberes, é preciso saber práticas, estratégias, métodos, técnicas, didática, pedagogia.

1.2 A experimentação investigativa e a argumentação científica: breve contribuição teórica

Nesse tópico apresentamos aos colegas uma breve contribuição teórica sobre o uso da experimentação investigativa em aulas de ciências e a possibilidade do desenvolvimento da argumentação científica pelos estudantes. Compartilhamos parte de nossas leituras, estudos e do desenvolvimento da pesquisa realizada, o que não encerra o assunto nem tão pouco restringe as diversas contribuições de outros autores.

Experimentação no ensino de ciências

Sobre o uso da experimentação para o ensino de ciências, Galiuzzi et al (2001) afirmam que há um consenso entre professores e pesquisadores sobre sua importância e que muito se tem estudado e pesquisado a respeito da experimentação (GALIAZZI et al, 2001 apud WELLINGTON, 1998; FRASER; TOBIN, 1998; GABEL, 1994). Nesse mesmo sentido, Suart (2014) cita que a experimentação no ensino de química é tema constante nas salas de aulas, nas conversas entre professores da disciplina, em congressos e em revistas da área, seja por sua contribuição para o processo de ensino e aprendizagem ou pelas dificuldades encontradas para sua aplicação e desenvolvimento (SUART, 2014 p 63).

Apesar do avolumado contexto da pesquisa sobre experimentação, nossa prática cotidiana nos permite concordar com Galiuzzi et al (2001, p. 250) ao afirmar que “a vivência nas escolas, nos mostra que as atividades experimentais são pouco frequentes”.

Schwahn e Oaigen (2008) apresentam alguns fatores que levam professores e futuros professores a se afastarem do uso da experimentação:

A falta de preparo adequado dos futuros professores durante seus cursos de licenciatura, a falta de articulação entre teoria e prática, a falta de estrutura nos laboratórios das escolas, visão simplista dos professores e alunos no uso da experimentação, podem ser considerados fatores que afastam professores e alunos de aulas experimentais (SCHWAHN E OAIGEN, 2008 p. 153).

Além disso, a investidura em promover, a partir de problemas experimentais, o desenvolvimento de habilidades cognitivas, raciocínio lógico e processos argumentativos ainda é pouco explorada. Em geral o que se observa por meio do levantamento de leituras e pesquisas é o uso da experimentação ainda pautada em concepções tradicionalistas que privilegiam o tecnicismo e a comprovação de teorias vistas em sala de aula, tal qual enfatizado por Suart (2014):

Tais atividades são, geralmente, realizadas de forma isolada do contexto de ensino, utilizadas após o desenvolvimento de determinado conteúdo em sala de aula, a fim de que o aluno verifique ou comprove o que foi discutido. É apresentada em roteiros preestabelecidos, [...] para que o aluno cumpra passo a passo o que deve ser executado, de forma a evitar erros. [...] como se o experimento tivesse sempre que dar certo, ou seja, como se a ciência nunca errasse. (SUART, 2014 p.72)

Segundo Barberá e Valdes (1996), a inserção, nas instituições de ensino, de práticas experimentais para o ensino de ciências pautadas nessa visão indutivista do método científico vem sendo criticada e desacreditada no meio acadêmico científico, mas segue distante de ser erradicada do mundo do ensino de ciências.

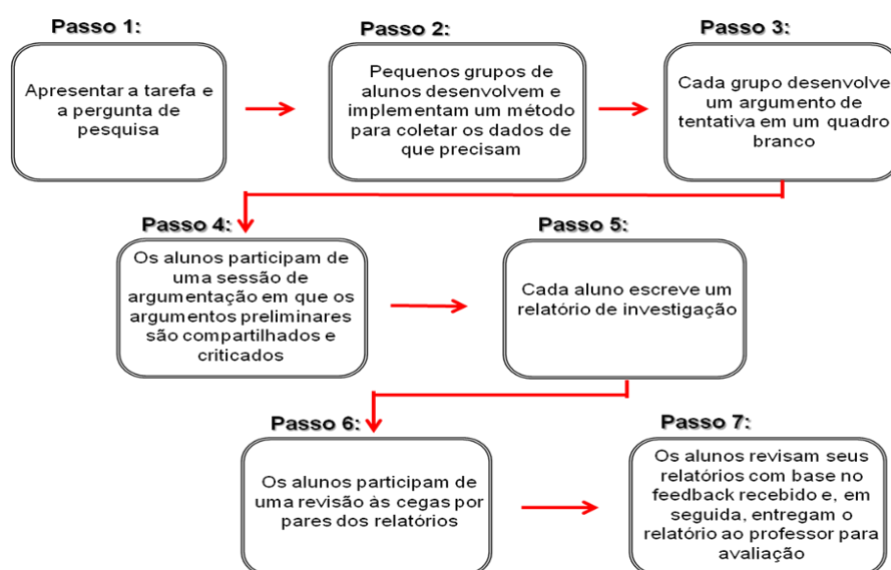
Apesar da dificuldade e da resistência em se alterar essa práxis docente, existem proposições e metodologias, em detrimento às tradicionais, que visam contribuir para o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas, com características dialógicas e participativas, que movimentam as habilidades cognitivas dos estudantes, contemplando aspectos formativos que favorecem a criticidade, a criatividade, a argumentação e o raciocínio lógico.

Destacamos, especificamente para esse material, a metodologia de investigação orientada por argumentos, do inglês *Argument-Driven Inquiry* (ADI). Esse modelo tem como ponto central a argumentação e o papel do argumento na construção social do conhecimento científico (WALKER; SAMPSON, 2013a) ao mesmo tempo em que possibilita a investigação.

A metodologia ADI foi implementada em cursos de graduação em química com o intuito de melhorar tanto a argumentação verbal quanto a escrita. É baseada nas teorias da aprendizagem social construtivista (DRIVER *et al.*, 1994; VYGOTSKY, 1978) e é projetada para tornar as aulas experimentais mais autênticas e educativas para os alunos (ANDERSON, 2007; BRANSFORD *et al.*, 1999; DRIVER *et al.*, 1994), uma vez que os alunos recebem o feedback no decorrer do processo e tem a oportunidade de aprender com os seus erros (WALKER, 2011).

É organizada em sete passos (Figura 1) que exigem que o aluno trabalhe em equipe a fim de desenvolver um procedimento para responder a uma determinada pergunta da pesquisa, seguido pela produção de um argumento inicial que articula e justifica uma explicação para o fenômeno sob investigação (argumento) (WALKER, 2011).

Figura 1: Os sete passos do ADI



Fonte: (WALKER, 2011)

Argumentação Científica

Diversos autores (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; KUHN, 1993; NORRIS; PHILLIPS, 2003; SAMPSON; BLANCHARD, 2012; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006), vem discutindo a necessidade de desenvolver argumentação nas aulas de ciências, considerando o fato de entender e elaborar argumentos como fundamental para o letramento científico, bem como, a capacidade de valorizar e favorecer o raciocínio crítico, contribuir para um maior entendimento dos conceitos (BELL; LINN, 2000; BERLAND; MCNEILL, 2011; ZOHAR; NEMET, 2002) e possibilitar aos alunos um maior entendimento da atividade e da natureza da Ciência (MILLAR; OSBORNE, 1998). E no Brasil, não é diferente; existem vários trabalhos sendo desenvolvidos nesse assunto (SUART; MARCONDES, 2009; SÁ; QUEIROZ, 2011; OLIVEIRA; BATISTA; QUEIROZ, 2010) e “que são apresentados de várias maneiras, seja nos objetivos da pesquisa, ou nas escolhas dos referenciais para sustentarem as metodologias” (SCARPA, 2015 p.18).

Para Kuhn (1993), a argumentação deveria estar inserida nos contextos da sala de aula no dia a dia, para que o estudante possa perceber que o conhecimento pode ser contemplado como um processo constante de avaliação, onde as constantes modificações de conclusões se devem ao fato do surgimento de novos dados e argumentos, e não uma troca de concepção.

Costa (2008) destaca como motivo para o uso do ensino argumentativo em sala de aula, o fato da aprendizagem ser um processo de construção do conhecimento, bem como no meio científico, em que são formuladas teorias para explicação de fenômenos. Essas teorias são abertas à refutação de outras pesquisas e outras teorias, permitindo a evolução da Ciência através de discussões, novos argumentos e conflitos. O autor destaca ainda, que investigações têm apontado que a argumentação válida não surge naturalmente, mas sim que é obtida na prática, por isso a necessidade de desenvolvê-la mais constantemente em sala de aula.

Apesar dos benefícios da argumentação científica, pesquisas apontam que muitos professores de ciências se mostram resistentes a uma nova metodologia. Os docentes também alegam falta de tempo para esse tipo de atividade, já que teriam que ensinar o aluno a escrever um texto argumentativo e isso tomaria mais tempo do pouco tempo que se tem para passar todo o conteúdo que é exigido pelo currículo. Esse dilema contribui para que os estudantes apresentem dificuldades em compartilhar suas ideias, usar dados para provar hipóteses e relacionar evidência e teoria (KELLY et al., 2008 apud SAMPSON et al., 2013; GALBRAITH e TORRANCE, 1999; HOLLIDAY; YORE; ALVERMANN, 1994 apud SAMPSON et al., 2013; SÁ e QUEIROZ, 2009).

Autores como Berland e Reiser (2009) defendem que a explicação e argumentação são técnicas complementares e muitos pesquisadores as tratam como única, já que são interligadas epistemicamente e constituem um gênero comunicativo específico. Por outro lado, alguns autores consideram que essa junção pode provocar dúvidas sobre o que seria explicação e o que seria argumento.

Autores como, Braaten e Windschitl (2011) alertam sobre a dificuldade que professores de Ciências encontram em conseguir diferenciar explicação de argumentação quando o objetivo é focar em uma dessas práticas.

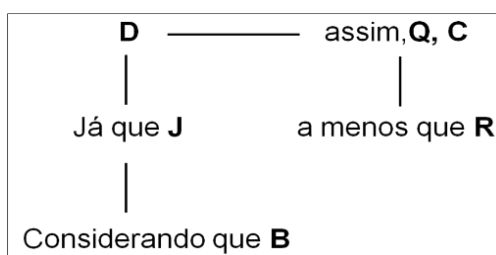
Uma forma de compreender a diferença entre explicação e argumento é que, as condições que tornam algo uma boa explicação nem sempre geram condições para se ter um argumento válido. A explicação tem como objetivo entender o motivo pelo qual determinado fenômeno acontece, enquanto o argumento seria o ato de convencer alguém de que a sua hipótese está certa (BRIGANDT, 2016).

Para Jiménez-Aleixandre e Erduran (2007) a atividade argumentativa pode ser dividida em: (i) argumentação como justificação, ato de justificar uma hipótese através do surgimento de linhas de raciocínio, teorias e evidências empíricas que a suportem, (ii) argumentação como persuasão, ou seja, o ato de convencer alguém e (iii) argumentação como controvérsia, ato de argumentar entre dois lados com visões opostas de um mesmo assunto com posições contrárias sobre um mesmo tema (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2007 apud RODRIGUES; PEREIRA, 2018).

Um dos modelos mais estudados para análise de um argumento é o modelo de Toulmin (1958), que auxilia na avaliação da argumentação científica produzida pelos estudantes no ensino de ciências. O modelo considera que existem três elementos fundamentais a serem considerados para análise de um argumento: o dado (**D**), a justificativa (**J**), e a conclusão (**C**). Logo, podemos explicar um argumento da seguinte forma: “a partir de um dado **D**, desde que a justificativa **J**, então se chega à conclusão **C**”. Porém, existem ainda outros dois elementos que podem ser acrescentados para que o argumento seja mais completo, que são: os qualificadores modais (**Q**) e condições de refutação (**R**), de modo a tornar aceitável determinada justificativa, oferecendo então, suporte à conclusão. Com isso, tanto os qualificadores modais como a refutação limitam a justificativa e acrescenta a relação entre os dados e as conclusões (SÁ; QUEIROZ, 2007).

A justificativa ainda pode ser apoiada em uma explicação fundada em um conhecimento de caráter teórico, chamada de conhecimento básico (**B**). O modelo padrão do argumento de Toulmin é apresentado na Figura 2.

Figura 2: Padrão argumentativo de Toulmin (1958).



Fonte: Adaptado pela autora.

2 A METODOLOGIA ADI: ADAPTANDO OS ROTEIROS E DESENVOLVENDO A EXPERIMENTAÇÃO

A partir das concepções e aportes teóricos apresentados, promovemos a adaptação didática de alguns conteúdos destinados ao ensino de química na educação básica, tendo como alicerce a implementação da experimentação e o desenvolvimento da argumentação científica aliada a adaptação de roteiros pela metodologia ADI.

Essa metodologia (ADI) foi inicialmente implementado em cursos de graduação em química com o intuito de melhorar tanto a argumentação verbal quanto a escrita dos estudantes. Por isso, neste item, descrevemos as etapas da metodologia atreladas a adaptação de roteiros destinados às aulas práticas de ensino de química para educação básica. A adaptação foi consolidada a partir do estudo e da pesquisa desenvolvida a partir da análise da implementação desses roteiros adaptados, e, da análise do desenvolvimento da argumentação por parte dos estudantes.

Como descrito anteriormente, a metodologia ADI foi organizada em sete passos (Figura 1), e exige que os estudantes trabalhem em equipe a fim de desenvolver um procedimento para responder a uma determinada pergunta (problema) da pesquisa, e, de produzir um argumento inicial que articula e justifica uma explicação para o fenômeno sob investigação (argumento) (WALKER, 2011).

A seguir, descrevemos não apenas os passos da metodologia, mas também questões relacionadas aos roteiros e ao desenvolvimento da atividade.

Passo 1

O primeiro passo é a introdução às tarefas e questões de pesquisa (problema).

No início da aula, você professor(a), que atuará como mediador(a) durante o processo de realização da atividade, deve dividir a turma em grupos. Os roteiros devem ser entregues a cada estudante e recomenda-se a leitura do roteiro e atendimento de dúvidas iniciais relacionadas ao material.

Os roteiros devem ser iniciados com o título; o ideal é que, sempre que possível, o título já se apresente como um questionamento relacionado ao tema e conteúdo que será trabalho por meio da experimentação.

Após o título, uma breve introdução deve ser apresentada, e considerando a adaptação da metodologia para o ensino fundamental, é interessante que os assuntos abordados e sua forma de apresentação tenham relação com o cotidiano local, regional ou global, podendo conter, por exemplo, notícias e imagens.

A introdução é seguida da proposta da tarefa e da pergunta de pesquisa (problema a ser resolvido). Sugere-se que seja proposto um problema desafiador para os estudantes resolverem e que contribua para o interesse em desenvolver a atividade proposta.

O Passo 1 é cumprido com a apresentação, feita pelo(a) professor(a) do roteiro, da tarefa e da pergunta da pesquisa.

Importante: O roteiro também deve conter uma lista de materiais que estarão inicialmente à disposição dos estudantes. No caso de a atividade ser desenvolvida dentro de um laboratório, é interessante lembrar aos estudantes que eles podem utilizar outros materiais, caso considerem necessário. A depender da atividade proposta e dos materiais disponibilizados, também pode ser necessário fazer alusão às regras de segurança e itens de proteção individual ou coletiva (jaleco, luvas, óculos, entre outros).

Passo 2

O segundo passo é o desenvolvimento e a implementação de métodos para colher os dados que os estudantes irão precisar.

Algumas questões são elencadas no roteiro para contribuir com a etapa, como: qual o tipo de dados que serão coletados, como esses dados serão coletados e como serão analisados. Alguns exemplos de questões: Que tipo de medições ou observações você vai precisar fazer durante a investigação? Que tipo de gráfico ou tabela você poderia criar para ajudar a compreender os dados? Caso o resultado não tenha saído como planejado, como você explica o que aconteceu?

Importante destacar que você professor(a), ao atuar como mediador(a) no desenvolvimento dessa etapa, favoreça a tomada de decisões pelos estudantes, mas sem induzi-las ou resolvê-las. Lembre-se: errar, compreender o erro e aprender com ele, é etapa valorizada nesse tipo de proposta.

O Passo 2 é cumprido com a realização do experimento ou atividade prática e a implementação da etapa de coletas de dados e observações.

Passo 3

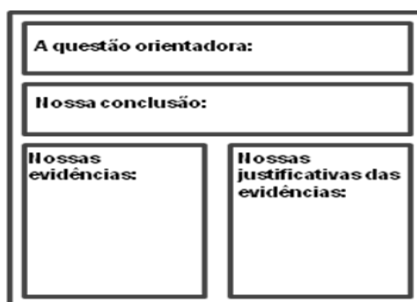
O terceiro passo é desenvolvido pelos grupos após a coleta e interpretação dos dados.

Os grupos devem propor um argumento inicial que inclua uma afirmação/conclusão. Essa afirmação/conclusão é a resposta para a questão orientadora. O argumento também deve incluir evidências (vinda da análise dos dados e da interpretação dessa análise). Finalmente, deve ser incluída uma justificativa da evidência no argumento.

Será, portanto, útil se valer de um conceito científico, ou princípio, para explicar por que a evidência usada é relevante e importante.

No roteiro, esse passo é auxiliado pelo preenchimento de um quadro, ou algo semelhante, que organiza todas essas informações (Figura 3).

Figura 3: Exemplo do quadro organizacional do Passo 3.



Fonte: (BARBOSA, 2017).

Passo 4

No quarto passo os estudantes participam de uma sessão de argumentação onde as tentativas de argumentos são compartilhadas e criticadas. Nesse momento, um membro de cada grupo permanece no seu lugar (bancada ou mesa) para compartilhar o argumento de seu grupo com os outros colegas que se juntarão a ele, enquanto os outros membros do grupo vão para outras bancadas para ouvir, criticar e opinar acerca dos argumentos dos outros grupos.

Terminado a sessão de argumentação, os grupos originais voltam a se reunir e têm a chance de corrigir e melhorar os seus argumentos.

Essa etapa deve ser mediada na tentativa de estimular que os estudantes se soltem e compartilhem adequadamente suas falas, mantendo o respeito aos demais. A comunicação deve ser favorecida.

Passo 5

No quinto passo os estudantes devem elaborar um relatório investigativo. O relatório é uma atividade individual e pode/deve ser confeccionado em casa devendo ser entregues duas vias do mesmo sem identificação – uma via ficará com o(a) professor(a) e outra que será avaliada pelos demais estudantes (passo 6). Você deverá identificar os relatórios com números ou letras, por exemplo, para que somente você saiba a identidade do estudante.

O relatório deverá conter a resposta das seguintes perguntas: (1) que pergunta você estava tentando responder e por quê? (2) o que você fez durante a sua investigação e por que você conduziu sua investigação desta forma? (3) qual o seu argumento?

Cada pergunta dessas corresponde a uma seção que deverá ser avaliada depois. Essas perguntas servem como uma orientação para os estudantes elaborarem o relatório e tenham a oportunidade de compreenderem melhor a importância de um argumento na ciência, além de assimilar o conteúdo enquanto escrevem.

É como se eles estivessem seguindo o modelo tradicional de relatório contendo introdução, procedimento, resultados e discussões (WALKER e SAMPSON, 2013b).

Inferimos aqui que em alguns casos, os estudantes, em especial os que não estão habituados a realizarem tarefas escritas, podem apresentar certa resistência na confecção e entrega dos relatórios, que podem ser feitos à mão ou com auxílio de um computador. Importante que nós, professores(as) possamos planejar alternativas para que essa etapa se concretize.

Apenas como exemplo, compartilhamos uma breve experiência vivida por nós na condução da pesquisa realizada para adaptação da metodologia: em dado momento, foi preciso conduzir os estudantes à sala de informática da escola para que os estudantes produzissem o relatório e entregassem naquela aula prevista para esta etapa. Os demais estudantes que já haviam cumprido a confecção do texto, tiveram oportunidade de promover ajustes e melhorias em seus materiais.

Sabemos que nem todas as escolas dispõem de salas de informática, mas ações podem ser pensadas ainda que para uma escrita à mão. Importante nos atentarmos que o objetivo final é contribuir para a formação dos estudantes e que nossa dedicação vale à pena!

Passo 6

No sexto passo os estudantes participam de uma revisão “as cegas” por pares dos relatórios.

Após a identificação dos relatórios com números ou letras, você deve distribuir os relatórios aleatoriamente em cada grupo. Cada estudante dos grupos deve receber um relatório, além de um guia com as orientações para a revisão por pares.

Apesar da distribuição individual, a revisão de cada relatório deve ser promovida pelo grupo, em um trabalho de equipe e todos devem decidir e opinar em cada item para que o relatório seja aceito da maneira como foi apresentado ou para que sejam propostas sugestões e melhorias.

O guia de revisão por pares utilizado no desenvolvimento da pesquisa e aplicação da metodologia na educação básica foi proposto por Barbosa (2017) e pode ser adotado como sugestão. Ou, pode-se elaborar um guia com alguns critérios específicos que auxiliem na revisão realizada pelos estudantes.

Alguns dos critérios do guia são:

- O autor descreveu o conceito que está sendo investigado e por que ele é útil ou necessário?
- O autor descreveu o procedimento que usou para juntar os dados e depois explicou porque usou esse procedimento?
- O raciocínio do autor é suficiente e apropriado?

Além de questões relacionadas a gramática, como por exemplo, a escolha de palavras. Nesse guia o grupo pode avaliar cada critério fazendo a marcação em:

não, parcialmente e sim. Ao final dessa avaliação, o grupo pode sugerir ou apontar aos colegas, em um espaço em branco, o que pode ser melhorado e porquê.

Passo 7

O sétimo e último passo é revisão dos relatórios baseados no feedback (retorno) dos estudantes. Os relatórios que foram avaliados pelos grupos com sugestões e adaptações necessárias, devem ser devolvidos aos estudantes para serem reescritos ou adaptados e só depois serem novamente entregues ao professor.

Os relatórios que foram considerados bons podem ser entregues diretamente ao professor.

Apesar de Walker et al., (2011) relatarem que os estudantes normalmente, optam por revisar os seus relatórios e levar em consideração os comentários feitos pelos colegas para a melhoria do relatório antes de entregar o mesmo para o professor, nossa experiência na implementação da metodologia revelou que alguns estudantes não concordam com esses apontamentos, seja por meio de uma concordância cientificamente justificada ou por uma justificativa de cunho pessoal, como por exemplo, desacordos particulares com os colegas, quando estes por alguma razão identificam quem foi a revisor, ainda que em seja o grupo.

Mais uma vez destacamos a importância de conduzirmos a situação de forma a atingirmos o objetivo educacional proposto, de forma que mantenhamos na sala de aula entre estudantes e nós a ética que nossa profissão nos exige.

Por fim, os alunos entregam ao professor os relatórios revisados e os guias de revisão por pares para que o professor possa fazer a avaliação final. O professor analisa cada relatório seguindo as seguintes categorias: (i) Introdução; (ii) Método; (iii) Argumento e (iv) o uso da escrita em si, ao final cada guia de revisão recebe uma rubrica de avaliação.

Importante: A observação ao tempo destinado para a realização de todas as etapas das atividades é de fundamental importância, de maneira que os passos da metodologia não sejam comprometidos.

Além disso, para que o resultado almejado com a experimentação adaptada por esta metodologia seja alcançado, sugere-se que ela não seja usada de forma pontual ou para demonstração de teorias, ou comprovações, reproduzindo justamente o que ela se propõe a contrapor. Mas ao contrário, seja adotada como estratégia didática junto aos estudantes.

EXEMPLOS DE ROTEIROS ADAPTADOS

Tema: SOLUÇÕES

COMO A QUANTIDADE DE SOLUTO/SOLVENTE PODE AFETAR NA CONCENTRAÇÃO E DILUIÇÃO NO PREPARO DE UM SUCO EM PÓ?

Introdução

Os muitos materiais com que tomamos contato em nosso dia a dia raramente são substâncias puras. Geralmente, são misturas de duas ou mais substâncias. As misturas podem ser fundamentalmente divididas em dois tipos: as heterogêneas (apresentam duas ou mais fases) e as homogêneas (apresentam uma única fase).

As misturas homogêneas são também denominadas soluções.

As propriedades de uma solução não dependem apenas dos seus componentes, mas também da proporção entre as quantidades desses componentes. Por exemplo, se você adicionar uma colher de açúcar (soluto) em um copo de água (solvente) e mexer bem, obterá uma solução aquosa de açúcar. Uma das propriedades dessa solução é o seu sabor doce. Se, em outro experimento, você adicionar três colheres de açúcar em um copo de água e mexer bem, também obterá uma solução aquosa de açúcar. Esta última apresenta, contudo, um sabor ainda mais doce do que a primeira solução. Essa mudança evidencia que a quantidade de açúcar adicionada altera aquela solução.

As soluções podem também ser classificadas de acordo com o estado físico de seus componentes. Assim, podemos classificar as soluções como:

- (1)** Solução sólida: Os componentes desse tipo de solução, na temperatura ambiente, encontram-se no estado sólido.
- (2)** Solução líquida: Pelo menos um dos componentes deve estar no estado líquido.
- (3)** Solução gasosa: Os componentes desse tipo de solução encontram-se no estado gasoso.

Sua tarefa:

(i) Determinar, através do preparo de um suco em pó comercial, como a quantidade de soluto/solvente afeta a concentração e diluição do suco pronto; **(ii)** Desenvolver um modelo conceitual que possa ser usado para explicar a relação desses conceitos

com o preparo de suco. O conceito de Soluções deve servir como base teórica para o seu modelo.

Questão orientadora: Como a quantidade de soluto/solvente utilizados no preparo de um suco em pó, pode afetar sua concentração e/ou propriedade?

Materiais: Os materiais são de uso livre

- ✓ Sucos em pó
- ✓ Água (diversos volumes)
- ✓ Colher
- ✓ Copo de medida
- ✓ Copos descartáveis

Começando: Para desenvolver o seu modelo você precisa executar o experimento. O objetivo do experimento é identificar como a quantidade de soluto/solvente afeta a concentração e a diluição no suco.

Para conduzir esses experimentos vocês terão que decidir que tipo de dados irão coletar.

Para determinar **que tipos de dados vocês precisam coletar**, pensem sobre as seguintes questões:

- ✓ Como vocês saberão a quantidade de soluto e/ou solvente que vão usar?
- ✓ Que tipo de medições ou observações vocês vão precisar fazer durante a sua investigação?
- ✓ Quando vocês vão precisar fazer essas medições e observações?

Para determinar **como vocês vão coletar seus dados**, pensem sobre as seguintes questões:

- ✓ Quantos sucos em pó vocês vão utilizar para fazer o teste?
- ✓ Quantos testes precisarão fazer?
- ✓ Que tipos de comparações/relações vocês precisam fazer?
- ✓ Como vão analisar os dados coletados e organizá-los?

A fim de determinar **como vocês vão analisar os dados**, pensem sobre a seguinte questão:

- ✓ Que tipo de cálculos vocês poderiam realizar?

Argumento Inicial: Assim que o seu grupo tenha terminado de coletar e analisar os dados, vocês irão desenvolver um argumento inicial. O argumento deve incluir uma proposição/conclusão. A proposição/conclusão é a resposta para a questão orientadora. O argumento também deve conter evidências que apoiem a conclusão. A evidência é a análise dos dados de vocês e a interpretação do que a análise significa. Finalmente, vocês devem incluir uma justificativa da evidência no argumento. Será, portanto, necessário utilizar um conceito científico ou princípio para explicar por que a evidência que vocês decidiram usar é relevante e importante. Vocês vão criar o argumento inicial em um quadro branco. O quadro deve incluir todas as informações mostradas na figura à direita.

A questão orientadora:	
Nossa conclusão:	
Nossas evidências:	Nossas justificativas das evidências:

Sessão de Argumentação: Nessa etapa os grupos vão compartilhar seus argumentos. Um membro de seu grupo vai continuar na sua mesa para compartilhar o argumento do grupo, enquanto os outros membros vão para outras mesas para ouvir e discutir os argumentos dos demais grupos. Vocês terão que avaliar o conteúdo da conclusão, a qualidade das evidências usadas para apoiar a conclusão e a força da justificativa das provas incluídas em cada argumento que vocês vêem. Para criticar um argumento, vocês podem precisar de mais informações do que o que está incluso no quadro branco. Vocês podem, portanto, sentir a necessidade de perguntar ao apresentador uma ou mais perguntas, tais como:

- ✓ Como o seu grupo coletou os dados? Por que vocês usaram esse método?
- ✓ O que o seu grupo fez para ter certeza de que os dados coletados são confiáveis?
- ✓ O que o seu grupo fez para analisar os dados, e por que vocês decidiram fazer dessa forma?
- ✓ Essa é a única maneira de interpretar os resultados da análise do seu grupo? Como você sabe que a sua interpretação da análise é apropriada?
- ✓ Por que o seu grupo decidiu apresentar as evidências dessa maneira?

- ✓ Que outras afirmações/conclusões o seu grupo discutiu antes de decidir sobre essa? Por que vocês abandonaram essas ideias alternativas?
- ✓ Quão confiante você está de que a conclusão do seu grupo é válida? O que você poderia fazer para aumentar a sua confiança?

Assim que a sessão de argumentação estiver completa, você deve se reunir com o seu grupo e revisar o seu argumento original. O seu grupo pode precisar juntar mais dados ou desenvolver uma ou mais conclusões alternativas como parte desse processo. Lembre-se, o seu objetivo nesse estágio da investigação é desenvolver a resposta mais adequada ou aceitável para a questão da pesquisa.

Relatório: Assim que você terminar a sua pesquisa, você deve preparar um **relatório investigativo** que deve conter três seções. Cada seção deverá fornecer uma resposta para as seguintes perguntas:

1. Que pergunta você estava tentando responder e por quê?
2. O que você fez durante a sua investigação e por que você conduziu sua investigação desta forma?
3. Qual é o seu argumento científico?

Seu relatório deve responder a estas perguntas em duas páginas ou menos. Este relatório pode ser digitado, ou feito à mão, figuras ou tabelas podem ser incorporadas no documento. Certifique-se de escrever em um estilo persuasivo; você está tentando convencer os demais de que a sua proposição é aceitável ou válida!





Tema: SEPARAÇÃO DE MISTURA

DERRAMAMENTO DE PETRÓLEO: É POSSÍVEL SEPARAR ESSA MISTURA?

Introdução

Observe a notícia trazida abaixo¹:

RIO | Publicado: 30/08/16 - 12h 36min | Atualizado: 17/05/17 - 17h 23min

Óleo vaza na Baía de Guanabara e causa desastres ecológicos em 75, 97 e 2000

Derramamento de duto da Petrobras, ligando refinaria de Caxias à Ilha do Governador, polui área de 40km quadrados e afeta pescadores, fauna e flora. Em 1927, ilhas são devastadas

“Em março de 1975, houve um grande vazamento de óleo do navio Tarik. Segundo a Feema, foi o maior da baía em 25 anos. Mais de duas décadas depois, na manhã do dia 18 de janeiro de 2000, um duto da Petrobras que ligava a Refinaria Duque de Caxias (Reduc) ao terminal Ilha d'Água, na Ilha do Governador, rompeu-se, provocando o derramamento de 1,3 milhão de litros de óleo combustível e graxa nas águas da Guanabara. A mancha se espalhou por mais de 40 quilômetros quadrados, afetando famílias que viviam da pesca, além da fauna e da flora.

Considerado um dos mais graves desastres ambientais da América do Sul, o derramamento de 2000 não causou apenas a poluição do espelho d'água da Baía de Guanabara. Houve contaminação das areias, de costões rochosos, muros de contenção, pedras, lajes e muretas das ilhas do Governador e de Paquetá.

Os prejuízos se estenderam à vegetação de mangue existente no entorno da Ilha do Governador e provocaram uma drástica redução das atividades turísticas em toda a Baía, principalmente na visita à Ilha de Paquetá. Outros municípios também foram afetados. A área de proteção ambiental (APA) da região, na cidade de Guapimirim, foi duramente atingida pelo derramamento de óleo.”¹

Na química, existem alguns métodos de separação de misturas que podem ajudar a solucionar alguns problemas como esse citado na reportagem acima.

Para separar misturas homogêneas podemos, por exemplo, utilizar os métodos de destilação simples e destilação fracionada.

¹ O Globo. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/em-destaque/oleo-vaza-na-baia-de-guanabara-causa-desastres-ecologicos-em-75-97-2000-20018209#ixzz5U996XwFU>. Acessado em 16 de outubro de 2018.

Para separar misturas heterogêneas, podemos utilizar outros métodos como: filtração, decantação, catação, dissolução fracionada, separação magnética. Esses métodos são exemplificados na Figura 1 abaixo:



Figura 1: Alguns exemplos de métodos de separações de misturas.

A Tarefa: Propor um método de separação e separar as misturas quando possível.

Materiais: Você pode usar qualquer um desses materiais durante a sua investigação. Lembre-se você pode utilizar todo o material que se encontra no laboratório, caso haja necessidade.

- ✓ Mistura: Xarope de milho, água, óleo, pedra e areia.
- ✓ Funil de separação
- ✓ Peneira
- ✓ Papel de filtro
- ✓ Imã

Precauções de Segurança: Siga todas as regras normais de segurança no laboratório.

Começando: Para desenvolver o seu modelo o primeiro passo é **predizer** o que irá acontecer, ou seja, com base em seus conhecimentos, o que vocês acham que vai, ou pode, acontecer, e, o que vocês acham que vão conseguir identificar com esse experimento?

Para auxiliá-los mais tarde é indicado que façam uma breve descrição dessa previsão, se achar necessário podem fazer um desenho.

Após a previsão o próximo passo é **observar** (executar o experimento). Para conduzir esses experimentos vocês terão que decidir que tipos de dados irão coletar, como irão coletar, e como irão analisar.

ATENÇÃO: Não se esqueça de fazer as anotações das mudanças que você observou na realização do experimento.

Para determinar que **tipo de dados você precisa coletar**, pense sobre as seguintes questões:

Que tipo de medições ou observações você vai precisar fazer durante a sua investigação?

- ✓ Quando você vai precisar fazer essas medições e observações?
- ✓ Quantos e quais métodos de separação vou precisar utilizar?
- ✓ As substâncias utilizadas são solúveis uma na outra?

Para determinar **como você vai coletar seus dados**, pense sobre as seguintes questões:

- ✓ Que tipos de comparação você vai precisar fazer?
- ✓ São diferentes as maneiras de separar esses materiais? Por quê?
- ✓ Como você faria para explicar as alterações analisadas no experimento?

A fim de determinar **como você vai analisar os dados**, pense sobre as seguintes questões:

- ✓ Que tipo de tabela você poderia criar para te ajudar a compreender os seus dados?
- ✓ Ao juntar alguns produtos fica difícil separá-los? Proponha uma maneira de separar materiais assim.
- ✓ Existem sistemas heterogêneos e homogêneos. Como você classificaria os seus sistemas?
- ✓ Quais foram os métodos de separação que você utilizou? Explique por que utilizou esses métodos.

Ao final da sua análise dos dados, você deverá **explicar** o que aconteceu antes e durante o seu experimento, ou seja, você deverá comparar os seus resultados antes, durante e após a realização do experimento, para isso, pense sobre as seguintes questões:

- ✓ Será que o que você esperava que acontecesse antes de fazer o experimento aconteceu?
- ✓ O método de separação que você propôs antes da realização do experimento foi o mais adequado?

- ✓ Caso o seu resultado do experimento não tenha atingido a sua expectativa, o que você acha que aconteceu?

Argumento Inicial: Assim que o seu grupo tenha terminado de coletar e analisar os dados, vocês irão desenvolver um argumento inicial. O argumento deve incluir uma proposição/conclusão. A proposição/conclusão é a resposta para a questão orientadora. O argumento também deve conter evidências que apoiem a conclusão. A evidência é a análise dos dados de vocês e a interpretação do que a análise significa. Finalmente, vocês devem incluir uma justificativa da evidência no argumento. Será, portanto, necessário utilizar um conceito científico ou princípio para explicar por que a evidência que vocês decidiram usar é relevante e importante. Vocês vão criar o argumento inicial em um quadro branco. O quadro deve incluir todas as informações mostradas na figura à direita.

A questão orientadora:	
Hossa conclusão:	
Hossas evidências:	Hossas justificativas das evidências:

Sessão de Argumentação: Nessa etapa os grupos vão compartilhar seus argumentos. Um membro de seu grupo vai continuar na sua mesa para compartilhar o argumento do grupo, enquanto os outros membros vão para outras mesas para ouvir e discutir os argumentos dos demais grupos. Vocês terão que avaliar o conteúdo da conclusão, a qualidade das evidências usadas para apoiar a conclusão e a força da justificativa das provas incluídas em cada argumento que vocês veem. Para criticar um argumento, vocês podem precisar de mais informações do que o que está incluso no quadro branco. Vocês podem, portanto, sentir a necessidade de perguntar ao apresentador uma ou mais perguntas, tais como:

Como o seu grupo coletou os dados? Por que vocês usaram esse método?

- ✓ O que o seu grupo fez para analisar os dados, e por que vocês decidiram fazer dessa forma?

- ✓ Essa é a única maneira de interpretar os resultados da análise do seu grupo? Como você sabe que a sua interpretação da análise é apropriada?

- ✓ Que outras afirmações/conclusões o seu grupo discutiu antes de decidir sobre essa? Por que vocês abandonaram essas ideias alternativas?
- ✓ Quão confiante você está de que a conclusão do seu grupo é válida? O que você poderia fazer para aumentar a sua confiança?
- ✓ Qual teoria, lei, modelo ou outras afirmações científicas vocês usaram para suportar suas ideias? Por quê?

Assim que a sessão de argumentação estiver completa, você terá a chance de se reunir com o seu grupo e revisar o seu argumento original. O seu grupo pode precisar juntar mais dados ou desenvolver uma ou mais conclusões alternativas como parte desse processo. Lembre-se, o seu objetivo nesse estágio da investigação é desenvolver a resposta mais válida ou aceitável para a questão da pesquisa.

Relatório: Assim que você terminar a sua pesquisa, você deve preparar um **relatório investigativo** que deve conter três seções. Cada seção deverá fornecer uma resposta para as seguintes perguntas:

1. Que pergunta você estava tentando responder e por quê?
2. O que você fez durante a sua investigação e por que você conduziu sua investigação desta forma?
3. Qual é o seu argumento científico?

Seu relatório deve responder a estas perguntas em duas páginas ou menos. Este relatório pode ser digitado, ou feito à mão, figuras ou tabelas podem ser incorporadas no documento. Certifique-se de escrever em um estilo persuasivo; você está tentando convencer os demais de que a sua proposição é aceitável ou válida!

Tema: DENSIDADE

POR QUE UMA PESSOA NÃO AFUNDA NO MAR MORTO?

Introdução

O Mar Morto, localizado no Oriente Médio, é um lago enorme formado pela água com maior teor de sal do planeta. No Mar Morto a densidade da água é muito grande. Ele tem esse nome porque o excesso de sal nas suas águas torna a vida praticamente impossível por ali¹. Com exceção da bactéria *Haloarculamarismortui*, que consegue filtrar os sais e sobreviver nesse cemitério marítimo, todos os organismos que chegam ao Mar Morto morrem rapidamente. Fazendo uma comparação com os demais mares, conseguimos entender melhor essa alta concentração de sal: nos oceanos há uma média de 35 gramas de sal por litro de água, enquanto o Mar Morto tem quase 300 gramas de sal por litro de água². As águas do Mar Morto são relativamente ricas em minerais, tais como: potássio, bromo, cálcio e magnésio.

A densidade é uma grandeza que representa a razão (divisão) entre a massa e o volume do material em estudo, e é uma propriedade utilizada na identificação dos materiais e nos procedimentos de separação de misturas. Os densímetros dos postos de gasolina, por exemplo, possibilitam ao consumidor comprovar a qualidade do álcool que está sendo vendido. Se o combustível estiver fora das especificações, com maior quantidade de água que o permitido, a diferença será indicada pelo densímetro.

As cooperativas de leite usam um recurso semelhante para constatar se houve adulteração.

Quase todas as atividades mineradoras usam essa propriedade para separar minérios. Os garimpeiros movimentam a bateia, enquanto o ouro, mais denso, deposita-se no centro e o menos denso afasta-se para as bordas.

Empresas recicladoras de plásticos originados da coleta seletiva de lixo usam a água para separar, os objetos mais densos, que afundam, dos menos densos, que flutuam³.

¹ Conceito a Ronaldo. <http://conceitoaronaldo.blogspot.com.br/2008/10/possvel-flutuar-no-mar-morto.html>. Acessado em 24 de fevereiro de 2018.

² Mundo Estranho. <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/por-que-o-mar-morto-tem-esse-nome>. Acessado em 24 de fevereiro de 2018.

³ Mortimer, E. F.; Machado, A. H. Química volume 1 – Editora SCIPIONE 1ª edição São Paulo, 2012; p. 25- 30.

A Tarefa: Comparar a dissolução de alguns sólidos em água e seu efeito sobre a densidade da solução resultante.

Materiais: Você pode usar qualquer um desses materiais durante a sua investigação. Lembre-se você pode utilizar todo o material que se encontra no laboratório, caso haja necessidade.

- ✓ Cal (óxido de cálcio – CaO)
- ✓ Sal de cozinha (cloreto de sódio – NaCl)
- ✓ 1 garrafa com água
- ✓ 3 béqueres 250 mL ou copos de vidro
- ✓ 3 colheres de plástico (sobremesa)
- ✓ 3 rolhas de silicone (não pode ser rolha de cortiça.)
- ✓ Caneta marcadora de vidro ou fita crepe e lápis

Precauções de Segurança: Siga todas as regras normais de segurança no laboratório.

Começando: Para desenvolver o seu modelo o primeiro passo é **predizer** o que irá acontecer, ou seja, com base em seus conhecimentos, o que vocês acham que vai, ou pode, acontecer, e, o que vocês acham que vão conseguir identificar com esse experimento?

Para auxiliá-los mais tarde é indicado que façam uma breve descrição dessa previsão, se achar necessário podem fazer um desenho.

Após a previsão o próximo passo é **observar** (executar o experimento). Para conduzir esses experimentos vocês terão que decidir que tipos de dados irão coletar, como irão coletar, e como irão analisar.

ATENÇÃO: Não se esqueça de fazer as anotações das mudanças que você observou na realização do experimento.

Para determinar que **tipos de dados você precisa coletar**, pense sobre as seguintes questões:

- ✓ Que tipo de medições ou observações você vai precisar fazer durante a sua investigação?
- ✓ Quando você vai precisar fazer essas medições e observações?

✓ O aumento do sal influencia no seu resultado? Se sim, proponha uma explicação.

✓

Para determinar **como você vai coletar seus dados**, pense sobre as seguintes questões:

- ✓ Que tipos de comparação você vai precisar fazer?
- ✓ A quantidade de sal, muda o que em relação a densidade? Por quê?
- ✓ Como você faria para explicar as alterações analisadas no experimento?

A fim de determinar **como você vai analisar os dados**, pense sobre as seguintes questões:

- ✓ Que tipo de tabela você poderia criar para te ajudar a compreender os seus dados?
- ✓ O Mar Morto possui uma concentração de sal maior que a de outros mares. Com base na afirmação anterior, explique se uma pessoa afunda ou não no Mar Morto? Por quê?
- ✓ Ao colocarmos um pedaço de PET (politereftalato de etileno) e um de PP (polipropileno), ambos de mesma massa, em um copo com água ($d = 1,0 \text{ g/mL}$), um desses plásticos fica na superfície e o outro afunda. De acordo com o experimento, como você explicaria essa afirmação?

Ao final da sua análise dos dados, você deverá **explicar** o que aconteceu antes e durante o seu experimento, ou seja, você deverá comparar os seus resultados antes, durante e após a realização do experimento, para isso, pense sobre as seguintes questões:

- ✓ Será que o que você esperava que acontecesse antes de fazer o experimento aconteceu?
- ✓ Caso o seu resultado do experimento não tenha atingido a sua expectativa, o que você acha que aconteceu?

Argumento Inicial: Assim que o seu grupo tenha terminado de coletar e analisar os dados, vocês irão desenvolver um argumento inicial. O argumento deve incluir uma proposição/conclusão. A proposição/conclusão é a resposta para a questão orientadora. O argumento também deve conter evidências que apoiem a conclusão. A evidência é a análise dos dados de vocês e a interpretação do que a análise significa. Finalmente, vocês devem incluir uma justificativa da evidência no argumento. Será, portanto, necessário utilizar um conceito científico ou princípio para explicar por que a evidência que vocês decidiram usar é relevante e importante. Vocês vão criar o argumento inicial em um quadro branco. O quadro deve incluir todas as informações mostradas na figura à direita.

A questão orientadora:	
A conclusão:	
Evidências:	Justificativas das evidências:

Sessão de Argumentação. Nessa etapa os grupos vão compartilhar seus argumentos. Um membro de seu grupo vai continuar na sua mesa para compartilhar o argumento do grupo, enquanto os outros membros vão para outras mesas para ouvir e discutir os argumentos dos demais grupos. Vocês terão que avaliar o conteúdo da conclusão, a qualidade das evidências usadas para apoiar a conclusão e a força da justificativa das provas incluídas em cada argumento que vocês veem. Para criticar um argumento, vocês podem precisar de mais informações do que o que está incluso no quadro branco. Vocês podem, portanto, sentir a necessidade de perguntar ao apresentador uma ou mais perguntas, tais como:

- ✓ Como o seu grupo coletou os dados? Por que vocês usaram esse método?
- ✓ O que o seu grupo fez para ter certeza de que os dados coletados são confiáveis?
- ✓ O que o seu grupo fez para analisar os dados, e por que vocês decidiram fazer dessa forma?
- ✓ Essa é a única maneira de interpretar os resultados da análise do seu grupo? Como você sabe que a sua interpretação da análise é apropriada?
- ✓ Por que o seu grupo decidiu apresentar as evidências dessa maneira?

- ✓ Que outras afirmações/conclusões o seu grupo discutiu antes de decidir sobre essa? Por que vocês abandonaram essas ideias alternativas?
- ✓ Quão confiante você está de que a conclusão do seu grupo é válida? O que você poderia fazer para aumentar a sua confiança?
- ✓ Qual teoria, lei, modelo ou outras afirmações científicas vocês usaram para suportar suas ideias? Por quê?

Assim que a sessão de argumentação estiver completa, você terá a chance de se reunir com o seu grupo e revisar o seu argumento original. O seu grupo pode precisar juntar mais dados ou desenvolver uma ou mais conclusões alternativas como parte desse processo. Lembre-se, o seu objetivo nesse estágio da investigação é desenvolver a resposta mais válida ou aceitável para a questão da pesquisa.

Relatório: Assim que você terminar a sua pesquisa, você deve preparar um **relatório investigativo** que deve conter três seções. Cada seção deverá fornecer uma resposta para as seguintes perguntas:

1. Que pergunta você estava tentando responder e por quê?
2. O que você fez durante a sua investigação e por que você conduziu sua investigação desta forma?
3. Qual é o seu argumento científico?

Seu relatório deve responder a estas perguntas em duas páginas ou menos. Este relatório pode ser digitado, ou feito à mão, figuras ou tabelas podem ser incorporadas no documento. Certifique-se de escrever em um estilo persuasivo; você está tentando convencer os demais de que a sua proposição é aceitável ou válida!

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, C. Perspectives on Science Learning. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), Handbook of research in science education. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 3-30, 2007.

BALEN, O.; NETZ, P. A. Modelagem e Simulação Computacional no Estudo de Gases Ideais e Reais, Acta Scientiae, v. 7, nº 2, 2005.

BARBERÁ, O; VALDÉS, P. El trabajo práctico em la enseñanza de las ciencias: una revisión. Enseñanza de las Ciencias, Investigacion y Experiências Didacticas. v. 14, nº 3, p. 365-379, 1996.

BARBOSA, S. M. Argumentação Guiada por Questionamentos no Ensino de Química de Nível Médio: uma Proposta em Cinética. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

BELL, P.; LINN, M. C. Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. International Journal of Science Education, Abingdon, v. 22, nº. 8, p. 797-817, 2000.

BERLAND, L. K.; MCNEILL, K. L. A learning progression for scientific argumentation: understanding student work and designing supportive instructional contexts. Science Education, Hoboken, v. 94, nº. 5, p. 765-793, 2011.

BERLAND, L. K.; REISER, B. J. Making sense of argumentation and explanation. Science Education, Hoboken, v. 93, nº. 1, p. 26-55, 2009.

BRANSFORD, J.; BROWN, A.; COCKING, R. How people learn: Brain, mind, experience and school. Washington, DC: National Academy of Science Press, p. 386, 1999.

BRAATEN, M.; WINDSCHITL, M. Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. Science Education, Hoboken, v. 95, nº. 4, p. 639-669, 2011.

BRIGANDT, I. Why the difference between explanation and argument matters to science education. Science & Education, Dordrecht, v. 25, nº. 1, p. 251-275, 2016.

COSTA, A. Desenvolver a capacidade de argumentação dos estudantes: um objetivo pedagógico fundamental. Revista Iberoamericana de Educación, v. 46, nº 5, 2008.

DRIVER, R.; ASOKO, H., LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. Constructing scientific knowledge in the classroom. Educational Researcher, v. 23, nº.7, p. 5-12, 1994.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Science Education, Hoboken, v. 84, nº. 3, p. 287-312, 2000.

FRASER, B. J.; TOBIN, K.G. (eds.) International Handbooks of Science Education. London: Kluber Academic Publishers. P. 1271, 1998.

GABEL, D.L. (Ed.). Handbooks of Research on Science Teaching and Learning. New York: Macmillan Pub.Co. 1994.

GALBRAITH, D.; TORRANCE, M. (Eds.). Knowing what to write: Conceptual processes in text production. Amsterdam, The Netherlands: Amsterdam University Press, p. 190, 1999.

GALIAZZI, M. do C.; ROCHA, J. M. de B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L. de; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: A Pesquisa Coletiva Como Modo de Formação de Professores de Ciências. *Ciência & Educação*, v.7, nº.2, p.249-263, 2001.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in science education: an overview. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). *Argumentation in science education*. Dordrecht: Springer, p. 3-27, 2007.

KELLY, G., REGEV, J.; PROTHERO, W. Analysis of lines of reasoning in written argumentation. In S. Erduran & M. Jimenez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, p. 137-157, 2008.

KUHN, D. Science as argument: implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, Hoboken, v. 77, nº. 3, p. 319-337, 1993.

KYRIACOU, C., E COULTHARD, M. Undergraduates' views of teaching as a career choice. *Journal of Education for Teaching*, v. 26, nº. 2, p.117-126, 2000.

MILLAR, R.; OSBORNE, J. BEYOND 2000: Science education for the future. London: King's College London, School of Education, 1998.

NORRIS, S. P.; PHILLIPS, L. M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, Hoboken, v. 87, nº. 2, p. 224-240, 2003.

OLIVEIRA, J. R. S. de; BATISTA, A. A.; QUEIROZ, S. L. Escrita científica de alunos de graduação em química: análise de relatórios de laboratório. *Química Nova* (Impresso), v. 33, p. 1980-1986, 2010.

RODRIGUES, R. F.; PEREIRA, A. P. Explicação no ensino de ciências: revisando o conceito a partir de três distinções básicas. *Ciência Educação*, v. 24, nº.1, p. 43-56, 2018.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. *Química Nova* (Impresso), v. 30, p. 2035-2042, 2007.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. O espaço para a argumentação no ensino superior de química. *Educación Química*, v. XX, n. 2, p. 104-110, 2009.

SAMPSON, V.; BLANCHARD, M. R. Science teachers and scientific argumentation: trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 49, nº. 9, p. 1122-1148, 2012.

SAMPSON, V., ENDERLE, P., GROOMS, J.; WITTE, S. Writing to learn by learning to write during the school science laboratory: Helping middle and high school

students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education*, v. 97, n. 5, p. 643-670, 2013.

SCARPA, D. L. O papel da argumentação no ensino de ciências: lições de um workshop. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, p. 15-30, 2015.

SCHWAHN, M. C. A.; OAIGEN, E. R. O Uso do Laboratório de Ensino de Química como Ferramenta: investigando as concepções de licenciandos em Química sobre o Predizer, Observar, Explicar (POE). *Acta Scientiae (ULBRA)*, v. 10, p. 151-159, 2008.

SIMON, S.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J. Learning to teach argumentation: research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, Abingdon, v. 28, nº. 2-3, p. 235-260, 2006.

SUART, R. C. A experimentação no ensino de química: Conhecimentos e caminhos. In: Santan, E; Silva, E. (Orgs) *Tópicos em Ensino de Química*. São Carlos, SP, Pedro & João Editores, p. 63-88, 2014.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A argumentação em uma atividade experimental investigativa no ensino de química. In: VII Enpec, 2009, Florianópolis. *Anais do VII Encontro de Pesquisa*, 2009.

TOULMIN, S.E. *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 247, 1958.

VYGOTSKY, L. S. *The development of higher psychological processes*. Mind in society. Cambridge: Harvard University Press, 1978.

WALKER, J. P. *Argumentation in Undergraduate Chemistry Laboratories*. 2011. 118 f. Tese (Doutorado) – Philosophy Course, School of Teacher Education, Florida State University, Florida, 2011.

WALKER, J. P.; SAMPSON, V. Learning to argue and arguing to learn: Argument-Driven Inquiry as a way to help undergraduate chemistry students learn how to construct arguments and engage in argumentation during a laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 50, nº. 5, p. 561-596, 2013a.

WALKER, J. P.; SAMPSON, V. Argument-Driven Inquiry: using the laboratory to improve undergraduates' science writing skills through meaningful science writing, peer-review, and revision. *Journal of Chemical Education*, v. 90, p. 1269-1274, 2013b.

WELLINGTON, J. (ed.) *Practical Work in School Science*. London: Routledge, p. 312, 1998.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, Hoboken, v. 39, nº. 1, p. 35-62, 2002.

ANEXO

Exemplo de Guia de Revisão por Pares do Relatório de Investigação e Rubrica de Avaliação

Relatório do/da: _____ Autor: _____ Os revisores fizeram um bom trabalho? 1 2 3 4 5
Número ID Qualidade geral da revisão

Seção 1: O que você estava tentando explicar e por que?	Avaliação do revisor			Pontuação do instrutor
1. O autor descreveu o conceito que está sendo investigado e por que ele é útil ou necessário?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
2. O autor descreveu o problema que teria que ser resolvido e deixou a questão orientadora/ou os objetivos da investigação explícitos?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
Seção 2: Como você executou a sua investigação e por quê?	Avaliação do revisor			Pontuação do instrutor
1. O autor descreveu o procedimento usado para realizar a investigação?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
2. O autor forneceu uma razão significativa para explicar por que o experimento foi feito dessa maneira?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
Seção 3: O argumento	Avaliação do revisor			Pontuação do instrutor
1. O autor fez uma explicação bem articulada que fornece uma resposta suficiente para a questão de pesquisa?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
2. O autor utiliza evidência original para apoiar a explicação e apresenta a evidência de uma maneira apropriada?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
3. O autor fornece evidência suficiente para apoiar a explicação e a evidência é válida e confiável ?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
4. O raciocínio do autor é suficiente e apropriado ?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
5. A resposta do autor é consistente com o que a comunidade científica aceita e/ou com outros grupos do seu laboratório?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
A escrita	Avaliação do revisor			Pontuação do instrutor
Organização e Fluência de Sentença. A escrita tem um senso de propósito e estrutura. O autor criou um senso de ritmo com as frases e um fluxo que é agradável para o leitor?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
Escolha de palavras. O autor usou palavras adequadas para expressar suas idéias?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
Convenções. O autor usou gramática, ortografia, pontuação, parágrafos e capitalização adequados?	<input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Parcialmente	<input type="radio"/> Sim	0 1 2 3
Revisores: Se o seu grupo marcou algum “Não” ou “Parcialmente”, por favor explique como o autor poderia melhorar esta parte do seu relatório.	Autor: Quais revisões você fez no seu relatório? Existe algo que você decidiu manter o mesmo, embora os revisores tenham sugerido diferente? Certifique-se de explicar por quê.			

Fonte: (BARBOSA, 2017).