

**Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Educação
Mestrado Profissional em Educação e Docência**

Márcia Pires Fiuza de Alvarenga

**A QUALIDADE DO AR: PROPOSTAS DE TRABALHO DE
INVESTIGAÇÃO E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Linha de pesquisa: Ensino de Ciências

Belo Horizonte

2018

Márcia Pires Fiuza de Alvarenga

**A QUALIDADE DO AR: PROPOSTAS DE TRABALHO DE
INVESTIGAÇÃO E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Dissertação apresentada ao programa de
Mestrado Profissional Educação e
Docência da Faculdade de Educação da
Universidade Federal de Minas Gerais-
UFMG, como requisito parcial à obtenção
do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Ensino de Ciências

Orientadora: Prof^a. Dra. Nilma Soares da Silva

Belo Horizonte

2018

A473q
T Alvarenga, Márcia Pires Fiuza de, 1978-
A qualidade do ar [manuscrito] : propostas de trabalho de
investigação e alfabetização científica / Márcia Pires Fiuza de
Alvarenga. - Belo Horizonte, 2018.
139 f., enc, il.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas
Gerais, Faculdade de Educação.
Orientadora: Nilma Soares da Silva.
Bibliografia: f. 61-63.
Apêndices: f. 63-139.

1. Educação -- Teses. 2. Química -- Estudo e ensino (Ensino
CDD- 540.7

Catálogo da Fonte* : Biblioteca da FaE/UFMG

Bibliotecário[†]: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O (Atenção: É proibida a alteração no conteúdo, na forma e na diagramação gráfica da ficha catalográfica[‡].)

* Ficha catalográfica elaborada com base nas informações fornecidas pelo autor, sem a presença do trabalho físico completo. A veracidade e correção das informações é de inteira responsabilidade do autor, conforme Art. 299, do Decreto Lei nº 2.848 de 07 de Dezembro de 1940 - "Omitir, em documento público ou particular, declaração que dele devia constar, ou nele inserir ou **fazer inserir declaração falsa** ou diversa da que devia ser escrita..."

† Conforme resolução do Conselho Federal de Biblioteconomia nº 184 de 29 de setembro de 2017, Art. 3º – "É **obrigatório** que conste o número de registro no CRB do bibliotecário abaixo das fichas catalográficas de publicações de quaisquer natureza e trabalhos acadêmicos".

‡ Conforme Art. 297, do Decreto Lei nº 2.848 de 07 de Dezembro de 1940: "Falsificar, no todo ou em parte, documento público, ou **alterar** documento público verdadeiro..."



FOLHA DE APROVAÇÃO

A qualidade do ar: propostas de trabalho de investigação e alfabetização científica.

MÁRCIA PIRES FIUZA DE ALVARENGA

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

Aprovada em 20 de dezembro de 2018, pela banca constituída pelos membros:


Prof(a). Nilma Soares da Silva - Orientador
UFMG


Prof(a). ANA CAROLINA ARAUJO DA SILVA
UFMG


Prof(a). Celio da Silveira Junior
UFMG

Belo Horizonte, 8 de janeiro de 2019.

Dedico este trabalho à minha mãe, Maria Hilda Pires Fiuza e ao meu pai Mathias Lino Fiuza, pela educação e valores ensinados, ao meu esposo Gilson Rodrigues de Alvarenga pelo apoio e incentivo, aos meus filhos Gabriel Pires Alvarenga e Lívia Pires Alvarenga por cederem momentos de convívio para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder o dom da vida, e estar sempre me guiando em todos os momentos da minha vida.

Ao Gilson, meu esposo, amigo e companheiro que esteve sempre ao meu lado me ajudando e me apoiando em todos os momentos. Meus sinceros agradecimentos por todo incentivo e força!

Aos meus filhos, Gabriel e Lívia, que compreenderam minha ausência em suas brincadeiras. Obrigada por fazer meus dias mais felizes. Vocês são para mim fonte de inspiração e fortaleza.

Aos meus pais, Mathias e Hilda, pelo exemplo de vida e perseverança, eternos agradecimentos!

A minha irmã Marcilene, sempre atenta e preocupada, trazendo palavras carinhosas e de apoio. Que bom ter você!

A minha orientadora Nilma Soares da Silva, pela atenção, dedicação e orientações que foram primordiais para o avanço deste trabalho. A você, toda a minha admiração e meus agradecimentos!

Aos professores componentes da banca examinadora, por terem aceitado o convite de contribuir com as discussões desta pesquisa. Obrigada por compartilharem seus conhecimentos e pelas preciosas dicas.

À todos os participantes da pesquisa, à chefia e coordenadores da escola que autorizaram e contribuíram para a realização das atividades e em especial aos alunos que logo se prontificaram em colaborar com este estudo.

Aos amigos e professores do programa de mestrado, obrigada pelo apoio e principalmente pela amizade. E a todos que de alguma forma colaboraram para realização deste trabalho.

Minha eterna gratidão!

*“Ensinar não é transferir conhecimento,
mas criar as possibilidades para a sua
própria produção ou a sua construção”.*

(Paulo Freire)

A QUALIDADE DO AR: PROPOSTAS DE TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

RESUMO

A problematização do estudo teve como foco central a qualidade do ar. O tema foi escolhido diante de algumas inquietações e questões sobre o ensino de química para o nível Médio: O tema qualidade do ar e suas propriedades é explorado nos livros didáticos utilizados para o Ensino Médio? Em que nível de aprofundamento e em quais contextos? As relações entre os conteúdos científicos, as novas tecnologias e os desafios para a mensuração da qualidade do ar são de interesse de estudo por estudantes do Ensino Médio? Na escola pública da rede estadual de ensino há espaço para o desenvolvimento de projetos com objetivos de potencializar a participação dos estudantes nas práticas da comunidade científica? As escolas brasileiras, em sua maioria, apresentam um sistema rígido no qual o cumprimento fiel de todo o conteúdo programático é primordial, um ensino engessado e tradicional, cujo o método de transmissão e memorização ainda é o mais utilizado para o ensino de ciências. Acreditamos que essa prática pode distanciar os alunos da cultura científica ao invés de incluí-los, pois com esse método os estudantes não se engajam para participar de forma investigativa e desenvolver senso crítico e autonomia. Portanto, ficam indícios da necessidade de uma renovação. O aluno deve ser capaz de entender os processos e a construção de um conhecimento científico em sintonia com as aplicações tecnológicas e suas implicações na sociedade. Neste sentido, elaboramos, desenvolvemos e analisamos uma sequência de ensino sobre o tema ar com atividades numa abordagem investigativa e que contemplam as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) com intenções de promoção da Alfabetização Científica (AC), uma vez que tal proposição tem se mostrado como alternativa para um Ensino de Ciências. A sequência de ensino, produto educacional elaborado nesse trabalho de dissertação, foi desenvolvida com alunos de uma escola pública da rede estadual em Belo Horizonte/MG. Os resultados apontam que a sequência de ensino utilizada contribuiu para o avanço progressivo dos alunos em outras habilidades durante os processos envolvidos na análise da qualidade do ar, para além do conteúdo conceitual. Foram propiciados momentos de investigação com relações entre CTSA, possibilitando assim o início de uma alfabetização científica. Nesse sentido, foram apontados indicadores da AC, com movimentos que incentivaram a seriação, organização e classificação de informações, o raciocínio lógico e proporcional, o levantamento e teste de hipóteses, a previsão, justificativa, explicação e articulação de ideias, a investigação, a argumentação, a leitura e escrita, a problematização, a criação e a atuação.

Palavras-chave: Alfabetização Científica; CTSA; Ensino por Investigação; Sequência de Ensino.

AIR QUALITY: PROPOSALS FOR RESEARCH WORK AND SCIENTIFIC LITERACY

ABSTRACT

The problem of this study was centered on air quality. The theme was chosen in the light of some concerns and questions on the teaching of chemistry to Middle level students: Is the theme air quality and its properties explored in textbooks used for high school? At what level of depth and in what contexts? Is the relationship between scientific content, new technologies and the challenges to air quality measurement of interest to high-school students? In states public state schools network is there room for the development of projects with the objective of enhancing student participation in the practices of the scientific community? The majority of Brazilian schools, have a rigid system in which faithful adherence to all programmed content is paramount, a traditional and embedded teaching, in which the method of transmission and memorization is still the most frequently used for science teaching. We believe that this practice can divert students from scientific culture rather than include them, because with such method students are not given the proper stimulation to participate in an investigative way and to develop critical sense and autonomy. Therefore, there is evidence of the need for a renewal. Students ought to be able to understand the processes and the construction of scientific knowledge in accordance with the technological applications and their respective implications in society. In this sense, we elaborate, develop and analyze a sequence of teaching on the subject air with activities inserted in an investigative approach and that contemplates the relationships between science, technology, society and the environment (CTSA) intended at the promotion of Scientific Literacy (AC), once that such proposition has been shown as an alternative path to a Science Teaching. This teaching sequence, an educational product elaborated in this dissertation, was developed with students of a public state network school in Belo Horizonte / MG. The results indicate that the teaching sequence used contributed to the progressive advancement of students in other skills during the processes involved in air quality analysis, in addition to the conceptual content. Research was facilitated with relationships between CTSA, thus eliciting the beginning of scientific literacy. In this sense, indicators of the CA were pointed out, with movements that encouraged serialization, organization and classification of information, logical and proportional reasoning, hypothesis collection and testing, prediction, justification, explanation and articulation of ideas, research, argumentation, reading and writing, problematization, creation and acting.

Keywords: Scientific Literacy; CTSA; Inquiry-based Teaching; Sequence of Teaching.

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CECIMIG	Centro de Ensino de Ciências e Matemática
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CBC	Currículo Básico Comum
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EENCI	Experiências em Ensino de Ciências
ENCI	Ensino de Ciências por investigação
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FAE	Faculdade de Educação
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
OMS	Organização Mundial da Saúde
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PROMESTRE	Mestrado Profissional Educação e Docência
QNEesc	Química Nova na Escola
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
SBQ	Sociedade Brasileira de Química
SEI	Sequências de Ensino Investigativas
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Educação CTS	24
Figura 2- Resumo das relações CTS propostas por Marcondes e Silva (2015)	25
Figura 3 – Representando a qualidade do ar.....	30
Figura 4 - Percorso percorrido pelos estudantes para a montagem do protótipo	40
Figura 5 - Esquema elétrico do protótipo.....	43

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Estudantes trabalhando em grupo.....	39
Foto 2- Testando o led.	40
Foto 3 - Preparando a caixa.....	41
Foto 4 - Encaixe do medidor dentro da caixa.....	42
Foto 5 - Medidor finalizado	42
Foto 6 - Alunas soldando o display	44
Foto 7 - Colando os fios no protoboard.....	44
Foto 8 - Escrevendo o projeto	45
Foto 9 - Banner montado pelos alunos.....	46
Foto 10 - Apresentação na UFMG Jovem	46
Foto 11 - Trocando experiências com ganhador da 18ª edição da Feira	47

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1- Quadro 1: Indicadores e subcategorias da alfabetização científica.....	26
Quadro 2- Indicadores de Alfabetização Científica na perspectiva social propostos por nossa pesquisa a partir do levantamento bibliográfico.....	27
Quadro 3 - Relação dos LD aprovados no PNLD-EM 2017.....	29
Quadro 4- Síntese das atividades a serem desenvolvidas com os alunos.....	35
Quadro 5 - Sequência e breve descrição das aulas.....	36
Quadro 6 - Relação do diálogo entre professora e alunos com os Indicadores da AC.....	48
Quadro 7 - Associação dos Indicadores da AC com os diálogos entre professora e alunos.....	49

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	15
2. INTRODUÇÃO	16
3. OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo geral	18
3.2 Objetivos específicos	18
4. JUSTIFICATIVA	18
5. PROCEDIMENTOS ÉTICOS	20
6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
6.1. Ensino por investigação	21
6.2. Abordagem CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente	22
6.3. Alfabetização científica	25
6.4. O mundo que não vemos: Ar	29
7. METODOLOGIA	33
7.1. Caracterização da amostra	33
7.2. A construção da SEI	34
7.3. A construção do protótipo para medir a qualidade do ar	38
7.5. Análise de dados	48
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
8.1. Episódio 1 - Aula experimental: investigando as propriedades do ar – Aula 06	48
8.2. Episódio 2 - Reunião do grupo: montagem do medidor da qualidade do ar	50
8.3. Avaliação final com os componentes do grupo que montou o medidor da qualidade do ar	52
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
10. REFERÊNCIAS	61
11. APÊNDICES	63
11.1. Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)	63
11.2. Termo de assentimento livre e esclarecido do menor (TALE)	65
11.3. Autorização da escola para realização da pesquisa	68
11.4. Termo de compromisso	70
11.5. Sequência de ensino – material do aluno	71
11.6. Sequência de ensino – material do professor	81
11.7. Questionário sobre o projeto ar e o medidor de sua qualidade	138

1. APRESENTAÇÃO

A Trajetória de uma professora: A formação/constituição de uma pesquisadora

Em 1999 concluí o Curso de Técnico em Química, integrado ao Ensino Médio, no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Logo após a conclusão desse curso técnico, em 2000, iniciei o curso de graduação de Licenciatura em Química na Universidade de Itaúna-MG. Escolhi este curso superior por perceber minha afinidade e interesse pela educação. Meu desejo era fazer diferente daquele método de transmissão e memorização, e antes mesmo de concluir minha graduação comecei a lecionar. Infelizmente me deparei com um sistema rígido no qual o cumprimento fiel de todo o conteúdo programático é primordial, um ensino engessado e tradicional. Assim, não restava tempo de extrapolar e sair da mesmice da lista de conteúdos previstos. Algumas vezes pude realizar demonstrações experimentais que geravam diálogos, mas a cobrança do conteúdo a ser cumprido obrigava meu retorno imediato à transmissão de conhecimentos. Logo veio o sentimento de frustração, pois não concordo com esse método e tampouco com a memorização das informações pelos alunos. A necessidade em dar sequência aos meus estudos para buscar mais informações sobre a educação e novos métodos de ensino me fez buscar novos cursos.

Diante do interesse por práticas investigativas, que levam os alunos aos debates e aos questionamentos, em 2014, exatamente dez anos após a conclusão da graduação, tive a oportunidade de iniciar uma pós-graduação. Ingressei no curso de Especialização na Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pelo Centro de Ensino de Ciências e Matemática (CECIMIG), em Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), destinado a professores de Biologia, Física e Química. Durante o curso entendi que atividades com caráter investigativo são aquelas que apresentam a construção de um problema, a valorização do debate e da argumentação, estimulando a obtenção e avaliação de evidências (SÁ et al. 2007). Nesta etapa de minha formação o ensino por investigação pareceu responder muito aos meus anseios enquanto professora.

Atualmente, sou professora efetiva em duas escolas públicas e ministro aulas de forma mais consciente, possibilitando aos alunos conhecimentos mais contextualizados, envolvendo a discussão de temas atuais com aplicações ao cotidiano. A cada dia procuro enriquecer as discussões, contribuindo para a minha formação e

também para a do aluno. Espero trabalhar cada vez mais com atividades investigativas e menos com a transmissão de conhecimento, pois a Química é repleta de conteúdos que geram dúvidas entre os alunos, o que facilita o desenvolvimento das atividades investigativas. Sinto-me desafiada em pensar novas alternativas de abordagem visando o engajamento e interesse dos estudantes, articulando o conteúdo com suas aplicações tecnológicas, ambientais e sociais.

Diante das minhas expectativas em melhorias na educação e também da necessidade de formar estudantes que sejam conscientes e críticos, no meu trabalho de conclusão da especialização procurei pesquisar e entender melhor a educação e os documentos oficiais que orientam os educadores. Decidi então pesquisar as perspectivas por um Ensino Investigativo na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2015) para a elaboração do trabalho final. Fiquei surpresa ao perceber que, nas escolas, os professores e as direções não discutiam o documento, visto que seu texto preliminar estava, na época, em fase de consulta pública. Em 2016, ao concluir o curso de especialização (ENCI), percebi que este serviu como ponto de partida para minhas pretensões de cursar o mestrado na área da educação. Já em 2017, iniciei meus estudos como aluna regular do curso de Mestrado Profissional Educação e Docência (PROMESTRE) na linha de Ciências na Faculdade de Educação (FAE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Diante do histórico descrito pretendo, nesse trabalho em nível de mestrado na modalidade profissional, apresentar como produto uma sequência de ensino com atividades numa abordagem investigativa e que contemplem as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), uma vez que tal proposição tem se mostrado como alternativa para um Ensino de Ciências que promova a Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes num contexto de promoção da cidadania.

2. INTRODUÇÃO

O Brasil desempenha um novo papel no cenário mundial atual, no qual as indústrias vêm se desenvolvendo com novas tecnologias. Porém, enfrenta dificuldades para se expandir por falta de profissionais capacitados, segundo o relatório apresentado nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2013).

Além de uma seleção criteriosa de saberes, em termos de quantidade, pertinência e relevância, e de sua equilibrada distribuição ao longo dos

tempos de organização escolar, vale possibilitar ao estudante as condições para o desenvolvimento da capacidade de busca autônoma do conhecimento e formas de garantir sua apropriação. Isso significa ter acesso a diversas fontes, de condições para buscar e analisar novas referências e novos conhecimentos, de adquirir as habilidades mínimas necessárias à utilização adequada das novas tecnologias da informação e da comunicação, assim como de dominar procedimentos básicos de investigação e de produção de conhecimentos científicos. (BRASIL, 2013, p.181)

Estas novas diretrizes vêm ao encontro da tendência contemporânea de uma educação para a cidadania e do movimento internacional que busca relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente (CTSA).

Nos últimos 20 anos, o Ensino Médio tem ocupado um papel de destaque nas discussões entre os pesquisadores na educação brasileira. O atual Plano Nacional de Educação (PNE, MEC, 2015) busca mudanças na organização do Ensino Médio e no seu funcionamento pela melhoria da qualidade da educação. Os avanços tecnológicos do século XXI deixaram os alunos acostumados a se comunicar por meio da internet, a fazer parte das redes sociais. No entanto, os mesmos alunos ficam várias horas sentados em cadeiras enfileiradas, ouvindo um professor falar de assuntos que guardam pouca ou nenhuma relação com o seu cotidiano e com as suas expectativas. Este modelo de ensino de química conceitual e extremamente conteudista, nos quais os alunos não conseguem observar e analisar criticamente a sociedade em que vivem, ainda se faz muito presente na Educação Básica. Portanto, ficam indícios da necessidade de uma renovação. O aluno deve ser capaz de entender os processos e a construção de um conhecimento científico em sintonia com as aplicações tecnológicas e suas implicações na sociedade.

Ao longo da minha jornada discente e docente, associada à aprendizagem que obtive com o curso ENCI, percebi um abismo entre o discurso sobre atividades investigativas e a condução de atividades com caráter realmente investigativas. Portanto, surgiu o desejo de construir materiais para as minhas aulas e para auxiliar outros professores e apoiá-los em suas aulas. A problematização do estudo teve como foco central a qualidade do ar. O tema foi escolhido diante de algumas inquietações e questões sobre o ensino de química para o nível Médio: O tema qualidade do ar e suas propriedades é explorado nos livros didáticos utilizados para o Ensino Médio? Em que nível de aprofundamento e em quais contextos? As relações entre os conteúdos científicos, as novas tecnologias e os desafios para a mensuração da qualidade do ar são de interesse de estudo por estudantes do Ensino Médio? Na escola pública da rede

estadual de ensino há espaço para o desenvolvimento de projetos com objetivos de potencializar a participação dos estudantes nas práticas da comunidade científica?

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi elaborar, desenvolver e analisar uma sequência de ensino sobre o tema Ar que aborda os diferentes aspectos do ensino numa abordagem investigativa e relacionada a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente com intenções de promoção da Alfabetização Científica.

3.2 Objetivos específicos

- Realizar revisão teórica e metodológica sobre o ensino por investigação; relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente; alfabetização científica, além de estudos sobre o tema qualidade do ar e suas propriedades.
- Elaborar uma sequência de ensino com atividades que envolvem o tema ar, suas propriedades e formas de avaliar a sua qualidade.
- Desenvolver as atividades elaboradas utilizando a abordagem investigativa e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, em uma escola da rede pública de Belo Horizonte para alunos do Ensino Médio nas aulas de Química para o 2º ano.
- Analisar o desenvolvimento da proposta a partir dos referenciais teóricos apontados na seção “Fundamentação Teórica” com vistas a refletir sobre a pertinência e adequação das atividades.

Construir um material didático com recomendações aos professores a partir da reflexão do desenvolvimento e reflexão sobre a sequência de ensino elaborada, compondo a versão final, produto do trabalho do Mestrado Profissional Educação e Docência.

4. JUSTIFICATIVA

A discussão sobre o currículo da educação básica vem sendo tema no Brasil há quase 30 anos, segundo o Conselho Nacional de Educação (CNE). De acordo com

Carvalho *et al* (2013), diretrizes nacionais e internacionais apontam há mais de duas décadas para a necessidade de que o ensino da Ciências considere o crescente impacto das evoluções científicas e tecnológicas. Portanto, esperamos que haja um elo entre a pesquisa científica e a prática escolar, possibilitando aos alunos aulas de ciências envolvidas com abordagens da investigação e de diálogo, podendo assim impulsionar o início de uma alfabetização científica.

A Alfabetização Científica deve estar sempre em construção, iniciando a partir da interpretação do processo de aprendizagem do aluno. É um desafio aos professores, pois demanda estratégias que envolvem os estudantes e os estimula a participar, argumentar e descobrir novos caminhos, pondo em ação a curiosidade, inteligência e imaginação. Carvalho *et al* (2015), evidencia como a função docente reveste-se da iniciativa de levar à escola diferentes caminhos na busca do conhecimento.

Assim como a oportunização da alfabetização científica, o ensino por investigação é desafiador para os professores, pois aponta a perspectiva de estimular os estudantes na busca pela resolução de problemas. O desafio é um ponto de partida que pode levá-los a sair de uma postura que se limita a observação para outra na qual devem aprender a raciocinar, ter atitude ativa e capacidade de opinar (CARVALHO *et al*, 2015).

Para nortear nossa proposta, foi escolhido o tema Qualidade do Ar, visto que este apresenta potencial elemento articulador das discussões que relacionam ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), por sua abrangência e importância social, num cenário onde a garantia do ar saudável é reconhecida como um direito básico do ser humano pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Visando superar o distanciamento e abstração conceitual que tradicionalmente caracterizam o ensino de química, acreditamos ser importante abordar os conteúdos específicos da disciplina atrelando-os a um contexto de aplicação e sua função social, aproximando assim os conteúdos da realidade dos estudantes.

Essa perspectiva está presente nos documentos oficiais e nas diretrizes curriculares nacionais, deixando claro que o conhecimento químico é fundamental para orientar o aluno na tomada de decisões, promovendo condições para que o mesmo exerça a cidadania. Segundo esses documentos:

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as

informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos. Esse aprendizado deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (BRASIL, 1998, p. 30).

De acordo com a proposta curricular, Currículo Básico Comum de Química para o Ensino Médio da Secretaria de Educação de Minas Gerais – CBC- (SEE/MG, 2008), o ensino de química precisa possibilitar ao aluno:

A compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas (PCN+). Além disso, é desejável que o aluno possa ter condições de julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (PCNEM, 1999) (CBC, 2008, p.14).

Além do CBC, a matriz curricular do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM- (BRASIL, 2014) também enfatiza a necessidade do conhecimento químico fazer sentido para o aluno tornando o seu aprendizado relevante.

A perspectiva do ensino investigativo aliado às relações entre CTSA será, nesse trabalho, uma oportunidade de promover novas formas de lidarmos com as aulas de Química na Educação Básica, promovendo o letramento científico e tecnológico dos estudantes (SANTOS, 2007). Usamos neste trabalho, como sinônimos, letramento científico e alfabetização científica, para nos remeter às mesmas preocupações com o ensino de Ciências, ou seja, planejar o ensino para a construção de benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o meio-ambiente (Sasserom e Carvalho, 2008)

5. PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Em relação aos procedimentos éticos, a pesquisa aqui apresentada acata as orientações estabelecidas pelo comitê de ética da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG) com aprovação em 12 de dezembro de 2017 e número do parecer 2.430.265. Para tanto, a pesquisadora se propôs a reduzir ao máximo os riscos ou constrangimentos aos participantes. Indica-se também que estes participaram da pesquisa apenas mediante a assinatura prévia de Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE) e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (apêndice 1 ao 4). Atendendo aos trâmites legais de ética na pesquisa, de posse das autorizações

assinadas, as aulas foram gravadas em áudio e vídeo e as atividades foram recolhidas. Acrescenta-se que todos os dados coletados estão armazenados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Profa. Dra. Nilma Soares da Silva, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, conforme declaração, apêndice 4, onde permanecerão por cinco anos e só serão acessados e utilizados pelos pesquisadores envolvidos. A pesquisa não contou com nenhum tipo de financiamento e todos os seus eventuais custos foram de inteira responsabilidade da pesquisadora.

6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O referencial teórico exposto a seguir aborda os caminhos teóricos a serem tratados na pesquisa, sendo eles, o ensino por investigação, a abordagem que relaciona Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e a alfabetização científica (AC).

6.1. Ensino por investigação

O ensino por investigação vem sendo cada vez mais discutido e já alcançou o senso comum em outros lugares como a América do Norte e a Europa, como sinaliza Lima *et al* (2009).

A abordagem do ensino de ciências por investigação traz uma nova perspectiva ao processo de ensino-aprendizagem, ou seja, há uma diferenciação clara desta abordagem em comparação à forma clássica adotada pela maioria das escolas no território nacional. Entretanto, Lima *et al* (2009, p.125), afirmam a importância da promoção deste novo tipo de abordagem, o que pode ser alcançado a partir da indagação sobre;

- Por que é importante se ensinar ciências por meio de investigação?
- Esse tipo de orientação alternativa contribui para a aprendizagem de ciências?
- Em que sentido abordar de forma investigativa pode ajudar a solucionar problemas que enfrentamos em nossas salas de aula?

Podemos indicar diversos trabalhos de pesquisa que apresentam discussões sobre esta abordagem: Lima *et al* (2007), Azevedo (2004), Aguiar; Sá; Lima (2011), Carvalho *et al* (2013), Carvalho *et al* (2015), Sasseron e Carvalho (2008), Sasseron (2015), Munford e Lima (2007), nos quais há consenso quanto a algumas características do ensino por investigação em que o professor deve levar o aluno a pensar, debater,

registrar e socializar suas ideias. Assim, ele poderá motivar os alunos, facilitar a aprendizagem, além de contribuir na sua formação e exercício da cidadania.

Junto com essas características, é desejável que o professor atue como um mediador, deixando de ser um mero transmissor do conhecimento, levando os estudantes a participarem do próprio processo de aprendizagem e da construção de sua autonomia por meio da interação entre pensar, sentir e fazer. Assim, os estudantes têm oportunidades de desenvolver habilidades relacionadas à cultura científica na resolução de problemas.

É fundamental que o professor crie um ambiente argumentativo na sala de aula que permita aos alunos se sentirem seguros a dar suas contribuições e enriquecer os temas em pauta, possibilitando o aumento de conhecimento sobre ele, mesmo para aqueles alunos que não se expressam por meio da fala (CARVALHO *et al*, 2013, p.73)

Aguiar, Sá e Lima (2011) apresentaram características consideradas necessárias para que uma dada atividade de ensino aprendizagem seja investigativa. Inicialmente envolve a construção de um problema para os alunos buscarem respostas, dando oportunidade para que eles confrontem suas ideias com outras e questionem valorizando o debate e a argumentação. As atividades de investigação levam a resultados após observações de evidências, portanto outro aspecto apontado por estes autores é a obtenção e a avaliação de evidências que servirão para sustentar os resultados. Uma atividade investigativa permite inúmeras interpretações de um mesmo fenômeno, portanto se faz necessário o engajamento dos estudantes sobre o assunto para que negociem e cheguem a possíveis respostas à problematização inicial.

Azevedo (2004) salienta que uma atividade para ser estimada de investigação, a ação do aluno não deve consistir apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também apresentar características de um trabalho científico, no qual o estudante deve refletir, discutir, explicar, relatar, dando assim ao trabalho aspecto de uma investigação científica.

6.2. Abordagem CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

O movimento em todo mundo sobre o ensino que inclua as relações entre CTS originou-se logo no início da década de 70. A partir daí surgiram várias tentativas de inclusão do ensino com abordagem CTS no ensino de ciências de diversos países

(SANTOS e SCHNETZLER 2000). Nas décadas seguintes o movimento CTS afirma-se como tendência curricular ganhando adeptos em todo o mundo sendo por essa razão incorporado como perspectiva curricular de diversas formas. Nos anos 1980, no âmbito desse movimento, apresentaram-se várias propostas que possuíam como objetivo fornecer uma educação em ciências para todos. Vale destacar que o movimento CTS integrou a dimensão Ambiente, sendo Aikenhead um dos pioneiros segundo Lemos (2013), evoluindo assim o modelo para CTSA. Nesse trabalho adotamos a sigla CTS e/ou CTSA conforme os autores referenciados utilizaram em seus estudos. Consideramos que, mesmo na ausência da dimensão Ambiente na sigla, a dimensão Sociedade já a contemplaria desde os estudos iniciais na década de 1970.

Segundo Schnetzler e Santos (2000);

Para alguns, a principal importância de CTS é como um meio de assegurar justiça social: para eles o aspecto chave é fornecer aos estudantes meios para considerar julgamentos concernentes a temas relativos à sociedade. Outros enfatizam a importância de CTS para tornar a ciência mais acessível para os estudantes de todas as habilidades e aptidões, uma abordagem adotada, por exemplo, pelo projeto Salters na Inglaterra. Ao relacionar a ciência aos seus aspectos sociais e tecnológicos, argumenta-se que a ciência ficaria mais significativa para aqueles que têm pouco interesse por esta matéria (Schnetzler e Santos 2000, p.67).

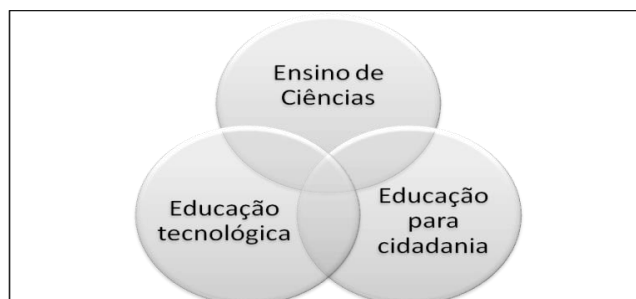
Em geral os pesquisadores apontam que a tomada de decisão, ou seja, a capacidade de julgar e avaliar as possibilidades, limitações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico é o principal objetivo para uma educação com abordagem que relaciona CTSA, sendo assim, é reconhecida a necessidade de articulação dos conhecimentos científicos e tecnológicos com o contexto social e o ambiente.

Vale também ressaltar a importância da abordagem CTSA para a aprendizagem da linguagem científica pelos alunos. Santos (2000) define que estas abordagens apresentam uma concepção de:

- (i) ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais;
- (ii) sociedade que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia;
- (iii) aluno como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e
- (iv) professor como aquele que desenvolve o conhecimento de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões (Santos et al, 2000, p.110-132).

Nesse contexto temos uma caracterização pela interseção de propósitos entre o ensino de ciências, a educação tecnológica e a educação para a cidadania, no sentido da participação na sociedade (figura 1) (SANTOS, 2012).

Figura 1 - Educação CTS



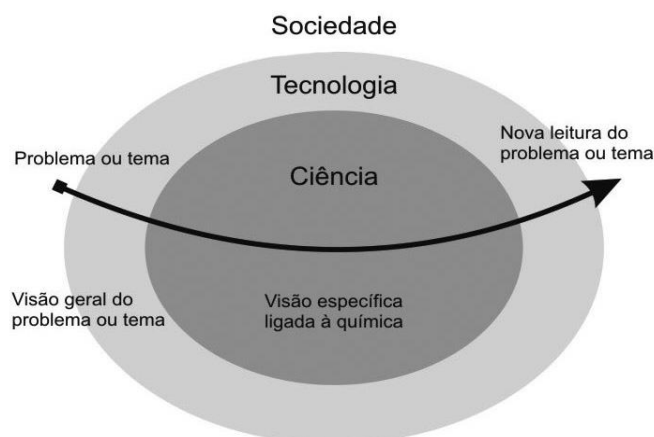
Fonte: Santos, 2012, p.51

Para Marcondes e Silva (2015) pesquisadores e educadores vêm afirmando nos últimos anos que o ensino de ciências com abordagem que relaciona Ciência, Tecnologia e Sociedade é uma forma de educar para a cidadania, uma vez que possibilita o elo entre o conhecimento científico, tecnológico e a sociedade ao mesmo tempo. As autoras indicam que o ensino das Ciências da Natureza tem como principal objetivo fazer com que os alunos compreendam as interações entre ciência, tecnologia e sociedade; desenvolvam a capacidade de resolver problemas e tomar decisões relativas às questões com as quais se deparam como cidadãos, baseando-se, também, em conhecimentos científicos.

Ainda de acordo com Marcondes e Silva (2015) o modelo de ensino proposto por Aikenhead (1994) indica que essa abordagem deve iniciar-se de questões sociais relacionadas a conhecimentos tecnológicos e científicos. Sendo assim, o conhecimento científico é definido em função do tema e da tecnologia, ou seja, apresentando o ensino alicerçado em temas geradores que partiu de estudo do meio social e político do aluno. Após compreensão dos conhecimentos científicos, regressa à tecnologia. Ao final, avança na questão social, permitindo assim a tomada de decisão responsável no que diz respeito a toda sociedade.

Para melhor compreensão da proposta deste modelo foi construído por Marcondes e Silva (2015) o fluxograma representado na figura 2;

Figura 2- Resumo das relações CTS propostas por Marcondes e Silva (2015)



Fonte: Ciênc. Educ., Bauru, v. 21, n. 1, p. 68, 2015.

Tomando como referência o modelo de Marcondes e Silva (2015) propusemos as atividades da sequência de ensino com vistas a promover o “movimento” indicado das relações CTS para a elaboração e desenvolvimento das atividades em sala de aula.

6.3. Alfabetização científica

De acordo com Chassot (2014) a construção do conhecimento científico não é simples e imediata, mas um processo permanente com um conjunto de conhecimentos que podem nos auxiliar na leitura do mundo onde vivemos, além de nos proporcionar condições para modificá-lo a fim de torná-lo melhor.

CHASSOT (2014, p.62) entende que

se fará uma alfabetização científica quando o ensino de ciências contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto muitas utilidades da ciências e suas aplicações na melhoria da qualidade de vida, quanto às limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento.

Sasseron e Carvalho (2008) acreditam que práticas pedagógicas que visam promover a alfabetização científica (AC) mantêm como requisitos três eixos estruturantes:

- 1) Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.

- 2) Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.
- 3) Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

Nesse sentido, para promover a AC se pensa imediatamente buscar e utilizar os recursos tecnológicos como fonte de aprendizagem e pesquisa. Estes são relevantes, pois, além de envolver os alunos na realização das atividades, podem propiciar o trabalho com as ideias da ciência e estimular a leitura crítica quanto ao seu modo de vida e da sociedade, contribuindo para a formação cidadã.

Isso será possível a partir do momento em que for criado um ambiente favorável, no qual os estudantes terão voz e serão ouvidos, sendo estimulados pelo professor a participar de todo o processo colocando suas opiniões, mesmo que a princípio suas ideias não se adequem ao conceito científico (CARVALHO *et al*, 2013).

Com o objetivo de avaliar a implementação de práticas pedagógicas visando à alfabetização científica, Sasseron e Carvalho (2008), propõem indicadores que evidenciam algumas características próprias da AC que estão descritos no quadro 1.

As autoras acreditam que esses indicadores sinalizam habilidades que devem ser conquistadas quando se deseja um ensino que busque a alfabetização científica. Ainda de acordo com Sasseron e Carvalho (2008):

Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em qualquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele. (SASSERON E CARVALHO, 2008, P.338)

Junto com esses indicadores, organizados em três grupos pelas autoras, apresentamos no quadro 1 um resumo das principais ideias propostas por elas para descrever as subcategorias de cada um destes grupos.

Quadro 1- Indicadores e subcategorias da alfabetização científica

Indicadores e sub-categorias da Alfabetização Científica		
Indicadores para trabalhar	Seriação de informações	Indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados.

com as informações e os dados disponíveis	Organização de informações	Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado.
	Classificação de informações	Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas.
Indicadores para estruturação do pensamento	Raciocínio lógico	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto.
	Raciocínio proporcional	Mostra como se estrutura o pensamento, e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
Indicadores para entendimento da situação analisada	Levantamento de hipóteses	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta
	Teste de hipóteses	Colocar à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.
	Justificativa	Quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto.
	Previsão	Explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
	Explicação	Quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente está relacionada à justificativa para o problema.

Fonte: Sasserom e Carvalho (2008, p.338-339)

Com o objetivo de aprofundar a compreensão sobre o ensino de Ciências, Pizarro (2015) realizou um levantamento bibliográfico com o intuito de identificar trabalhos que discutem práticas de ensino de Ciências que podem oferecer indicadores do processo de alfabetização científica. Tendo como referência o levantamento realizado, Pizarro (2015, p.208-238) também propõem indicadores que podem caracterizar a alfabetização científica. Apresentamos estes indicadores no quadro 2.

Segundo a autora, os indicadores foram propostos como contributo à produção já proposta por Sasserom e “ajuda a compreender o fazer científico como algo indissociável do ser social atuante e consciente”.

Quadro 2- Indicadores de Alfabetização Científica na perspectiva social propostos por nossa pesquisa a partir do levantamento bibliográfico.

Indicadores de Alfabetização Científica	Definição
Articular ideias	Surge quando o aluno estabelece relações, seja oralmente ou por escrito, entre o conhecimento teórico aprendido em sala de aula, a realidade vivida e o meio ambiente no qual está inserido.

Investigar	Ocorre quando o aluno se envolve em atividades nas quais ele necessita apoiar-se no conhecimento científico adquirido na escola (ou até mesmo fora dela) para tentar responder a seus próprios questionamentos, construindo explicações coerentes e embasadas em pesquisas pessoais que leva para a sala de aula e compartilha com os demais colegas e com o professor.
Argumentar	Está diretamente vinculado com a compreensão que o aluno tem e a defesa de seus argumentos, apoiado, inicialmente, em suas próprias ideias, para ampliar a qualidade desses argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em sala de aula, e valorizando a diversidade de ideias e os diferentes argumentos apresentados no grupo.
Ler em Ciências	Trata-se de realizar leituras de textos, imagens e demais suportes para o reconhecimento de características típicas do gênero científico e para articular essas leituras com conhecimentos prévios e novos, construídos em sala de aula e fora dela.
Escrever em Ciências	Envolve a produção de textos pelos alunos que considera não apenas as características típicas de um texto científico mas avança também no posicionamento crítico diante de variados temas em Ciências e articulando, em sua produção, os seus conhecimentos, argumentos e dados das fontes de estudo.
Problematizar	Surge quando é dada ao aluno a oportunidade de questionar e buscar informações em diferentes fontes sobre os usos e impactos da Ciência em seu cotidiano, na sociedade em geral e no meio ambiente.
Criar	É explicitado quando o aluno participa de atividades em que lhe é oferecida a oportunidade de apresentar novas ideias, argumentos, posturas e soluções para problemáticas que envolvem a Ciência e o fazer científico discutidos em sala de aula com colegas e professores.
Atuar	Aparece quando o aluno compreende que é um agente de mudanças diante dos desafios impostos pela Ciência em relação à sociedade e ao meio ambiente, tornando-se um multiplicador dos debates vivenciados em sala de aula para a esfera pública.

Fonte: Pizarro (2015, p.208-238)

São ações relacionadas a atitudes e habilidades que estão diretamente relacionadas à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, vinculando assim o fazer Ciência do ser social e cidadão. Ampliando assim os indicadores propostos por Sasserom (2008), até então definidos como “competências próprias das Ciências e do fazer científico” (Sasserom e Carvalho, 2008, p.338).

6.4. O mundo que não vemos: Ar

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998), quando se referem às Ciências Naturais, mencionam a atmosfera em diversos trechos. Também o documento curricular do estado de Minas Gerais que enuncia os conteúdos básicos comuns (CBC) apresenta na área de Ciências o tópico “Materiais e suas propriedades” que se desdobra em outros tópicos de estudo, como exemplo, “Ar: composição e propriedades”. A leitura dos PCN revelou que o ensino de ciências por temas pode fazer parte do planejamento diário do professor como fator articulador entre o conhecimento escolar e os conteúdos tradicionalmente programados, como está destacado no texto do documento examinado:

Não se trata de que os professores das diferentes áreas devam “parar” sua programação para trabalhar os temas, mas sim de que explicitem as relações entre ambos e as incluam como conteúdos de sua área, articulando a finalidade do estudo escolar com as questões sociais, possibilitando aos alunos o uso dos conhecimentos escolares em sua vida extraescolar (BRASIL, 1998, p. 27).

Como forma de responder a um dos questionamentos que deram início a esta pesquisa (O tema qualidade do ar e suas propriedades é explorado nos livros didáticos utilizados para o Ensino Médio? Em que nível de aprofundamento e em quais contextos?) e compor o referencial teórico que ancora o trabalho, no quadro 3 elencamos as edições de livros didáticos (LD) aprovados em 2017 no contexto do Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLD-EM), nos quais o tema ar não é recorrente.

Quadro 3 - Relação dos LD aprovados no PNLD-EM 2017.

Livro	Autores	Título do livro	Editora/Cidade	Ano
A	Murilo Tissoni Antunes	Ser Protagonista	SM /São Paulo	2016
B	Martha Reis	Química	Ática / São Paulo	2016
C	Pequis Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól	Química Cidadã	AJS / São Paulo	2016
D	Carlos Alberto Mattoso Ciscato, Luis Fernando Pereira, Emiliano Chemello e Patrícia Barrientos Proti	Química	Moderna / São Paulo	2016
E	Vera Lúcia Duarte de Novais e Murilo Tissoni Antunes	Vivá Química	Positivo / Curitiba	2016
F	Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado	Química	Scipione / São Paulo	2017

Fonte: Elaborado pela autora

Ainda que diferentes autores proponham diversificadas descrições do processo de análise de conteúdo, no presente texto tomamos como referência Pauglisi e Franco (2005), onde planejamos em três momentos: 1. Pré-análise: leitura do sumário e localização do tema; 2. Identificação da mensagem: o contexto e o significado do tema; 3. Relação entre as mensagens e o ensino investigativo com abordagem CTSA envolvendo o tema ar.

A tabela 1, a seguir, construída a partir de dados das obras, ilustra a frequência com que o tema ar é empregado nas obras aprovadas pelo PNLD 2017 (Triênio 2017-2018-2019) a partir de três expressões chave: “Ar atmosférico”, “Composição do Ar” e “Qualidade do Ar”.

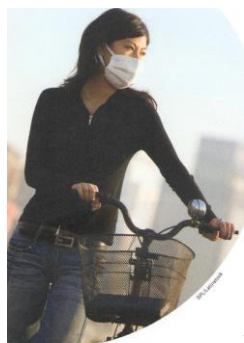
Tabela 1 - Quantidade e frequência da palavra chave (Ar).

Tópicos	Livros						Total
	A	B	C	D	E	F	
Ar atmosférico	1	1	1	2	3	1	9
Composição e propriedades do Ar	1	-	-	-	-	1	2
Qualidade do Ar e gases poluentes	15	5	4	8	13	1	46

Fonte: Elaborado pela autora

Nos livros didáticos destinados ao ensino de química para o Ensino Médio, aprovados no PNLD/2017, a temática “Ar” é trabalhada de forma superficial, com abordagens sucintas. Como por exemplo, a página 352 do volume 2 da obra B apresenta uma imagem (figura 3), com uma moça usando máscara no canto esquerdo da página com os dizeres “A qualidade do ar é muito prejudicial pela queima incompleta de combustíveis fósseis”, sem nenhuma outra discussão complementar sobre o assunto no texto do capítulo “Equilíbrios moleculares”.

Figura 3 – Representando a qualidade do ar



A qualidade do ar é muito prejudicada pela queima incompleta de combustíveis fósseis.

Fonte: Reis, 2016, p.352

Percebe-se que nesses livros, as temáticas “Água” e “Energia” são as mais trabalhadas de maneira abrangente e que o mesmo não se pode observar com a temática “Ar”. O tema “Ar” não é recorrente nas obras C, D e F. Quando aparece são pequenos trechos, sem aprofundamento. “A composição e propriedades do ar” só apareceu uma vez nas obras A e F, nas demais coleções não foi encontrado. Na obra A foi apresentado pelos autores na página 14, na apresentação do conteúdo do primeiro capítulo do livro 1 em um quadro temático “Saiba mais” e neste mesmo capítulo encontramos uma proposta de questão referente ao modelo para materiais gasosos na página 19, questão de número 10, em “Questões globais”. Na obra F foram propostos experimentos no tópico “Construindo um modelo para os materiais gasosos”, nas páginas 107 e 108 do capítulo 5 no volume 1.

Verifica-se que, dentre as obras, nas obras A e E os autores fazem conexão da Química com a tecnologia, sociedade e ambiente em todos os capítulos. Trazem atividades de leitura, pesquisa e reflexão sobre a temática em estudo, qualidade do ar.

Destaca-se que nos livros A e E a temática ar aparece com mais frequência, apresentando exercícios de reflexão e textos com ilustrações e representações que contextualizam os conteúdos.

Pesquisadores brasileiros têm publicado sobre o tema ar atmosférico no contexto da educação em ciências nos últimos anos. Quadros e Silva (2016), relatam a experiência de ensino por temas usando dados monitorados pela Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM). A proposta temática desses autores se baseia nos pressupostos do movimento ciência, tecnologia e sociedade (CTS), na tentativa de promover o letramento científico. Lima e Lima (2014) apresentam as interações discursivas em aulas diferenciadas de ensino de ciências sobre meio ambiente, com destaque para o tema ‘atmosfera’. Paes et al (2017), relatam a experiência de ensino de ciências e matemática em uma escola de Educação Básica, usando o objeto digital de aprendizagem Calculadora Ambiental do Senac. Regis e Bello (2011) tentam superar alguns dos limites impostos pela didática convencional por meio de uma intervenção didática, norteadas por uma abordagem CTS, buscando envolver o conhecimento científico e o conhecimento popular do cotidiano, e com isso promover a contextualização, desenvolver habilidades, como pensamento crítico e tomada de decisão, e conscientização dos problemas ambientais, principalmente relacionados aos poluentes atmosféricos. Em específico, o ensino de Química para estudantes da

Educação Básica abordando o tema ar tem se mostrado um grande desafio para o corpo docente (QUADROS & SILVA, 2016). Estes autores apontam que os problemas podem estar relacionados com a pouca assimilação e ao desinteresse dos estudantes com o que a escola oferece como conteúdo e materiais didáticos, geralmente engessados nos tradicionais, como por exemplo, livros texto.

Pesquisadores apontam que, geralmente, o ar e suas propriedades não são percebidos e/ou reconhecidos por muitos estudantes uma vez que ele (o ar) não poder ser visto, portanto, não é óbvio para a maioria das pessoas (APEC, 2009). Logo, entendemos ser imprescindível trabalhar a materialidade e a composição do ar. Destacar e tratar desse tema poderá contribuir para a construção de ideias sobre a composição, as propriedades e formas de controlar os problemas ambientais relacionados à qualidade do ar e aos seus efeitos sobre a saúde.

O estudo da qualidade do ar atmosférico para a construção de saberes científicos demonstra ser relevante para a formação de professores tendo como referência pressupostos do movimento ciência, tecnologia, sociedade (CTS) além do uso e tendências contemporâneas de ensino e aprendizagem (QUADROS e SILVA, 2016). Santos (2011, p. 303) afirma que

[...] a educação química deve, também, desenvolver no indivíduo o interesse pelos assuntos sociais vinculados à química, de forma que ele assuma uma postura comprometida em buscar posicionamentos sobre o enfrentamento dos problemas ambientais e sociais vinculados às aplicações da química na sociedade.

Segundo o que foi estabelecido nos PCN+ (BRASIL, 2002, p.87)

O aprendizado de Química no ensino médio “[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas”. Dessa forma, os estudantes podem “[...] julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos” (PCNEM, 1999).

Nesse contexto, pretendemos apresentar uma proposta de ensino com o tema qualidade do ar que será elaborada e desenvolvida com estudantes da rede pública de Belo Horizonte em uma tentativa de auxiliá-los a fazer uma leitura do mundo próximo a eles e que até então era desconsiderado. A partir do tema avistamos a possibilidade de trabalhar alguns conceitos importantes que podem permitir discutir e examinar impactos de ciências e tecnologias na sociedade, podendo assim alcançar os aspectos sócio ambientais.

7. METODOLOGIA

7.1. Caracterização da amostra

Este estudo foi desenvolvido entre os meses de setembro e dezembro de 2017, em uma Escola Estadual de regime militar localizada na cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais, onde a pesquisadora leciona Química a 5 anos. As atividades propostas foram aplicadas a 26 alunos de uma mesma turma do 2º ano do Ensino Médio. Para a escolha da turma foi usado como critério a quantidade de alunos, pois o menor número de alunos nos possibilitava trabalhar no laboratório de Ciências e de Informática sem precisar dividi-los e ter que realizar em dois momentos distintos. A turma era de responsabilidade da professora pesquisadora autora desse trabalho.

A escola foi fundada em 10 de novembro de 1949 e é afiliada ao Estado de Minas Gerais e à Polícia Militar de Minas Gerais, sendo assim uma das instituições militares de ensino público localizadas em várias cidades do estado. A escola é considerada Estadual, devido à Polícia Militar de Minas Gerais fazer parte do estado. Os cursos oferecidos são: Fundamental I, Fundamental II e Ensino Médio. O público principal são os dependentes de militares, mas também atende dependentes dos funcionários da instituição e outros civis.

A turma foi dividida em quatro grupos com cinco integrantes e um grupo com seis. Para a análise e discussão dos resultados selecionamos dois grupos, um que se propôs a se reunir em horário extraclasse para montar um protótipo para medir a qualidade do ar e outro grupo que produziu dados de forma clara, ou seja, com áudios que apresentavam menos ruídos.

Toda a turma foi convidada a participar da pesquisa e esclarecidos dos objetivos dela, instruídos sobre a preservação de sua identidade e sobre os riscos mínimos que a pesquisa oferecia. Por envolver alunos menores de idade, foram solicitadas duas autorizações pelos termos anexados: a dos responsáveis por eles (apêndice 1) e a dos próprios alunos (apêndice 2). A autorização para a realização do trabalho no espaço escolar foi solicitada à diretora pelo termo anexado (apêndice 3).

7.2. A construção da SEI

A elaboração da SEI foi realizada com base nos trabalhos de Carvalho *et al* (2013), Carvalho *et al* (2015), Sasseron e Carvalho (2008), Sasseron (2015). Segundo estas autoras o ensino investigativo, além de auxiliar na compreensão dos conteúdos de Ciências, pode ser uma forma de desenvolver a Alfabetização Científica dos alunos a partir de diferentes atividades, como leituras de gêneros diversos, experimentos, aulas no campo, dentre outras. As autoras destacam que, ao desenvolver uma SEI, o professor precisa garantir que tanto a atividade experimental quanto a leitura de textos e outras atividades diversificadas tenham como ponto de partida um problema a ser investigado e que possa também fazer parte da realidade do aluno.

Com base nos referenciais teóricos apresentados, elaboramos a sequência de ensino “Ar em Foco” (apêndice 5 e 6) com atividades abordando o tema ar numa perspectiva do ensino por investigação que relacione ciência, tecnologia, sociedade e ambiente com intenções de promoção da Alfabetização Científica.

Pretendemos que essa sequência seja uma contribuição para auxiliar o professor e apoiá-lo em suas aulas e buscamos caminhos que possam auxiliar os estudantes na compreensão mais ampla sobre o estudo do ar e nos aspectos que possam melhorar o ensino desse tema.

Para Dolz uma sequência didática é “Um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito” (2004, p. 83). Assim, organizamos um conjunto de atividades diversificadas, com conteúdos relacionados entre si a fim de produzir sentido no processo de construção de conhecimentos na sala de aula.

Planejamos atividades experimentais, pesquisas, atividades individuais e em pequenos grupos, sendo esses sempre os mesmos, constituídos na primeira aula, com 5 estudantes cada, em média.

O quadro 4 fornece uma síntese das atividades envolvendo o tema ar que compõem a sequência de ensino “Ar em Foco”.

Quadro 4- Síntese das atividades a serem desenvolvidas com os alunos.

Atividade - Tema	Objetivos	Previsão do número de aulas
Atividade 1: problematização	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Problematizar e Levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a qualidade do ar. ➤ Introduzir e contextualizar a temática proposta ➤ Discutir os aspectos levantados pelos alunos com relação ao filme “Apollo 13” e entrevista 	3 aulas de 50 min.
Atividade 2: o que é um ar considerado de qualidade?	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conhecer os indicadores da qualidade do ar, ler o resumo dos parâmetros do CONAMA e FEAM. ➤ Ler e discutira reportagem “Lençóis do RespirAR ficam escuros após teste de poluição”. Debater sobre a existência do ar e suas propriedades 	2 aulas de 50 min.
Atividade 3: investigando o ar e suas propriedades	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Investigar as propriedades do ar no laboratório com atividade experimental em grupo. 	1 aulas de 50 min.
Atividade 4: novas tecnologias para medir a qualidade do ar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pesquisar novas tecnologias para medir a qualidade do ar. ➤ Projetar a construção de um medidor da qualidade do ar. 	1 aula de 50 min.
Atividade 5: uso da calculadora ambiental no cálculo das emissões de CO ₂ na atmosfera	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificar as emissões anuais de CO₂ pelo grupo familiar ➤ Verificar quantas árvores são necessárias plantar para compensar as emissões do grupo familiar. ➤ Refletir sobre quais medidas adotar para reduzir essa emissão. 	1 aula de 50 min.
Atividade 6: identificando a qualidade do ar na escola	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Retomar pesquisa e montar um projeto para construir um medidor da qualidade do ar. 	1 aula de 50 min.
Atividade 7: fechamento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verificar se os estudantes conseguirão usar os conceitos, estabelecer relações e fazer propostas de intervenção. 	1 aula de 50 min.

Fonte: elaborado pela autora.

As atividades foram desenvolvidas em 10 aulas de Química pela autora e professora da turma e estão descritas no quadro 5, o qual indica a aula, seguida do seu objetivo e uma breve descrição e impressões. Atendidos os trâmites legais, as aulas foram gravadas em vídeos e áudios com aparelho de celular, de forma que a professora pudesse registrar a participação dos estudantes para posterior análise e reflexão sobre todo o processo.

Quadro 5 - Sequência e breve descrição das aulas

Aula e objetivo	Descrição e impressões
<p>Aula1: Problematizar e Levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a qualidade do ar.</p>	<p>A problematização inicial apresenta como propósitos o engajamento dos estudantes com o estudo do tema e levantamento dos conhecimentos prévios e interesses dos alunos sobre o tema.</p> <p>Usamos um conjunto de 10 fotografias, previamente selecionadas, mostrando diferentes ambientes e situações do contexto para identificar as concepções dos estudantes sobre fatores que afetam a qualidade do ar e como poderiam avaliar a qualidade do ar nesses ambientes. Separados em grupos, os estudantes foram convidados a observar as imagens e dizer como seria a qualidade do ar nesses ambientes. Analisaram e discutiram, formularam as explicações e chegaram em uma única resposta sobre como o grupo poderia avaliar a qualidade do ar nesses ambientes.</p>
<p>Aula 2: Introdução e contextualização da temática proposta</p>	<p>Foi apresentada uma reportagem: “<i>Maior torre de estudos climáticos do mundo que foi construída no Amazonas</i>”, a partir da leitura dinâmica e interativa foi introduzido o tema proposto na sequência didática, além de estimular os estudantes a começar perceber o uso da tecnologia na ciências. Em seguida, no segundo momento da aula, os grupos receberam 7 perguntas que foram propostas para os alunos iniciarem a discussão sobre o tema em foco “ar”: Qual a composição do ar atmosférico? O que é qualidade do ar? O ar que respiramos é de qualidade? Podemos interferir na qualidade do ar que respiramos? A qualidade do ar é a mesma em diferentes ambientes? Que tipo de contaminação pode estar no ar?</p> <p>Em casa os alunos deveriam assistir ao filme “Apollo 13” anotando os seguintes aspectos: Incidente ocorrido na viagem, causa e consequências; O conhecimento científico usado para a construção do plano emergencial; O plano emergencial que os astronautas e a equipe da NASA elaboraram para sanar o problema. O objetivo foi levar os estudantes a reconhecerem o fazer dos cientistas. Também deveriam entrevistar familiares ou amigos utilizando as 7 perguntas que os mesmos discutiram no segundo momento em sala de aula.</p>
<p>Aula 3: Discussão dos aspectos levantados pelos alunos com relação ao filme “Apollo 13” e entrevista</p>	<p>Os alunos socializaram suas observações relacionadas aos aspectos pontuados pela professora a serem observados durante o filme e chegaram a uma única conclusão. Nesse momento perceberam a importância do conhecimento científico para resolução de situações diversas. Em seguida, apresentaram suas entrevistas e, em grupo, analisaram as respostas dos entrevistados e fizeram levantamento dos aspectos e palavras que mais apareceram.</p>
<p>Aula 4: Conhecendo os indicadores da qualidade do ar, leitura do resumo dos parâmetros do CONAMA e FEAM</p>	<p>Iniciamos a atividade levantando as seguintes questões para os estudantes: Você sabe o que é um ar de qualidade? O que é um ar poluído? Qual é a concentração adequada dos componentes no ar atmosférico?</p> <p>O objetivo dessa atividade foi de levantar ideias acerca das características que o ar que respiramos, classificado como de qualidade, deve ter. Apresentamos aos estudantes os indicadores apontados nos parâmetros do CONAMA para um ar de qualidade e um ar poluído. A resolução do CONAMA foi usada para embasar as discussões e levar à conclusões sobre o que é um ar de qualidade. Também apresentamos o órgão responsável pelo monitoramento da qualidade do ar em Belo Horizonte, a FEAM. Após o reconhecimento dos parâmetros, para a discussão e reflexão, convidamos os estudantes a pensarem sobre: O que é boa qualidade do ar; O que determina a qualidade do ar que respiramos; Quais processos que afetam a qualidade do ar; Qual a composição do ar atmosférico.</p>

<p>Aula 5: Dividida em dois momentos:</p> <p>Primeiro momento: Leitura e discussão da reportagem “Lençóis do RespirAR ficam escuros após teste de poluição”.</p> <p>Segundo momento: Debate sobre a existência do ar e suas propriedades</p>	<p>Primeiro momento da aula: levantamento de hipóteses do objetivo da experiência com os lençóis. Em seguida, discutiram e refletiram, em grupo, como poderia ser identificados os indicadores de qualidade do ar.</p> <p>No segundo momento da aula foi um debate sobre a existência do ar e suas propriedades. No início dessa atividade foi apresentado aos alunos os versos da música “O Ar” de Vinícius de Moraes, o trabalho com a música tem o objetivo de contextualizar a aula e estimular a curiosidade dos alunos sobre o ar. Em seguida, convidamos os estudantes a explicar a mensagem transmitida nos versos da música, com o objetivo de estimular o debate entre os estudantes sobre o “misterioso ar” que na maior parte das vezes é ignorado. Finalizando essa aula com uma discussão entre os estudantes acerca de alguns questionamentos apresentados: “Do que é feito o ar? Uma garrafa bem fechada tem ar em seu interior? Como podemos ter certeza da existência ou inexistência de ar dentro dela? Você concorda com o poema “O Ar” quando diz que o ar não tem forma? O que isso significa? Você concorda com o poema “O Ar” quando ele diz que o ar não tem peso e que ele está vivo? Argumente contra essas ideias ou a favor delas.”. Esses questionamentos tiveram como objetivo despertar a curiosidade e interesse dos estudantes sobre o tema ar, além de nos permitir um diagnóstico de alguns de seus conhecimentos prévios.</p>
<p>Aula 6: Investigando as propriedades do ar.</p>	<p>No laboratório, cada grupo escolheu um problema relacionado as propriedades do ar para tentar responder: “O ar existe? O ar tem massa? O ar ocupa lugar no espaço? Como o ar se comporta quando aquecido e esfriado? O ar exerce pressão?” Os alunos levantaram suas hipóteses, dialogaram e decidiram qual seria o melhor caminho e material para testar suas hipóteses. Depois de testado tiveram que apresentar para o restante da turma como levantaram suas hipóteses e seus resultados, assim tiveram um momento muito rico de socialização. O objetivo dessa atividade foi desafiar os alunos e estimular para levantamento de hipóteses para resolverem os problemas.</p>
<p>Aula 7: Novas tecnologias para medir a qualidade do ar</p>	<p>Na sala de informática, os grupos começaram a pesquisar novas tecnologias para medir a qualidade do ar. Momento de descobertas que estimulou os estudantes a pensarem na possibilidade de montar um medidor da qualidade do ar no laboratório da escola. Nessa aula só começaram ter ideias, não conseguiram fechar propostas. Solicitamos aos alunos que em casa, com ajuda de familiares, respondessem o questionário referente à coleta de dados quantitativos para coleta de dados do consumo mensais de: energia elétrica, água, papel, gás residencial, combustível e geração de resíduos sólidos.</p>
<p>Aula 8: Uso da calculadora ambiental no cálculo das emissões de CO₂ na atmosfera</p>	<p>Na sala de informática, os alunos inseriram os dados coletados em casa na calculadora ambiental do Senac. Após a inclusão de todos os dados, receberam a quantidade de CO₂ emitida ao longo do ano e apresentou o número de árvores a serem plantadas para compensar suas emissões anuais. Depois fizeram uma média das emissões do grupo. Momento que proporcionou leitura crítica dos alunos quanto ao seu modo-de-vida e dos seus colegas e familiares, contribuindo para sua formação em cidadãos mais conscientes. Em seguida, o grupo refletiu sobre quais medidas deveriam adotar para reduzir essa emissão.</p>
<p>Aula 9: Aplicação dos novos conhecimentos: Identificando a qualidade do ar na escola.</p>	<p>Na sala de informática, os grupos retomaram as pesquisas para tentar montar um projeto para construir um medidor da qualidade do ar. O projeto deveria conter: Objetivos do medidor; procedimento para a construção do medidor; materiais necessários para a construção do medidor; como e em qual local seria usado o medidor.</p>
<p>Aula10: Reflexão sobre o que foi aprendido: Produção do texto.</p>	<p>A ideia dessa atividade final foi verificar se os estudantes conseguiam usar os conceitos, estabelecer relações e fazer propostas de intervenção. Utilizando o comando como vem sendo cobrado no ENEM, foi solicitado uma produção de texto individual retornando ao problema inicial envolvendo o ar: Como podemos avaliar a qualidade do ar nos ambientes?</p>

Fonte: elaborado pela autora.

Ao final do trabalho os alunos e a professora se reuniram para discutir e socializar ideias do projeto e para discutir as propostas de construção de um medidor da qualidade do ar. Cada grupo escolheu um relator para apresentar suas discussões e propostas para os demais grupos da sala. Foi um momento de debate, no qual os alunos falaram uns com os outros trocando e dando novas contribuições. Ao final, três grupos, entre os cinco formados, resolveram se juntar para uma única proposta de projeto de construção do medidor da qualidade do ar. Estes decidiram criar um medidor da qualidade do ar com Arduino¹. Neste momento os apoiamos e convidamos um mestrando, formado em licenciatura em física, para nos acompanhar e ajudar durante o processo de construção do medidor. O mesmo aceitou o convite e vem participando dos encontros da professora pesquisadora com os estudantes que estão envolvidos nesse processo.

A maior dificuldade encontrada no desenvolvimento das últimas atividades da sequência de ensino foi aplicação no final do segundo semestre. Nesta ocasião nos deparamos com dois extremos: alunos que estavam aprovados e não queria se envolver tanto e já desejavam ficar em casa, e outros que estavam apreensivos e envolvidos com atividades e provas de recuperação. Portanto, poucos compareceram e permaneceram na última etapa do processo, a montagem do medidor da qualidade do ar. Com a chegada do final do ano letivo e férias, não tivemos outra saída a não ser suspender os encontros e retomar no próximo ano. Porém, estes alunos estão cursando agora o 3ano e a grande maioria ingressou em cursos preparatórios no contra turno, dificultando assim nossos encontros e reduzindo para cinco alunos participantes que permaneceram até o final. O trabalho com esse grupo, que foi levado à UFMG Jovem, será descrito a seguir.

7.3. A construção do protótipo para medir a qualidade do ar

O desejo de montar um medidor da qualidade do ar surgiu durante a realização da SEI descrita anteriormente (item 7.2), norteada pelo tema central Qualidade do Ar, proposta pela professora de química durante suas aulas. As aulas apresentadas com abordagens de investigação e de diálogo envolveram os estudantes, despertando assim a vontade de aprofundar no tema. Durante esse processo de construção de conhecimentos

¹ Dispositivo barato, funcional e fácil de programar, sendo dessa forma acessível a estudantes e projetistas amadores. Além disso, foi adotado o conceito de hardware livre, o que significa que qualquer um pode montar, modificar, melhorar e personalizar o Arduino, partindo do mesmo hardware básico.

em sala de aula, surgiram diversas dúvidas e hipóteses que seriam apenas respondidas ou colocadas em prática com pesquisas e interesse da turma. A ideia que tiveram foi de montar um protótipo de medidor da concentração de monóxido de carbono (CO) presente na atmosfera, ou seja, um medidor de qualidade do ar por meio de um Arduino que calculasse a concentração de monóxido de carbono (CO) presente no ar que respiramos. Esse foi, então, o passaporte para a construção do protótipo, por intermédio da professora de química, juntamente com o mestrando graduado em física, que também disponibilizou peças e conhecimentos tecnológicos necessários para o desenvolvimento do trabalho.

Definida a ideia central do trabalho - criar um medidor de qualidade do ar – foram realizadas pesquisas e encontros do grupo, foto 1, com os professores orientadores para a montagem do protótipo para medir a qualidade do ar. O percurso percorrido pelos estudantes está representado na figura 3.

Foto 1 - Estudantes trabalhando em grupo

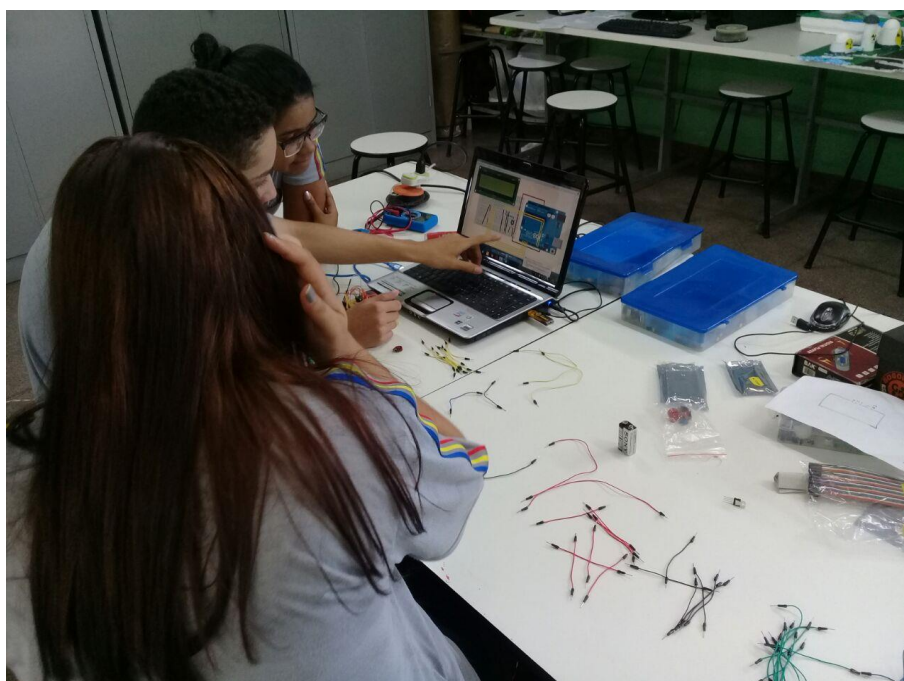
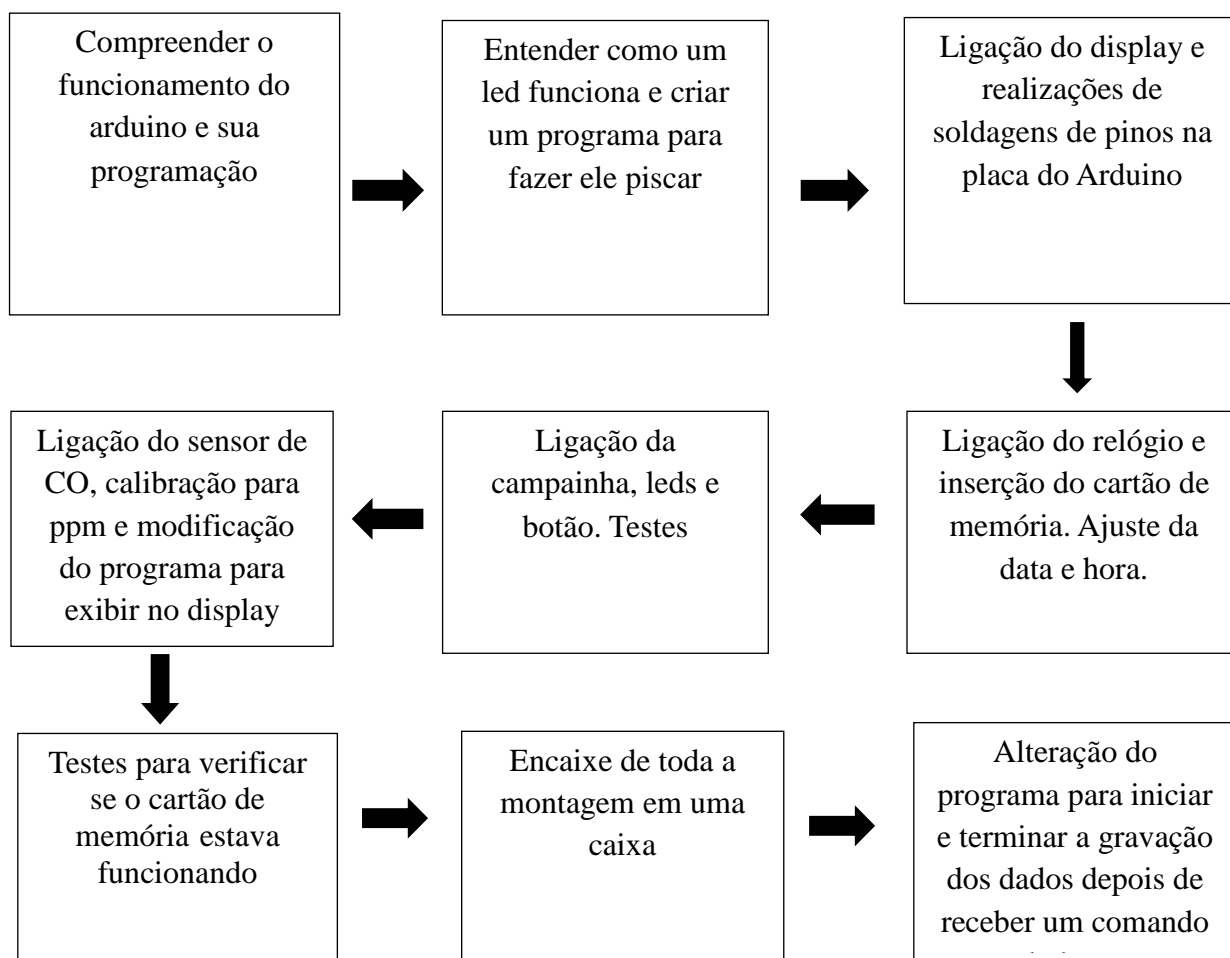


Figura 3 - Percurso percorrido pelos estudantes para a montagem do protótipo



Fonte: elaborado pela autora.

Inicialmente, foi explicado aos alunos o que era o Arduino e como ele poderia ser programado para realizar diferentes tarefas. A primeira tarefa realizada em conjunto para exemplificar seu funcionamento foi ascender um *led* (foto 2). Depois foi feita a programação para fazer o *led* piscar.

Foto 2- Testando o led.



Uma vez tendo entendido a ideia básica, fizemos a ligação do *display*. Para isso foi necessário realizar algumas soldagens, pois a placa do display não tinha pinos. Em seguida, testou-se a programação para ver se funcionava. Depois que o *display* estava funcionando, foi a vez de ligar o sensor de CO. Logo depois, modificou-se o programa para que a leitura do sensor fosse exibida no *display*. Concluída essa parte, procedeu-se a ligação e a programação da campainha, de *leds* e de um botão capaz de iniciar e finalizar a gravação de dados.

Foram feitos alguns testes para verificar se tudo estava funcionando corretamente. Depois, faltava apenas ligar o relógio para registrar a hora certa das medições e o cartão de memória para gravar os dados coletados. Após sua conclusão, outros testes foram realizados, ajustando data e hora do sistema. Em seguida, o sensor foi calibrado para mostrar a concentração do CO em p.p.m, visto que os parâmetros do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e da FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente) nos fornecem indicadores da Qualidade do Ar com essa unidade de medida.

O Arduíno foi programado para iniciar a gravação dos dados depois de receber um comando do botão e a mesma ação para encerrar a gravação dos dados. Depois que todas as partes foram conectadas, o protótipo foi colocado em uma caixa de montagem para facilitar a sua utilização (fotos 3 e 4). Os fios que fazem as conexões entre os diversos componentes foram colados com cola quente para evitar que se soltassem durante a operação e o deslocamento.

Foto 3 - Preparando a caixa



Foto 4 - Encaixe do medidor dentro da caixa



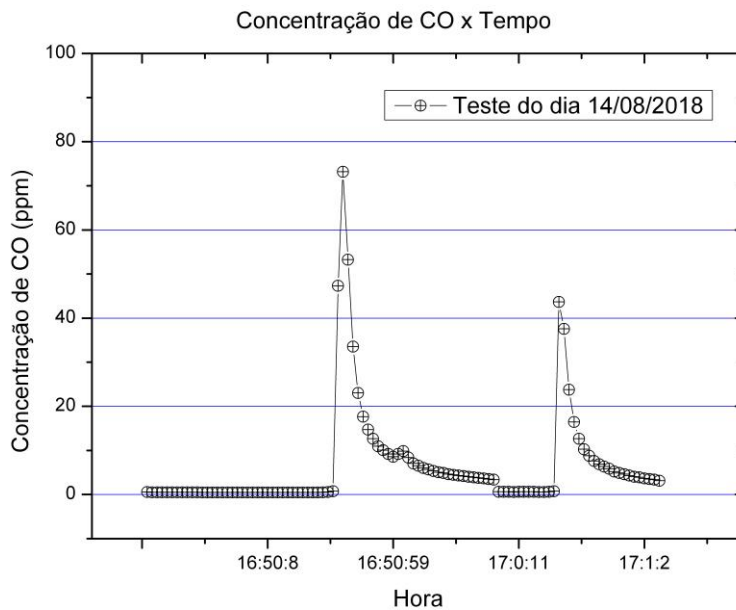
A foto 5 representa o medidor finalizado, já encaixado dentro de uma caixa para facilitar o manuseio e transporte.

Foto 5 - Medidor finalizado



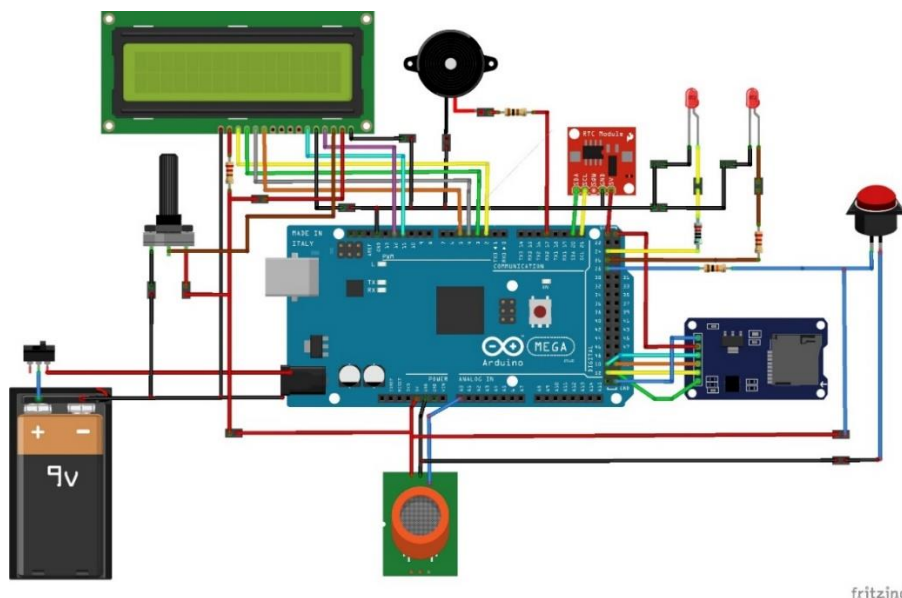
Após finalizar o encaixe do medidor em uma caixa foram realizados testes para verificar se o cartão de memória estava funcionando. Coletamos amostras de CO da exaustão de um carro abastecido com gasolina (primeiro pico do gráfico) e de um carro abastecido com etanol (segundo pico do gráfico), em seguida, jogamos no sensor com auxílio de seringas. O gráfico a seguir mostra o resultado desse primeiro teste.

Gráfico 1 - Concentração de CO versus tempo



Finalizada toda a programação e montagem do medidor, o grupo montou e desenhou um esquema elétrico do protótipo, representado na figura 4.

Figura 4 - Esquema elétrico do protótipo



Para que o grupo montasse o projeto e chegasse ao produto final, foram realizadas pesquisas e reuniões no contra turno com a presença do professor de física colaborador que se dedicou a ensinar como lidar com o Arduino, pois, inicialmente, era

um desafio para todos. Vale ressaltar que o trabalho envolveu muitas habilidades para além do conteúdo conceitual, como por exemplo soldar, colar fio a fio, manusear furadeira. Esses momentos foram registrados e estão representados nas fotos 6 e 7.

Foto 6 - Alunas soldando o display



Foto 7 - Colando os fios no protoboard



Também surgiram algumas ideias, dadas pelos estudantes, para expansão do protótipo, como:

- Adição de mais sensores para detectar outros gases, pois a placa Arduino utilizada aceita até 16 sensores;

- Acrescentar módulo Bluetooth para possibilitar que parâmetros sejam ajustados diretamente pelo celular, além de possibilitar que os dados coletados também sejam transferidos via celular;
- Adição de um módulo GPS (*Global Positioning System*), com este módulo no protótipo, poderia ser associada a medida de concentração do gás, além da data e hora (já disponíveis), uma coordenada geográfica (latitude e longitude) e assim o protótipo poderia ser utilizado para verificar a qualidade do ar em diferentes pontos da cidade, por exemplo.

Percebemos a necessidade de expansão do medidor, mas não tivemos tempo hábil para tal, uma vez que o grupo demonstrou interesse em escrever um projeto, a partir do trabalho feito com o Arduino, com objetivo de inscrever o trabalho na 19ª edição da UFMG Jovem. O mesmo foi aprovado e apresentado nas dependências da Universidade Federal de Minas Gerais pelos estudantes envolvidos no projeto.

Observamos nesse momento o desenvolvimento de outras habilidades, como a leitura, escrita, construção de argumentos, falar em público, e socialização do aprendizado na feira (Pizarro,2014). Esses momentos foram registrados e trazidos nas fotos 8, 9, 10 e 11.

Foto 8 - Escrevendo o projeto

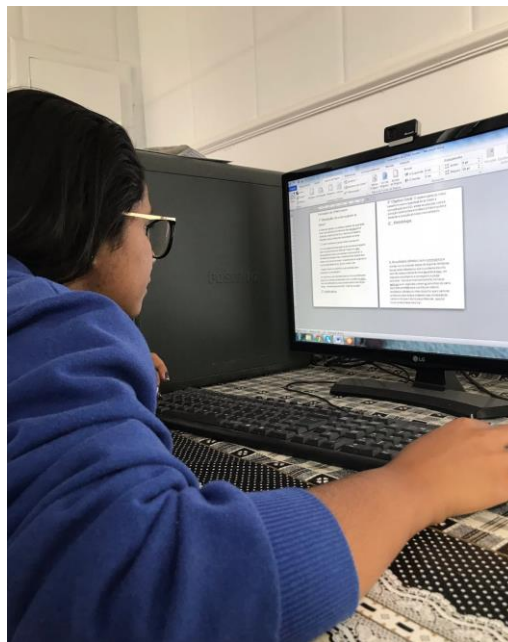


Foto 9 - Banner montado pelos alunos

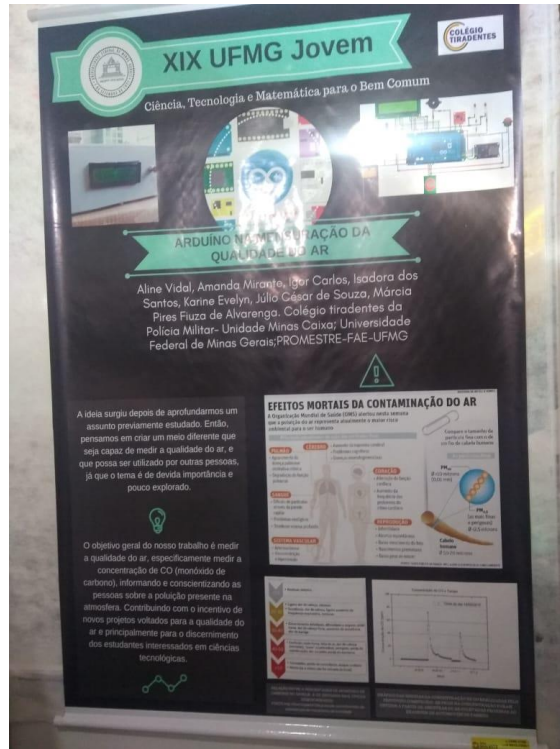


Foto 10 - Apresentação na UFMG Jovem



Foto 11 - Trocando experiências com ganhador da 18ª edição da Feira



7.4. A coleta de dados

Atendidos os trâmites legais, as aulas desenvolvidas foram gravadas em vídeos e áudios com aparelho de celular oferecido pela professora pesquisadora, de forma que a professora pudesse registrar a participação dos estudantes para posterior análise e reflexão sobre todo o processo. Além das gravações, os registros para coleta de dados contaram também com um texto escrito e entregue pelos alunos no final da sequência e anotações no caderno de campo realizadas pelos grupos e também pela professora pesquisadora. As informações do caderno de campo foram sendo registradas pela pesquisadora durante as atividades e logo após o término de cada aula para que nenhuma observação fosse esquecida. Nem todas as atividades e gravações foram usadas na análise de resultados.

Por se tratar de um grande número de aulas e atividades foram coletados muitos dados, assim identificamos algumas atividades e episódios que julgamos ser mais representativos para serem apresentados e analisados. As atividades escolhidas para análise compreendem as etapas de uma atividade experimental aberta (aula 6) que tinha como objetivo investigar as propriedades do ar e posterior reunião do grupo (atividade 6 que se iniciou na aula 9) que tinha como objetivo discutir e montar um medidor da qualidade do ar.

7.5. Análise de dados

Em nossas análises utilizaremos os Indicadores da Alfabetização Científica, apresentados no quadro 1 (seção 6.3), para avaliar se os objetivos da promoção da AC foram alcançados com o desenvolvimento das atividades propostas na sequência de ensino.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Selecionamos dois episódios representativos do envolvimento e discussões desenvolvidas pelos estudantes, na busca de solucionar um problema escolhido dentre cinco que foram apresentados pela professora em uma proposta de aula investigativa, aula experimental aberta. Além disso, trazemos também os resultados da avaliação final realizada por meio de um questionário (apêndice 7) aplicado a cinco alunos participantes da montagem do medidor da qualidade do ar. Com o objetivo de verificar características de um trabalho científico quando os estudantes desenvolvem as atividades de investigação, analisamos suas interações verbais, tentando identificar nas falas e respostas dos estudantes, a presença dos Indicadores da Alfabetização Científica, propostas por Sasseron e Carvalho (2008).

8.1. Episódio 1 - Aula experimental: investigando as propriedades do ar – Aula 06

As transcrições apresentadas no quadro 6 se referem a turnos de falas da professora e de um grupo formado por cinco estudantes que tentavam solucionar os problemas “O ar tem massa? O ar ocupa lugar no espaço?”

Quadro 6 - Diálogo entre professora e alunos com os Indicadores da AC

Falas transcritas	Indicadores
Professora: Estou aqui com cinco problemas relacionados as propriedades do ar. Os grupos deverão escolher o problema que gostaria de tentar solucionar. Estão disponíveis na mesa alguns materiais que poderão ser utilizados para testar suas hipóteses, depois do problema escolhido, podem ir buscar o que julguem precisar. Ao final, todos os grupos terão a oportunidade de apresentar para os demais colegas suas hipóteses, testes e conclusões.	Sistematiza ideias e propõe um problema.
Aluno 1: Como um balão encheu como esperávamos e o outro não, deve haver um problema com o balão. Vamos trocar os dois balões por outros novos e iguais, depois colocaremos um em cada garrafa para testar cada um individualmente, ao mesmo tempo. Os meninos irão sopra os dois ao mesmo tempo.	Compreensão da situação analisada. Estruturação do pensamento.

Aluno 2: A garrafa deve estar furada e por isso o ar está saindo...	Levantamento de hipóteses. Explicação. Raciocínio lógico.
Aluno 3: Então confere se a garrafa está furada e se tiver tampa o furo para testar novamente.	Compreensão da situação analisada. Teste de hipótese.
Professora: Agora que tudo foi conferido e testado, o grupo pode explicar o que foi observado? Por que o balão encheu na garrafa com furo e na outra sem furo não?	Sistematiza ideias e propõe um problema.
Aluno 4: Na garrafa com furo o ar comprimido saiu pelo furo dando espaço para o balão, por isso ele encheu. Na garrafa sem furo o ar ficou aprisionada, não dando espaço para o balão. O ar no interior da garrafa impediu que o balão fosse inflado. Então concluímos que o ar tem massa e ocupa um lugar no espaço.	Explicação. Justificativa. Previsão.

Fonte: elaborado pela autora.

Nestes turnos de fala são retratadas discussões entre alunos e professora estabelecidas no laboratório de investigação aberta. Os debates desta aula giram em torno das propriedades do ar. Este grupo selecionou duas garrafas de água mineral vazias e dois balões para tentar resolver o problema.

O aluno 1 inicia sua fala mostrando a construção de uma explicação: *“Como um balão encheu como esperávamos e o outro não”*. Associado a esta explicação o aluno levanta uma hipótese expressa pela sentença: *“deve haver um problema com o balão”*. Logo em seguida ele propõem como testar sua hipótese: *“Vamos trocar os dois balões por outros novos e iguais, depois colocaremos um em cada garrafa para testar cada um individualmente, ao mesmo tempo. Os meninos irão sopra os dois ao mesmo tempo”*

Percebemos na fala do aluno três indicadores da AC: a explicação, o levantamento de hipótese e teste de hipótese.

Inicialmente, o Aluno 2 levanta uma hipótese: *“A garrafa deve estar furada”*. Considerando esta hipótese como válida, ele logo apresenta uma explicação: *“por isso o ar está saindo”*. Por se tratar de uma construção coerente, podemos considerar ainda que este aluno fez uso do raciocínio lógico para a estruturação de suas ideias.

Após esta indicação, percebemos que o aluno fez uso de três indicadores da AC em seu apontamento: o levantamento de uma hipótese que permitiu logo de imediato uma explicação. Por apresentar suas ideias de maneira clara e coerente, notamos também o uso do raciocínio lógico.

A próxima colocação é de um terceiro aluno, Aluno 3, que compreendeu a situação analisada e planeja um teste para hipótese levantada anteriormente pelo Aluno

2: *“Então confere se a garrafa está furada e se tiver tampa o furo para testar novamente”*.

Em seguida, a professora sente a necessidade de entrar, de maneira sutil, mas precisa, na tentativa de auxiliar os alunos na organização das ideias para que os mesmos entendessem a situação analisada e buscassem uma explicação na tentativa de chegar a uma justificativa e conclusão do problema ali levantado.

Esse fato oferece-nos uma boa evidência do importante papel do professor no comando da discussão para os alunos não perderem o foco.

Para concluir, o Aluno 4 apresenta sua explicação para a pergunta feita pela professora sobre os motivos do balão encher quando soprado dentro de uma garrafa com furo e o mesmo não acontecer na garrafa sem furo: *“Na garrafa com furo o ar comprimido saiu pelo furo dando espaço para o balão, por isso ele encheu. Na garrafa sem furo o ar ficou aprisionada, não dando espaço para o balão”*. Fornecendo garantia ao que foi dito, ele insere uma justificativa em sua fala ao afirmar que: *“O ar no interior da garrafa impediu que o balão fosse inflado”*. E estes dois elementos permitem que ele faça uma previsão: *“Então podemos prever que o ar tem massa e ocupa um lugar no espaço”*.

Podemos notar três indicadores da AC sendo utilizados na fala do aluno 4: explicação, justificativa e previsão.

É importante ressaltar também que os alunos colaboraram entre si na busca da solução do problema, discutiram com seu grupo buscando ideias e levantaram hipóteses, indica assim uma aprendizagem atitudinal de acordo com Carvalho (2013). Também se empenharam no teste das hipóteses, podendo ser um indício de aprendizagem processual, segundo Carvalho (2013). Comportamento característico de um trabalho científico.

8.2. Episódio 2 - Reunião do grupo: montagem do medidor da qualidade do ar

Selecionamos alguns turnos de fala representativos do envolvimento e discussões dos alunos na montagem do medidor e associamos aos indicadores da alfabetização científica apontados na seção 6.3 (quadro 1). São diálogos entre a professora e alunos referentes aos encontros para montagem do medidor da qualidade do ar e estão transcritos no quadro 7.

Quadro 7 - Associação dos Indicadores da AC com os diálogos entre professora e alunos

Falas transcritas	Indicadores
Professora: Agora que fizemos todas as conexões elétricas do <i>display</i> (mostrador) no Arduino e ele não funcionou, o que pode ser que aconteceu? Por que não funcionou? O que podemos fazer para solucionar o problema?	Sistematiza ideias e propõe um problema.
Aluno 1: Como o mostrador não está funcionando como deveria, porém testando-o em outra montagem ele funcionou corretamente, deve haver um problema com as ligações elétricas em nossa montagem. Vamos testar cada cabo individualmente com um multímetro.	Compreensão da situação analisada.
Professora: Esse protótipo é bem complexo com várias conexões elétricas, temos várias partes ou módulos, cada um com uma função diferente. A chance de ter algo errado é grande. Como seria uma maneira ou estratégia eficiente de testá-lo?	Sistematiza ideias e propõe um problema.
Aluno 2: Para testar o protótipo, vamos testar módulos menores do circuito que sejam mais fáceis de verificar se estão funcionando corretamente.	Estruturação do pensamento.
Professora: Agora que tudo foi conferido e o protótipo está aparentemente funcionando, precisamos verificar se o sensor de monóxido de carbono está funcionando corretamente. Na tela do <i>display</i> aparece o resultado da leitura do sinal de saída do sensor, mas como podemos ter “certeza” de que o sensor está realmente funcionando? Como podemos conferir se está funcionando mesmo?	Sistematiza ideias e propõe um problema.
Aluno 3: Para verificar se o sensor de CO estava mesmo funcionando coletamos uma amostra de ar com uma seringa do escapamento de um carro e uma amostra de ar de uma sala de aula. Com a amostra de ar do escapamento do carro o sinal de saída do sensor variou muito, já com a amostra de ar da sala de aula o sinal do sensor não sofreu variação alguma. O que indica que o sensor está funcionando.	Trabalho com as informações e com os dados disponíveis.

Fonte: elaborado pela autora.

Nestes turnos de falas, alunos e professora conversavam sobre uma das etapas da montagem do medidor da qualidade do ar. Durante as discussões, a professora instiga os estudantes a compreender a situação ali analisada, e a criar explicações e hipóteses a fim de estabelecer uma previsão.

Aluno 1 inicia sua fala mostrando a construção de uma explicação: “*Como o mostrador não está funcionando como deveria, porém testando-o em outra montagem ele funcionou corretamente*”. Associado a esta explicação o aluno levanta uma hipótese expressa pela sentença: “*deve haver um problema com as ligações elétricas em nossa montagem*”. Logo em seguida ele propõe como testar sua hipótese: “*Vamos testar cada cabo individualmente com um multímetro*”.

Percebemos na fala do aluno três indicadores da AC: a explicação, o levantamento de hipótese e teste de hipótese.

Podemos observar que o aluno 2 propõem uma estratégia para testar a hipótese levantada anteriormente pelo seu colega. Ele estrutura seu pensamento de uma maneira clara e coerente, notamos então o uso do raciocínio lógico: “*Para testar o protótipo,*

vamos testar módulos menores do circuito que sejam mais fáceis de verificar se estão funcionando corretamente”.

Em seguida, percebemos que o aluno 3 trabalha com as informações e dados disponíveis por meio da organização, seriação e classificação de informações para investigar se o medidor está funcionando. Iniciou com a organização das ideias, tendo assim uma base para ação investigativa: *“Para verificar se o sensor de CO estava mesmo funcionando coletamos uma amostra de ar com uma seringa do escapamento de um carro e uma amostra de ar de uma sala de aula”.* Caminhando para a organização e classificação de informações, uma vez que preparou os dados existentes sobre o problema investigado e buscou características para os dados obtidos: *“Com a amostra de ar do escapamento do carro o sinal de saída do sensor variou muito, já com a amostra de ar da sala de aula o sinal do sensor não sofreu variação alguma. O que indica que o sensor está funcionando”.*

Podemos notar três indicadores da AC sendo utilizados na fala do aluno 3: organização, seriação e classificação de informações.

8.3. Avaliação final com os componentes do grupo que montou o medidor da qualidade do ar

Destacamos também os indicadores propostos por Pizarro (2014, p.233), apontados na seção 6.3 (quadro 2), que ampliam os indicadores já apresentados por Sasserom (2008), uma vez que também podem caracterizar a alfabetização científica.

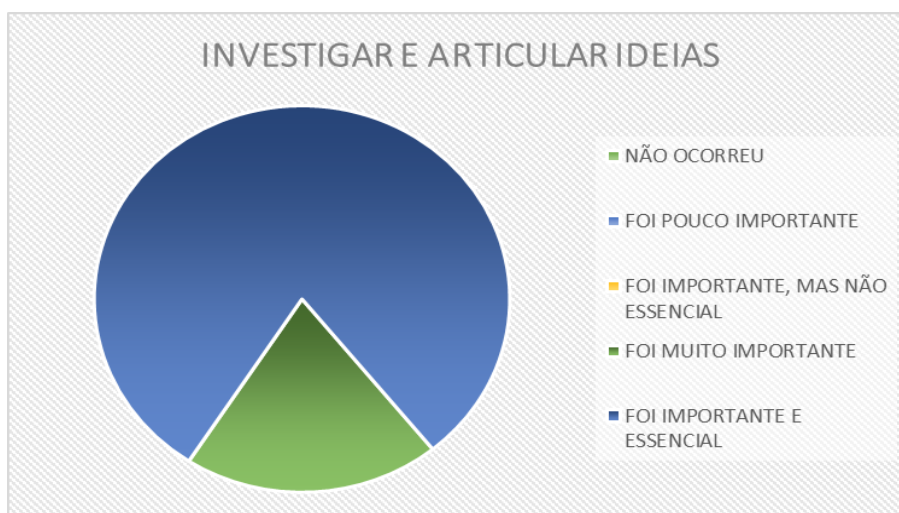
A partir desses indicadores, elaboramos um questionário (anexo F) com objetivo de avaliar as atividades desenvolvidas utilizando a sequência de ensino “Ar em Foco”. O questionário iniciou com uma apresentação do seu objetivo, em seguida foram descritos os oito indicadores propostos por Pizarro (2014). Para cada indicador os alunos poderiam escolher o grau de importância da ação (1.Não ocorreu; 2.Foi pouco importante; 3.Foi importante, mas não essencial; 4.Foi muito importante; 5.Foi importante e essencial), tendo em vista a sua participação nas atividades do projeto nas aulas de Química e no desenvolvimento do medidor da qualidade do ar. Por fim foi proposto um espaço para os alunos acrescentarem outros comentários que desejassem fazer. Este questionário foi apresentado a um grupo de cinco estudantes que participaram da construção do medidor em variados momentos. Sua aplicação se deu nas dependências da UFMG, na FaE, em uma sala do CECIMIG, onde estiveram

presentes, além dos cinco estudantes envolvidos na construção do medidor, a professora pesquisadora e sua orientadora.

A seguir, apresentamos três gráficos que mostram os resultados da pesquisa realizada com os estudantes, e tem como objetivo oferecer uma rápida visualização da frequência das descrições que indicam os aspectos de algumas ações que caracterizam a alfabetização científica na perspectiva social.

Quatro dos cinco estudantes responderam que *foi muito importante e essencial articular ideias e investigar*, já um considerou essas ações *muito importante*. Estes dados estão representados no gráfico 2.

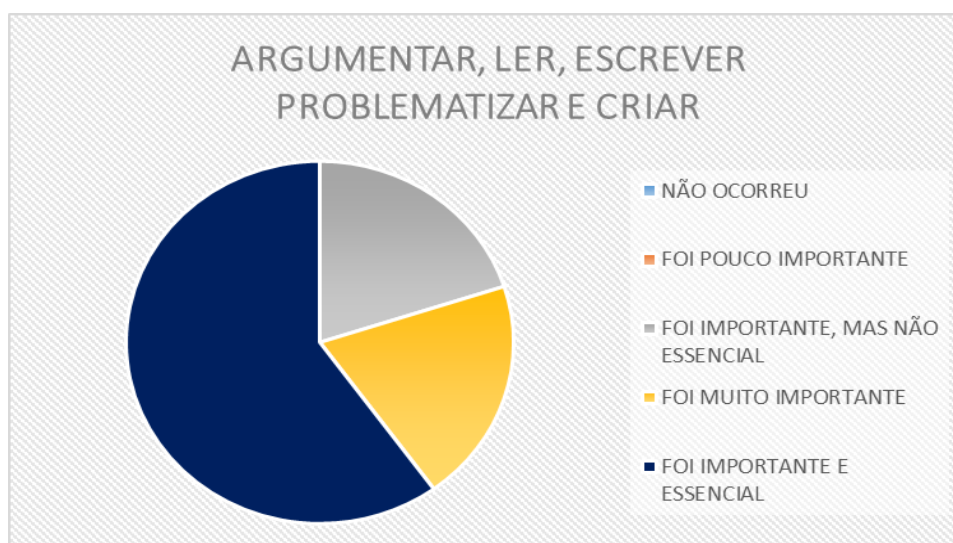
Gráfico 2: Investigar e Articular Ideias



Fonte: dados da pesquisa

Argumentar, Ler em Ciências, Escrever em Ciências, Problematizar, Criar, apresentaram o mesmo resultado, três dos cinco estudantes consideraram que essas ações foram *importante e essencial*, um considerou ter sido *muito importante e* um respondeu que *foi importante, mas não essencial*. Dados estes representados no gráfico 3.

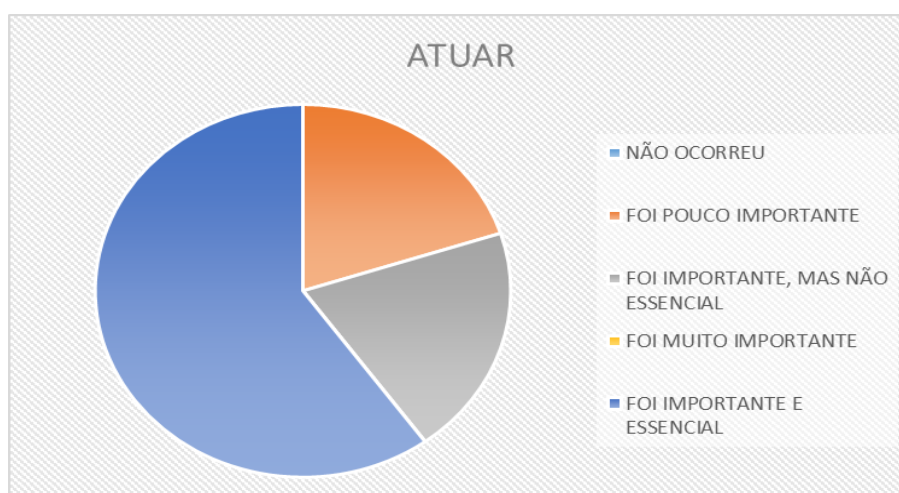
Gráfico 3: Argumentar, Ler, Escrever, Problematizar e Criar



Fonte: dados da pesquisa

Por fim, três dos cinco estudantes consideraram a **Atuar** *foi importante e essencial*, um respondeu que *foi importante, mas não essencial* e um outro considerou ter sido *pouco importante*.

Gráfico 4: Atuar



Fonte: dados da pesquisa

Consideramos que o aluno pode não ter entendido o indicador **Atuar**, apesar de esse grupo de estudantes ter atuado na apresentação da UFMG Jovem e posteriormente apresentaram o projeto também para a comunidade escolar onde estão inseridos, na

festa da família.

A análise com os indicadores nos proporcionou uma visibilidade, com maior clareza, dos avanços dos alunos nos processos envolvidos, demonstrando o aluno como sujeito de sua própria aprendizagem. Esses avanços podem ser percebidos também com os registros realizados pelos estudantes ao final do questionário, no espaço aberto para comentários e reflexões que desejassem fazer.

As reflexões dos alunos foram compiladas e apresentadas a seguir. Com o propósito de manter oculta a identidade dos alunos, seus nomes foram substituídos por um número.

Aluno 1: *“Os questionamentos, argumentos e os debates impostos por nós foi fundamental. Pois a partir delas, podemos aprofundar no assunto e desenvolver o projeto. A busca por soluções aos problemas apresentados foi de extrema dificuldade, mas também contribuiu para maior esforço dos alunos e dedicação”*.

Aluno 2: *“Todos os aspectos apresentados foram de suma importância para a conclusão do projeto. Nós, alunos, tivemos que ter uma educação científica aprofundada e desenvolvemos diversas habilidades, como soldagem, programação e pesquisa científica”*.

Aluno 3: *“O envolvimento entre os alunos e professores foi de alta relevância, pois sem o apoio de ambos não haveria ambiente agradável para realizar as pesquisas. Queria elogiar a todos envolvidos, pois tivemos grande dedicação e força de vontade para ir até o final”*.

As reflexões dos alunos 1, 2 e 3 são indicativas da aprendizagem atitudinal, de acordo com Carvalho (2013), uma vez que ao escreverem usaram os verbos de ação no plural mostrando o respeito pelo trabalho feito em grupo.

Já os alunos 4 e 5, comentários descritos a seguir, apresentam indicativos de aprendizagem procedimental, segundo com Carvalho (2013), evidenciada ao relatarem no texto a sequência das ações realizadas e as relações existentes entre as ações e o fenômeno investigado.

Aluno 4: *“É importante ressaltar todo o conhecimento adquirido ao longo do*

desenvolvimento do projeto, sendo bastante notável a atuação desse conhecimento em outras áreas, até mesmo nas disciplinas da escola, e no crescimento pessoal de cada aluno. Além de toda a capacidade que o trabalho nos proporcionou de abranger o vocabulário e aprender a escrever textos científicos”.

Aluno 5: “ Esse projeto foi algo muito importante para mim, pois a partir dele tive a vontade de saber mais, ir mais a fundo sobre o tema. Acho importante criar projetos assim com os alunos, criando consciência e interesse neles. Nesse tempo aprendi a soldar placas, mexer com programação. Acho que o mais importante é que o nosso projeto algum dia poderemos diminuir a poluição das cidades, esse é o objetivo do nosso projeto estimular outras pessoas a fazerem o mesmo”.

Os cinco comentários exemplificam comportamentos de alunos que estão aprendendo o processo da construção do conhecimento científico e apresentaram atitudes compatíveis com esse processo. Também apresentaram aspecto de investigação científica de acordo com Azevedo (2004), como por exemplo: refletir, discutir, explicar, relatar.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos pertinente retomar as questões básicas que nortearam nosso trabalho a fim de fazer as nossas últimas considerações. Como questões de pesquisa, nos propusemos a refletir sobre as seguintes perguntas: O tema qualidade do ar e suas propriedades é explorado nos livros didáticos utilizados para o Ensino Médio? Em que nível de aprofundamento e em quais contextos? As relações entre os conteúdos científicos, as novas tecnologias e os desafios para a mensuração da qualidade do ar são de interesse de estudo por estudantes do Ensino Médio? Na escola pública da rede estadual de ensino há espaço para o desenvolvimento de projetos com objetivos de potencializar a participação dos estudantes nas práticas da comunidade científica?

Diante da experiência em salas de aulas de química no Ensino Médio e de estudos realizados para esse trabalho apontamos algumas evidências que fundamentam a proposta aqui apresentada e que indicam possíveis respostas às questões de pesquisa:

- O ensino com do tema ar necessita ser modernizado com o estudo de novos fatores que afetam a sua qualidade empregados nos vários campos de ação,

sejam eles tecnológicos e/ou ambientais a fim de desenvolver responsabilidade social.

- Faltam nos livros didáticos propostas de trabalho temáticas que visam abordagens da investigação e de diálogo em sala de aula, articulando o conteúdo com suas aplicações tecnológicas, ambientais e sociais;
- O material didático com recomendações ao professor, produzido nesse trabalho, pode ser importante para nortear diferentes caminhos a serem trilhados em sala de aula, encaminhando os alunos a uma alfabetização científica (CARVALHO *et al* 2009), evitando assim uma abordagem tradicional onde se faz valer apenas a transmissão de conhecimento e uma atitude passiva dos alunos.
- Esta pesquisa pode contribuir para a formação de professores uma vez que permitirá à pesquisadora maior compreensão sobre o ensino de ciências por meio da abordagem CTSA, sobre os materiais didáticos para o ensino de Química e sobre a dinâmica que se estabelece em sala de aula fazendo assim uma reflexão sobre sua própria prática por meio das atividades investigativas elaboradas, desenvolvidas e analisadas.

Considerando que o objetivo geral deste trabalho foi elaborar, desenvolver e analisar uma SEI com o tema Ar, relacionando CTSA com intenções de promoção da AC, concluímos, a partir das reflexões apresentadas, que o trabalho desenvolvido alcançou nossas expectativas. Após muito estudo e revisões bibliográficas, construímos a sequência de ensino utilizando diferentes recursos, como leitura de imagens, aula experimental, análise de tabelas, leitura de reportagens, exibição de filme e acesso à internet na sala de informática da escola. Em seguida, desenvolvemos as atividades elaboradas e analisamos, a partir dos referenciais teóricos apontados. Após reflexão do trabalho desenvolvido, escrevemos recomendações aos professores para a versão final do material didático que poderá ser utilizado como modelo para outros professores da educação básica.

Tendo em vista os apontamentos apresentados ao longo deste trabalho, percebe-se que SEI foi planejada e desenvolvida propiciando momentos de investigação com relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), possibilitando assim o início de uma alfabetização científica. Nesse sentido, acredita-se que foram apontados indicadores da AC, com movimentos que incentivaram com movimentos que incentivaram a seriação, organização e classificação de informações, o raciocínio lógico e proporcional, o levantamento e teste de hipóteses, a previsão, justificativa, explicação

e articulação de ideias, a investigação, a argumentação, a leitura e escrita, a problematização, a criação e a atuação, além da capacidade de perceber que a Ciência e a Tecnologia também tem suas limitações e consequências nem sempre positivas para a Sociedade e Ambiente.

Sabe-se que a construção do conhecimento científico não é simples e imediata, mas um processo permanente com um conjunto de conhecimentos. Nesse sentido, utilizamos os recursos tecnológicos como fonte de aprendizagem e pesquisa. Percebemos que além de envolver os alunos na realização das atividades, esses recursos propiciaram o trabalho com as ideias da ciência e estimularam uma leitura crítica quanto ao seu modo-de-vida e da sociedade, contribuindo para a formação cidadã.

Isso foi possível porque foi criado um ambiente favorável, no qual os estudantes tiveram voz e foram ouvidos, sendo estimulados pela professora a participarem de todo o processo colocando suas opiniões, mesmo que a princípio suas ideias não adequassem ao conceito científico (CARVALHO *et al*, 2013).

Acreditamos que a sequência de ensino apresentou características investigativas, pois um tema e um problema claro que precisava ser resolvido foi colocado em investigação durante um conjunto de atividades e aulas (SASSERON, 2015). Ao ser desenvolvida foi percebido que a professora levou o aluno a pensar, discutir, registrar e socializar suas ideias (CARVALHO *et al*, 2013). Assim, os alunos foram motivados, facilitando a aprendizagem, além de contribuir na sua formação e exercício da cidadania. Junto com essas características, percebemos uma parceria entre a professora e estudantes, na qual a professora procurou falar com os estudantes e não aos estudantes, possibilitando o papel ativo dos mesmos na construção de sua autonomia por meio da interação entre pensar, sentir e fazer. Sobretudo, os estudantes tiveram oportunidades de desenvolver habilidades relacionadas à cultura científica na resolução de problemas.

A análise dos diálogos entre alunos e professora durante a montagem do medidor da qualidade do ar nos permitiu encontrar indicadores da alfabetização científica, em um movimento gradativo, na perspectiva de Sasseron e Carvalho (2008). Nos episódios analisados, conseguimos perceber que os alunos foram levados à investigação e compreensão dos problemas em busca da resolução dos mesmos. Levantaram hipóteses e realizaram testes na busca de evidências para sustentar as explicações apresentadas. Estas explicações trouxeram junto o raciocínio lógico, apresentando coerência em seus argumentos.

Os estudantes também encontraram a oportunidade de comunicar o trabalho, tanto na perspectiva investigativa quanto da alfabetização científica, apresentando o medidor da qualidade do ar na UFMG Jovem. Momento de atuação dos estudantes, onde trouxeram para a esfera pública o que foi vivenciado em sala de aula.

O projeto para a construção do protótipo nos deu visibilidade para o quanto o CO está presente no dia a dia das pessoas e o seu risco para a saúde da população. Além dos dados obtidos por meio de nossas amostras, temos como exemplo os dados de pesquisa realizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), divulgada em 03 de maio de 2018 no jornal O TEMPO, alertando que mais de 90% da população mundial respira um ar contaminado. Também lemos, em material divulgado no ESTADÃO, que os dados variam de acordo com o local e a quantidade de carros presentes, como em São Paulo, durante a greve dos caminhoneiros que teve início no dia 21 de maio de 2018. Nesse período, a qualidade do ar foi considerada boa em todas as estações de medição, gerando uma diminuição de 50% dos gases poluentes presentes na atmosfera, dado registrado no sétimo dia de greve.

Com a construção do projeto, o grupo conseguiu tirar dúvidas que inicialmente eram persistentes entre todos, como ter noção do quanto o ar que respiramos está poluído. Com o medidor montado e preparado para essa ação, vimos que, mesmo em poucas quantidades de amostras, números reais de concentração de CO podem ser detectados. Nosso envolvimento com este trabalho vem nos proporcionando significativas reflexões e uma maior compreensão sobre o ensino de ciências por meio da abordagem CTSA, sobre os materiais didáticos para o ensino de Química e sobre a dinâmica que se estabelece em sala de aula, um espaço de encontro entre conhecimentos diversos onde exige um trabalho de constante aperfeiçoamento, reflexões estas primordiais para nossa formação. É importante destacar que o material construído a partir da nossa experiência visa apresentar estratégias para aplicar a sequência didática no ensino de Química com o tema ar e possíveis ações do professor ao conduzi-las. A proposta é tentar levar o professor a refletir sobre suas próprias aulas e possibilitar o desenvolvimento de seu próprio projeto para ser usado em outros contextos. Como exemplo, vou citar um fato ocorrido recente no qual um colega da área, ao tomar conhecimento do nosso trabalho com estudantes na construção do medidor da qualidade do ar, se inspirou e levou a ideia para a escola na qual leciona, onde foi apoiado imediatamente pela proposta inovadora e logo começou a trabalhar no processo de construção de um bafômetro utilizando o arduíno.

É relevante ressaltar que os estudantes estão mergulhados no meio dos avanços tecnológicos. Reforça-se, nesse sentido, a necessidade de uma alfabetização científica e tecnológica comprometida com a cidadania. Para tal percebemos a necessidade de que o enfoque CTSA seja considerado como uma potente metodologia de ensino, pois pode possibilitar uma ligação entre conhecimento científico, tecnológico e a sociedade ao mesmo tempo, educando assim para a cidadania.

Em especial, na atividade 5, o uso da calculadora ambiental nos possibilitou trabalhar com a alfabetização científica, pois buscou utilizar os recursos tecnológicos como fonte de aprendizagem e pesquisa, tal como descrito por Sasserom e Carvalho (2008). O registro na calculadora pelos estudantes com os dados coletados pelas atividades domiciliares junto aos familiares levaram todos a se envolverem na realização das atividades. A análise dos resultados, contabilização das emissões de gás carbônico CO₂, despertou nos estudantes uma leitura crítica quanto ao seu modo de vida no cotidiano em sociedade, gerando espanto e reflexão. A realização dessa atividade possibilitou o uso da tecnologia na promoção de discussão sobre efeitos nocivos da emissão de CO₂ ao meio ambiente e provocou uma mudança na percepção dos envolvidos no trabalho, contribuindo assim para sua formação cidadã.

O trabalho desenvolvido, sendo o estudo teórico sobre o tema ar, a elaboração e desenvolvimento da SEI, as reflexões acerca do ensino por investigação, relações CTSA e alfabetização científica reforçam a importância e demonstra as possibilidades de contribuição para o avanço e a melhoria de ensino de Química por meio da pesquisa e reflexão docente. Todo o trabalho possibilitou aulas mais motivadoras, visando o engajamento e interesse dos estudantes, articulando o conteúdo com suas aplicações tecnológicas, ambientais e sociais, além de auxiliar na construção de conhecimentos científicos pelos discentes.

O mestrado na modalidade profissional contribuiu para a minha formação, visto que cada vez mais venho desenvolvendo atividades investigativas, contemplando uma visão mais aberta e flexível e dessa forma ecoando no aprendizado dos discentes, ou seja, fazendo com que o ensino de Química não se resume à transmissão de conceitos. Concomitantemente os estudantes se aproximam do fazer científico, se apropriam de ideias e participaram da investigação de forma proativa, se envolveram na discussão de temas atuais com aplicações ao cotidiano.

Dessa forma, o presente trabalho responde as duas últimas questões de pesquisas colocadas: As relações entre os conteúdos científicos, as novas tecnologias e

os desafios para a mensuração da qualidade do ar são de interesse de estudo por estudantes do Ensino Médio? Na escola pública da rede estadual de ensino há espaço para o desenvolvimento de projetos com objetivos de potencializar a participação dos estudantes nas práticas da comunidade científica? Os estudantes apresentaram maior interesse por conteúdos científicos a partir do momento que o docente buscou motivá-los por meio de novas metodologias e tecnologias, além de orientá-los para que as informações se tornassem significativas para a construção do conhecimento. Quanto ao espaço para o desenvolvimento de projetos nas escolas públicas da rede estadual, a professora se deparou com os desafios de associar o conteúdo pedagógico aos projetos voltados para a prática da comunidade científica, o que reforça a ideia de que é preciso buscar articular o conteúdo com temas atuais com suas aplicações ao cotidiano a fim de potencializar a participação dos estudantes nestas práticas.

10. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de Aula. Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. Organizado por Anna Maria Pessoa de Carvalho, Editora Thomson, 2004, Cap. 2.

BRASIL. MEC/SEB. Ministério da Educação. Diretrizes curriculares nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>> Acesso em: 20 ago. 2017.

BRASIL. Portaria INEP nº 12, de 8 de maio de 2014. Divulga sistemática e demais disposições para a realização do Exame Nacional de Ensino Médio - ENEM, no ano de 2016. Diário Oficial da União. Brasília, 13 de maio. 2014. p.40. Disponível: <http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=310+enen.br> acesso: 07/08/2016

CARVALHO, A.M.P, et al. Ensino de ciências: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A.M.P, et al. Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

CHASSOT, A., Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. Ijuí: Inijuí, 2014.

DOLZ, J. Et al. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: Gêneros orais e escritos na escola. Campinas: Mercado das Letras, 2004. p. 83.

LEMOS, J.L.S. Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Revista Ciências e Ideias. Vol.4, N2, p.11 Jan/Dez-2013.

MARCONDES, M.E.R.; SILVA, E.L. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. Ciência e Educação, Bauru, v.21, n. 1, p. 65-83, 2015.

MINAS GERAIS, Governo de. Secretaria de Estado da Educação. Química: proposta curricular. Educação Básica. Belo Horizonte, 2008, p.14

MUNFORD., D.; LIMA., M. E. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?, 2007.

PAUGLISI, M.L; FRANCO,B., Análise de Conteúdo. 2 ed. Brasília: Liber Livro, 2005.

PIZARRO, M.V; JUNIOR, J.L. Indicadores de Alfabetização Científica: Uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de Ciências nos anos iniciais. Investigações em Ensino de Ciências. v.20; n.1, pp. 208-238, 2015.

SÁ, E.F. de; PAULA, H.F. e; LIMA, M.E.C. de C.; AGUIAR, O.G. de. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências. Belo Horizonte, p. 01-13, 2007.

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, pp. 79-102, 2011.

SANTOS, W.L.P. A química e a formação para a cidadania. Educ. Quím., v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011.

SANTOS, W. P. Contextualização no Ensino de Ciências por Meio de Temas CTS em uma Perspectiva Crítica. Ciência & Ensino, "Educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente" vol. 1, nov. de 2007.

SANTOS, W.L.P; MORTIMER, E.F. Revista Ensaio, vol.02, n. 02, p.110-132, Jul- Dez. 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos, SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Educação em química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

SASSERON, L.H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. Revista Ensaio, vol.17, n. especial, p.49-67, Novembro de 2015.

SASSERON, L.H; CARVALHO, A.M.P. Investigações em Ensino de Ciências, v.13, p.333-352, 2008.

SILVA, M.A.N; QUADROS, A.L. Ensino por temas: A qualidade do ar auxiliando na construção de significados em química. Revista Química Nova na escola, vol.38, n.1, p.40-46, Fevereiro de 2016.

11. APÊNDICES

11.1. Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

Aos Srs. Pais e/ou Responsáveis pelos alunos da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Tiradentes da Polícia Militar – Minas Caixa.

Srs. Pais,

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: ‘QUALIDADE DO AR: PROPOSTAS DE TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA’, com a participação da professora de química Márcia Pires Fiuza de Alvarenga, aluna de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para Sr. (Sra) quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pela pesquisadora principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

A pesquisa envolverá gravação em vídeo e áudio das aulas de Química com o objetivo de estudo do tema ar. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. A professora elaborou uma sequência de ensino sobre o tema ar que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação em questões sócio científicas relacionando Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente numa abordagem investigativa. Ela irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Química.

Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o aluno, com os conteúdos da Química, com a tecnologia, a sociedade e o ambiente e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos nem para público externo ou interno. Todos os dados obtidos serão arquivados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Doutora Nilma Soares da Silva, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação situada à Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob responsabilidade da pesquisadora. Os registros em vídeo

farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Em qualquer momento, o Sr. (Sra) poderá solicitar esclarecimentos, bastando para isso entrar em contato com o COEP/UFMG para esclarecimentos de dúvidas éticas (os contatos estão no final desse documento) e sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 34472932 ou pelo e-mail: marciafiuza@yahoo.com.br.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e ao bem estar de seus participantes, porém a pesquisadora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade dos participantes e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurar a privacidade dos mesmos. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada. Caso você deseje recusar a participação do seu filho ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

Márcia Pires Fiuza de Alvarenga (Professora de Química e aluna do Mestrado)

Nilma Soares da Silva (Coordenadora da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- () Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades de Química, nos termos propostos.
() Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do aluno: _____

Assinatura do pai ou responsável _____

Belo Horizonte _____ de _____ de 201__

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901 e-mail: coep@prpq.ufmg.br

11.2. Termo de assentimento livre e esclarecido do menor (TALE)

Aos alunos da 2ª série do Ensino Médio do Colégio Tiradentes da Polícia Militar – Minas Caixa.

Prezados alunos,

Estamos iniciando nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: ‘Uma sequência de ensino para o ensino médio de Química: Investigação da qualidade do ar em diferentes pontos da escola’, com a participação da professora de Química Márcia Pires Fiuza de Alvarenga, aluna de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de pais e /ou responsáveis e de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V. S^a. quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pela pesquisadora principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

A pesquisa envolverá gravação em vídeo das aulas de Química com o objetivo de estudo do ar. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. A professora elaborou uma sequência de ensino sobre o ar que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação em questões sócio científicas relacionando Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente numa abordagem investigativa. Ela irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Química.

Entende-se que o ensino do tema ar precisa ser atualizado com o estudo de novos materiais empregados nos variados âmbitos tecnológicos, suas propriedades, influência na vida das pessoas e no ambiente. Por outro lado os materiais didáticos não vêm apresentando propostas de trabalho que priorizem a discussão, em sala de aula, dos aspectos que relacionam a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material

diferenciado que dialogue com o aluno, com os conteúdos da Química, com a tecnologia, a sociedade e o ambiente e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Vocês não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas nem para público externo ou interno. Os registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 34472932 ou pelo e-mail: marciafiuza@yahoo.com.br. A pesquisa apresenta riscos mínimos à sua saúde e bem estar, porém a professora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida de sua identidade e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurá-la. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios, mantendo, assim, sua identidade preservada. Caso deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Assentimento Livre e esclarecido do Menor (TALE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com você e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

Márcia Pires Fiuza de Alvarenga (Professora de Química e aluna do Mestrado)

Nilma Soares da Silva (Coordenadora da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

() Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades de Química, nos termos propostos.

() Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome do aluno: _____

Assinatura do aluno

Belo Horizonte _____ de _____ de 201__

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG
Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha -
Belo Horizonte, MG Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901 e-mail: coep@prpq.ufmg.br

11.3. Autorização da escola para realização da pesquisa

A U T O R I Z A Ç Ã O

À direção do Colégio Tiradentes da Polícia Militar – Minas Caixa. Prezada diretora Sra. Fernanda Antônia Silva Souza,

Solicitamos sua autorização para iniciar nas aulas de Química um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: 'QUALIDADE DO AR: PROPOSTAS DE TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA', com a participação da professora de química Márcia Pires Fiuza de Alvarenga, aluna de mestrado da Faculdade de Educação da UFMG.

A pesquisa será realizada apenas com consentimento de V.S.^a e dos pais e /ou responsáveis de todos os alunos que participarão. A participação na pesquisa não envolverá qualquer natureza de gastos, tanto para V.S.^a quanto para os demais envolvidos. Os gastos previstos serão custeados pela pesquisadora principal que também assume os riscos e danos que por ventura vierem a acontecer com os equipamentos e incidentes com os alunos em sua companhia, durante o processo.

A pesquisa envolverá gravação em vídeo e áudio das aulas de Química com o objetivo de estudo do tema ar. Será focalizada a participação dos estudantes em momentos de discussão coletiva, as participações verbais durante as aulas e as suas produções escritas. A professora elaborou uma sequência de ensino sobre o tema ar que irá abordar os diferentes aspectos do ensino, como as relações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, as interações e o discurso em sala de aula, a argumentação em questões sócio científicas relacionando Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente numa abordagem investigativa. Ela irá aplicar e analisar a aplicação em sala de aula a partir de dados obtidos no seu desenvolvimento para constituir uma versão final do material didático com recomendações aos professores de Química.

Considerando essa possibilidade propomos oferecer ao professor um material diferenciado que dialogue com o aluno, com os conteúdos da Química, com a tecnologia, a sociedade e o ambiente e permita a construção de conhecimentos significativos para a formação de cidadãos.

Os alunos não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro dos vídeos será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos alunos nem para público externo ou interno. Todos os dados obtidos serão arquivados na sala da professora orientadora desta pesquisa, Doutora Nilma Soares da Silva, na Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação situada à Avenida Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte, MG – Brasil, por um período de cinco anos sob responsabilidade da pesquisadora. Os registros em vídeo farão parte de um banco de dados que poderão ser utilizados nesta e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Em qualquer momento, V.S.^a poderá solicitar esclarecimentos, bastando para isso entrar em contato com o COEP/UFMG para esclarecimentos de dúvidas éticas (os contatos estão no final desse documento) e sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através do telefone (31) 34472932 ou pelo e-mail: marciafiuza@yahoo.com.br.

A pesquisa apresenta riscos mínimos à saúde e ao bem estar de seus participantes, porém a pesquisadora estará atenta e disposta a diminuir ao máximo esses riscos e desconfortos. Entendemos que o principal risco envolvido nesta pesquisa está na divulgação indevida da identidade dos participantes e nos propomos a realizar todos os esforços possíveis para assegurar a privacidade dos mesmos. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os estudantes, que terão, assim, sua identidade preservada. Caso V.S.^a deseje recusar a participação da escola ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de

Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinando em duas vias, sendo que uma das vias ficará com V.S.^a e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

Márcia Pires Fiuza de Alvarenga (Professora de Química e aluna do Mestrado)

Nilma Soares da Silva (Coordenadora da pesquisa)

Agradecemos desde já a colaboração

Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades de Química, nos termos propostos.

Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Belo Horizonte, ____/____/2017

Fernanda Antônia Silva Souza
Diretora do Colégio Tiradentes da Polícia Militar – Minas Caixa

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG
Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha -
Belo Horizonte, MG Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901 e-mail: coep@prpq.ufmg.br

11.4. Termo de compromisso

Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da resolução 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada e fará parte integrante da documentação da mesma.

Márcia Pires Fiuza de Alvarenga

marciafiuza@yahoo.com.br

Pesquisadora Principal

Profª Drª Nilma Soares da Silva

nilmasoares@yahoo.com.br

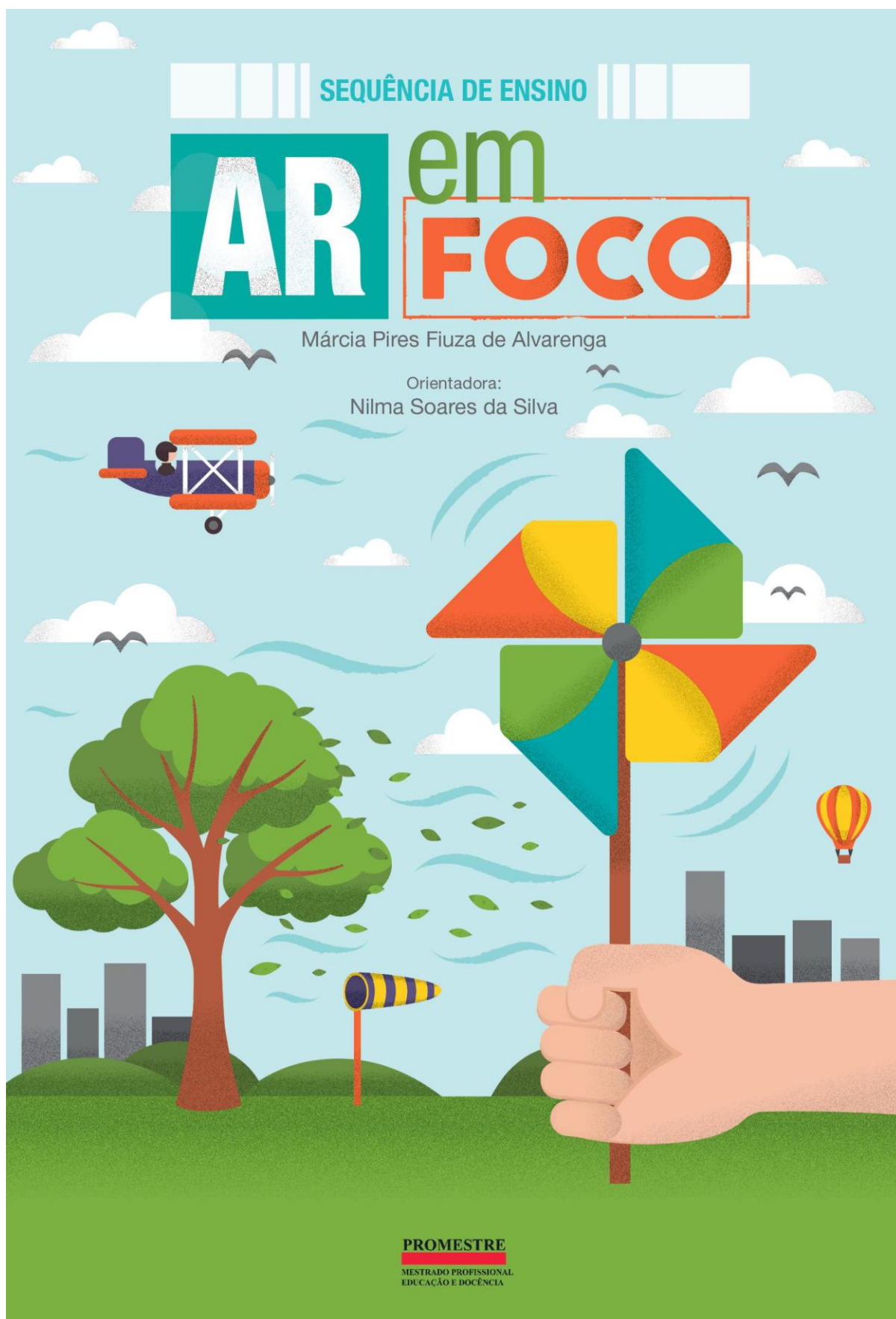
Coordenadora da pesquisa)

Orientadora

Comitê de Ética na Pesquisa/UFMG

Av. Antônio Carlos, 6627 - Unidade Administrativa II - 2º andar/ sala 2005 - Campus Pampulha - Belo Horizonte, MG Fone: 31 3409-4592 CEP 31270-901 e-mail: coep@prpq.ufmg.br

11.5. Sequência de ensino – material do aluno



SEQUÊNCIA DE ENSINO

AR em **FOCO**

Márcia Pires Fiuza de Alvarenga

Orientadora:
Nilma Soares da Silva

PROMESTRE
MESTRADO PROFISSIONAL
EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA

Ficha Técnica

Reitora da UFMG:

Sandra Goulart Almeida

Vice-reitor:

Alessandro Fernandes Moreira

Diretora da FaE/ UFMG:

Daisy Moreira Cunha

Vice-Diretor:

Wagner Ahmad Auarek

Autora:

Márcia Pires Fiuza de Alvarenga

Orientadora:

Nilma Soares da Silva

Designer:

Priscila von Zuben Ferrarin

PROMESTRE
MESTRADO PROFISSIONAL
EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA

FaE
Faculdade de Educação

UFMG

SUMÁRIO



- 9** | **Introdução**
- 11** | Atividade 1
Problematização
- 15** | Atividade 2
O que é considerado um ar qualidade?
- 18** | Atividade 3
Investigando o ar e suas propriedades
- 20** | Atividade 4
Novas tecnologias para medir a qualidade do ar
- 21** | Atividade 5
Uso da calculadora ambiental
- 23** | Atividade 6
Identificando a qualidade do ar na escola
- 24** | Atividade 7
Fechamento

INTRODUÇÃO

Caro aluno,

o presente material corresponde a um conjunto de atividades de aprendizagem na temática Qualidade do Ar, que aqui denominaremos de Sequência de Ensino.

A sequência de ensino trata-se de um planejamento de aulas a cerca de um determinado tema a fim de trata-lo com um enfoque diferenciado do que costumeiramente são utilizados pelos professores. Essas sequências devem, portanto, ser aplicadas e avaliadas a fim de descobrir se cumpriram seus objetivos quanto à aprendizagem e interesse que despertaram os alunos. Sendo assim é muito importante que você participe e se envolva em tal projeto para que possa contribuir para a aprendizagem, não apenas sua, mas de muitos outros estudantes, pois as sequências são disponibilizadas para outros professores em diversos lugares.

Por isso, para um bom desenvolvimento das atividades é necessário à sua participação e envolvimento nas propostas apresentadas.

Foi escolhido o tema Qualidade do Ar por este apresenta um potencial elemento articulador das discussões entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), por sua abrangência e importância social, num cenário onde a garantia do ar saudável é reconhecida como um direito básico do ser humano pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Pretendemos que essa sequência seja uma contribuição para auxiliar o professor e apoiá-lo em suas aulas e buscamos caminhos que possam auxiliar os estudantes na compreensão mais ampla sobre o estudo do ar e nos aspectos que possam melhorar o ensino desse tema.

Faremos atividades práticas, pesquisas, atividades individuais e em pequenos grupos. Os grupos serão sempre os mesmos, constituídos na primeira aula, com 5 estudantes cada, em média.

Todas as atividades devem ser registradas no caderno de bordo e entregues ao professor.

Esperamos que gostem de participar deste projeto.

Bons estudos!

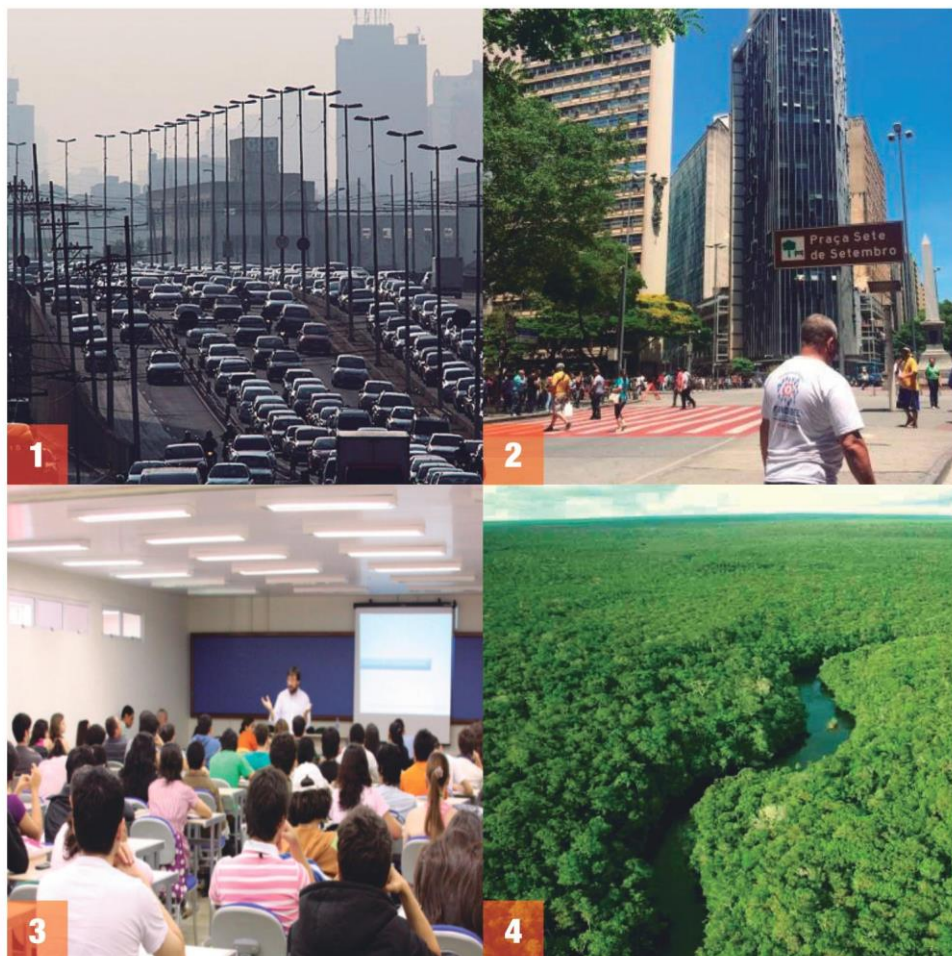


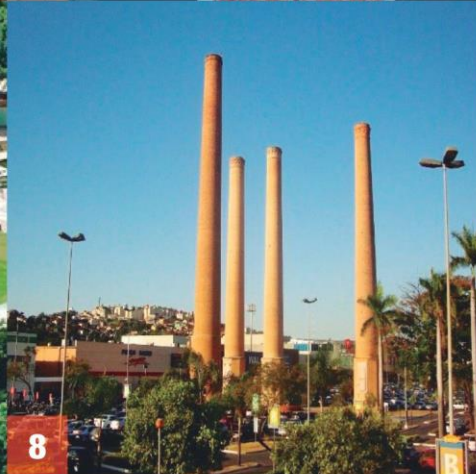
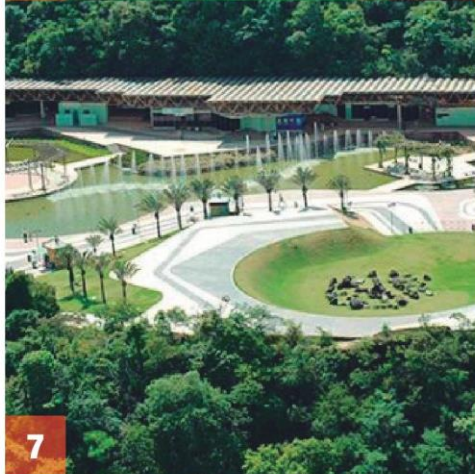
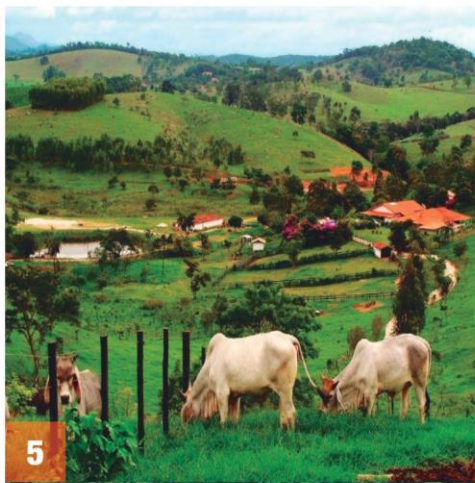


Atividade **1**

PROBLEMATIZAÇÃO

1.1. Somente olhando essas imagens o que podemos dizer sobre a qualidade do ar nesses ambientes?





1.2. Como podemos avaliar a qualidade do ar nesses ambientes?



1.3. Leia os trechos de reportagens abaixo.

Maior torre de estudos climáticos do mundo é construída no Amazonas

Equipamento é mais alto que a Torre Eiffel, de Paris.^{1,2}



Uma torre de 325 metros de altura, projetada pelo Inpa (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) em conjunto com o Instituto Max Planck, da Alemanha, será utilizada a partir de julho para observar mudanças climáticas na região amazônica, captando dados sobre calor, umidade, gás carbônico, ventos, formação de nuvens e padrões climáticos. A obra, batizada de Atto (sigla em inglês para Amazon Tall Tower Observatory), fica na RDS (Reserva de Desenvolvimento Sustentável) do Uatumã (AM), a 150 Km de Manaus, e corresponde a um arranha-céus de 118 andares.¹

Como um dos ecossistemas mais sensíveis do planeta, que desempenha papel importante na estabilização do clima, o objetivo da torre é medir os impactos das mudanças climáticas globais nas florestas de terra firme da Amazônia, medindo a interação da floresta com a atmosfera. Além disso, a torre também servirá para pesquisas inéditas de química da atmosfera, como trocas gasosas, reações químicas e aerossóis, processos de transporte de massa e energia na camada limite da atmosfera. A Torre Atto é um importante reforço na cooperação científica entre Brasil e Alemanha. Pesquisadores dos dois países já estudavam o clima na região através dos dados coletados em duas torres de monitoramento. Agora, as informações vão ser ainda mais precisas, porque essa torre é bem mais alta. A cada cinco segundos novas informações sobre as partículas do ar vão chegar aos computadores. ²



1. Disponível em <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2014/08/15/brasil-e-alemanha-constroem-torre-de-observacao-do-clima-na-amazonia.htm?cmpid=copiaecola> (acesso em 20/08/2017)

2. Disponível em <http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2014/11/menor-torre-de-estudos-climaticos-do-mundo-e-construida-no-amazonas.html> (acesso em 20/08/2017)

1.4. Em grupo, após a leitura da reportagem, discuta e anote as respostas para as questões. Deverá ser entregue para a professora uma versão do grupo:

- 1) Qual é a composição do ar atmosférico?
- 2) O que é qualidade do ar?
- 3) Quais são os parâmetros que definem a qualidade do ar?
- 4) O ar que respiramos é de qualidade?
- 5) Podemos interferir na qualidade do ar que respiramos?
- 6) A qualidade do ar é a mesma em diferentes ambientes?
- 7) Que tipo de contaminação pode estar no ar?

1.5. Em casa:

1.5.1. Assistir ao filme “Apollo 13” observando e anotando os seguintes aspectos:

I. Incidente ocorrido na viagem, causas e consequências.

II. O conhecimento científico usado para construção do plano emergencial.

III. O Plano emergencial que os astronautas e a equipe da NASA elaboraram para sanar o problema.

1.5.2. Fazer entrevista com familiares e/ou outras pessoas abordando as questões de 1 a 7 do item 1.4. Cada componente do grupo deve entrevistar pelo menos uma pessoa. Vocês deverão registrar os dados coletados em cada entrevista, por exemplo, por meio da gravação utilizando o celular ou outro meio. O resultado das entrevistas realizadas por todos os componentes do grupo deverá ser organizado (em tabelas e/ou gráficos) e apresentado para a discussão na aula.





Atividade

2

O QUE É UM AR CONSIDERADO DE QUALIDADE?

Você sabe o que é um ar de qualidade? O que é um ar poluído? Qual é a concentração adequada dos componentes no ar atmosférico?

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nos fornecem algumas diretrizes importantes que nos ajudam esclarecer melhor sobre os indicadores de um ar de qualidade e um ar poluído.

2.1. Leia o resumo da resolução do CONAMA e discuta-a com sua professora e colegas.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que na adoção de um padrão de qualidade do ar sejam considerados fatores relacionados tanto aos riscos à saúde, quanto às atividades econômicas, políticas e sociais, dependendo das circunstâncias locais. No Brasil os padrões de qualidade do ar foram estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990, divididos em padrões primários (níveis máximos que poderão afetar a saúde da população) e secundários (níveis mínimos de efeito adverso sobre o bem estar da população, dano à fauna e a flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral). No estado de Minas Gerais, os padrões adotados seguiram a determinação nacional, segundo a Deliberação Normativa COPAM 001/81 (FEAM, 2000), assim como no município de Belo Horizonte, através da Lei nº 8.262/01. Os parâmetros regulamentados pela legislação ambiental são os seguintes: partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio. A mesma resolução estabelece ainda os critérios para episódios agudos de poluição do ar.



Padrões Nacionais de Qualidade do Ar - Resolução Conama nº 3, de 28/06/1990				
Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário µg/m ³	Padrão Secundário µg/m ³	Método de Medição
Partículas totais em suspensão	24 horas ¹ MGA ²	240 80	150 60	Amostrador de grandes volumes
Partículas inaláveis	24 horas ¹ MAA ³	150 50	150 50	Separação inercial/filtração
Fumaça	24 horas ¹ MAA ³	150 60	100 40	Refletância
Dióxido de Enxofre	24 horas ¹ MAA ³	365 80	100 40	Pararosanilina
Dióxido de Nitrogênio	1 hora ¹ MAA ³	320 100	190 100	Quimiluminescência
Monóxido de Carbono	1 hora ¹ 8 horas ¹	40.000 35 ppm 10.000 9 ppm	40.000 35 ppm 10.000 9 ppm	Infravermelho não dispersivo
Ozônio	1 hora ¹	160	160	Quimiluminescência

*Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano
MGA - Média geométrica anual
MAA - Média aritmética anual

Fonte: http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pl-dPlc=ecpTaxonomiaMenu8Portal&app=meioambiente&tax=43528&lang=pt_BR&pg=5700&taxp=0& (acesso em 22/09/2017)

Em Belo Horizonte, a FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais), opera uma rede de monitoramento da qualidade do ar. Para facilitar a divulgação e a compreensão dos níveis de qualidade do ar monitorados, utiliza-se o Índice de Qualidade do Ar (IQA), uma avaliação das concentrações dos poluentes numa escala que varia entre boa, regular, inadequada, má, péssima e crítica.

Índice de Qualidade do Ar (IQA)

O IQA é um valor numérico, compreendido entre 0 e 300. Quanto maior o valor que expressa, maior é a poluição do ar, e conseqüentemente maior será a preocupação com a saúde.



Poluente	Faixas de Concentração dos Poluentes para o Cálculo do IQA				
Dióxido de Enxofre (SO ₂) (µg/m ³)	0 - 80	81 - 365	365 - 800	801 - 1600	> 1600
Monóxido de Carbono (CO) (ppm)	0 - 4,0	4,1 - 9,0	9,1 - 15,0	15,1 - 30,0	> 30,0
Material Particulado (PM10) (µg/m ³)	0 - 50	51 - 150	151 - 250	251 - 420	> 420
Ozônio (O ₃) (µg/m ³)	0 - 80	81 - 160	161 - 200	201 - 800	> 800
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) (µg/m ³)	0 - 100	101 - 320	321 - 1130	1131 - 2260	> 2260
Índice de Qualidade do Ar (IQA)	0 - 50	51 - 100	101 - 200	201 - 300	> 300
Classificação	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ	PÉSSIMA

Fonte: http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pl-dPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=meioambiente&tax=43528&lang=pt_BR&p-g=5700&taxp=0& (acesso em 22/09/2017)

Para a discussão vamos refletir sobre:

- I. O que é boa a qualidade do ar.
- II. O que determina a qualidade do ar que respiramos.
- III. Quais processos que afetam a qualidade do ar.
- IV. Qual a composição do ar atmosférico (concentrações).

2.2. Leia a reportagem a seguir:

Lençóis do RespirAR ficam escuros após teste de poluição

Após 90 dias de exposição à poluição do ar, a equipe do RespirAR encontrou na região da Água Rasa, na Zona Leste de São Paulo, o lençol mais sujo pela poluição. O tecido foi pendurado durante o teste de poluição proposto pelo projeto.

Fonte: <http://g1.globo.com/sao-paulo/respirar/noticia/2011/08/lencois-do-respirar-ficam-escuros-apos-teste-de-poluicao.html>

2.3. Em grupo, após leitura da reportagem apresentada, levante hipóteses do objetivo da experiência com os lençóis.

2.4. Discuta e reflita com seu grupo como poderia ser identificados os indicadores de qualidade do ar.





Atividade **3**

INVESTIGANDO O AR E SUAS PROPRIEDADES

3.1. Leia com atenção os versos da música “O Ar” de Vinicius de Moraes:

O Ar (O Vento)

(Vinicius de Moraes)

Estou vivo mas não tenho corpo
Por isso é que não tenho forma
Peso eu também não tenho
Não tenho cor

Quando sou fraco
Me chamo brisa

E se assobio
Isso é comum

Quando sou forte
Me chamo vento

Quando sou cheiro
Me chamo pum!

(MORAES, M. V. C. M. “O Vento”, 1981.)

3.3.1. Do que é feito o ar?

3.3.2. Uma garrafa bem fechada tem ar em seu interior? Como podemos ter certeza da existência ou inexistência de ar dentro dela?



3.3.3. Você concorda com o poema “O Ar” quando ele diz que o ar não tem forma? O que isso significa?

3.3.4. Você concorda com o poema “O Ar” quando ele diz que o ar não tem peso e que ele está vivo? Argumente contra essas ideias ou a favor delas.

Fonte: *Construindo ConscCiências – grupo APEC, São Paulo. Scipione, 2009.*

3.4. Para investigar as propriedades do ar vocês realizarão experimentos na tentativa de responder os seguintes problemas:

I. O ar existe?

II. O ar tem massa?

III. O ar ocupa espaço?

IV. Como será que o gás se comporta quando aquecido? E quando esfriado?

V. O ar exerce pressão?





Atividade 4

NOVAS TECNOLOGIAS PARA MEDIR A QUALIDADE DO AR

Na sala de informática:

4.1. Agora vamos pesquisar sobre novas tecnologias para medir a qualidade do ar e coletar informações para discussão em grupo e posterior apresentação para a professora e demais colegas da turma.

4.2. Em grupos vocês deverão projetar a construção de um “medidor” (uma forma de identificar indicadores de poluição atmosférica) da qualidade do ar. Baseando-se nas pesquisas já realizadas, no filme assistido e discutido em aula, nos parâmetros do CONAMA e indicadores da FEAM.

Esse projeto deverá conter:

- Objetivos do medidor
- Procedimento para a construção do medidor
- Materiais necessários para a construção do medidor
- Como e em que local será usado o medidor.

O projeto deverá registrado no caderno de bordo do grupo e ser apresentado à professora na próxima aula.





Atividade 5

USO DA CALCULADORA AMBIENTAL NO CÁLCULO DAS EMISSÕES DE CO₂ NA ATMOSFERA

O que é a calculadora ambiental do SENAC? Como funciona? Como pode contribuir para uma reflexão quanto ao seu modo-de-vida?

5.1. Leia o tutorial da calculadora ambiental do SENAC

A calculadora ambiental SENAC realiza uma estimativa das emissões de CO₂ a partir de variáveis que refletem o modo de vida do usuário. Essas informações são obtidas a partir de variáveis de consumo (energia elétrica, água, gás de cozinha, etc) e dados dos transportes utilizados. O resultado é expresso em toneladas de CO₂ emitidas no intervalo de 01 (um) ano. Além de informar a estimativa de emissões anuais, a calculadora também disponibiliza o número de árvores a serem plantadas para compensar as emissões calculadas.

A calculadora ambiental SENAC baseia-se em estudos científicos e documentos técnicos para a realização dos cálculos apresentados.

Usando a calculadora

1. A calculadora utiliza dados de variáveis de consumo (energia elétrica, água, gás, etc) e dados de deslocamento diário para estimar as emissões de carbono (CO₂).
2. Primeiramente, deve-se inserir o número de pessoas que moram na residência (incluindo o usuário). Observação: Essa informação é necessária para calcular corretamente o percentual das emissões relativas apenas ao usuário da calculadora, pois alguns dados referem-se ao consumo coletivo da residência (p. ex. água, gás)
3. Insira os valores médios de consumo



mensal para energia elétrica e água. Esses valores podem ser observados nas contas da sua concessionária.

4. Para as demais variáveis de consumo (gás, papel e resíduos sólidos), basta clicar sobre cada uma delas e seguir as instruções nas respectivas janelas.

5. Para o cálculo dos transportes, caso não tenha o dado médio de deslocamento, sugere-se utilizar a ferramenta “Rotas” no Google Maps;

Disponível: <http://pegadaambiental.se.senac.br/Tutorial%20Calculadora%20Ambiental%20SENAC.pdf>

5.2. Com ajuda de familiares, responda o questionário referente a coleta de dados quantitativos para coleta de dados do consumo mensais (energia elétrica, água, papel, gás residencial, combustível e geração de resíduos sólidos)

5.3. Na sala de informática

5.3.1. Localizar a calculadora digital de aprendizagem no site <http://pegadaambiental.se.senac.br/PegadaAmbiental/index.jsp>.

5.3.2. Inserir os dados coletados na Calculadora Ambiental do Senac.

5.3.3. Verificar suas emissões anuais de CO₂.

5.3.4. Verificar quantas árvores necessita plantar para compensar suas emissões.

5.3.5. Refletir sobre quais medidas adotar para reduzir essa emissão.





Atividade **6**

IDENTIFICANDO A QUALIDADE DO AR NA ESCOLA

Saber se o ar do ambiente em que você está é limpo é fundamental para manter sua saúde em dia, pois um ar limpo deixa de contribuir para inúmeras doenças respiratórias. Portanto, com o medidor construído pelo grupo, vocês deverão medir a qualidade do ar em diferentes ambientes da escola. Registre os resultados no caderno de bordo do grupo para posteriores reflexões com os demais colegas da turma e com sua professora.





Atividade **7**

FECHAMENTO

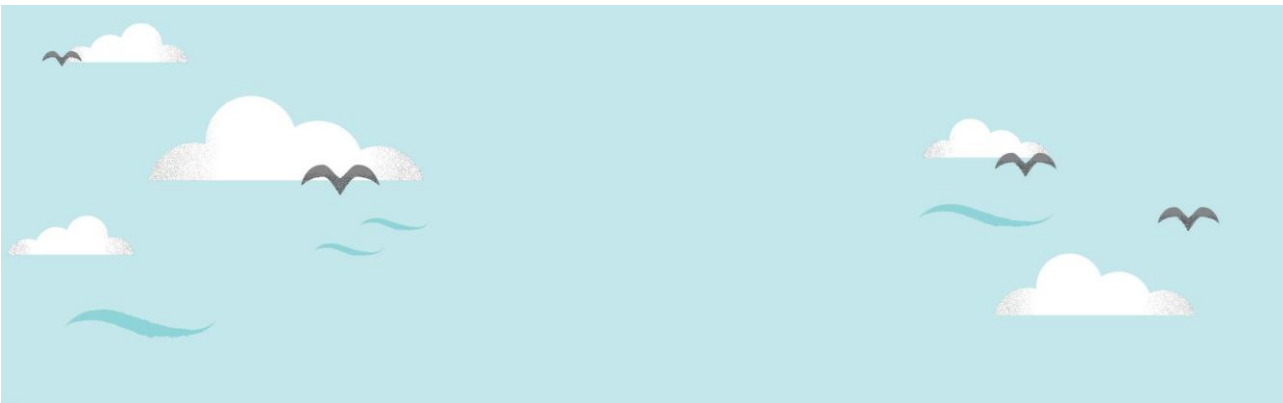
Atividade final

Produção do texto Entre os elementos indispensáveis à vida, o ar é um dos principais. Mesmo com enorme relevância para os seres vivos, o ar tem sofrido drásticos impactos provenientes da ação antrópica.

Retornaremos ao problema inicial envolvendo o ar: Como podemos avaliar a qualidade do ar nos ambientes?

Com base nos conhecimentos construídos ao longo de sua formação, redija texto dissertativo-argumentativo em norma padrão da língua portuguesa respondendo o problema inicial “Como podemos avaliar a qualidade do ar nos ambientes?” É importante o uso de dados e conceitos científicos para elaborar propostas de ações para intervir na qualidade do ar de forma a melhorar a condição de saúde do ser humano.

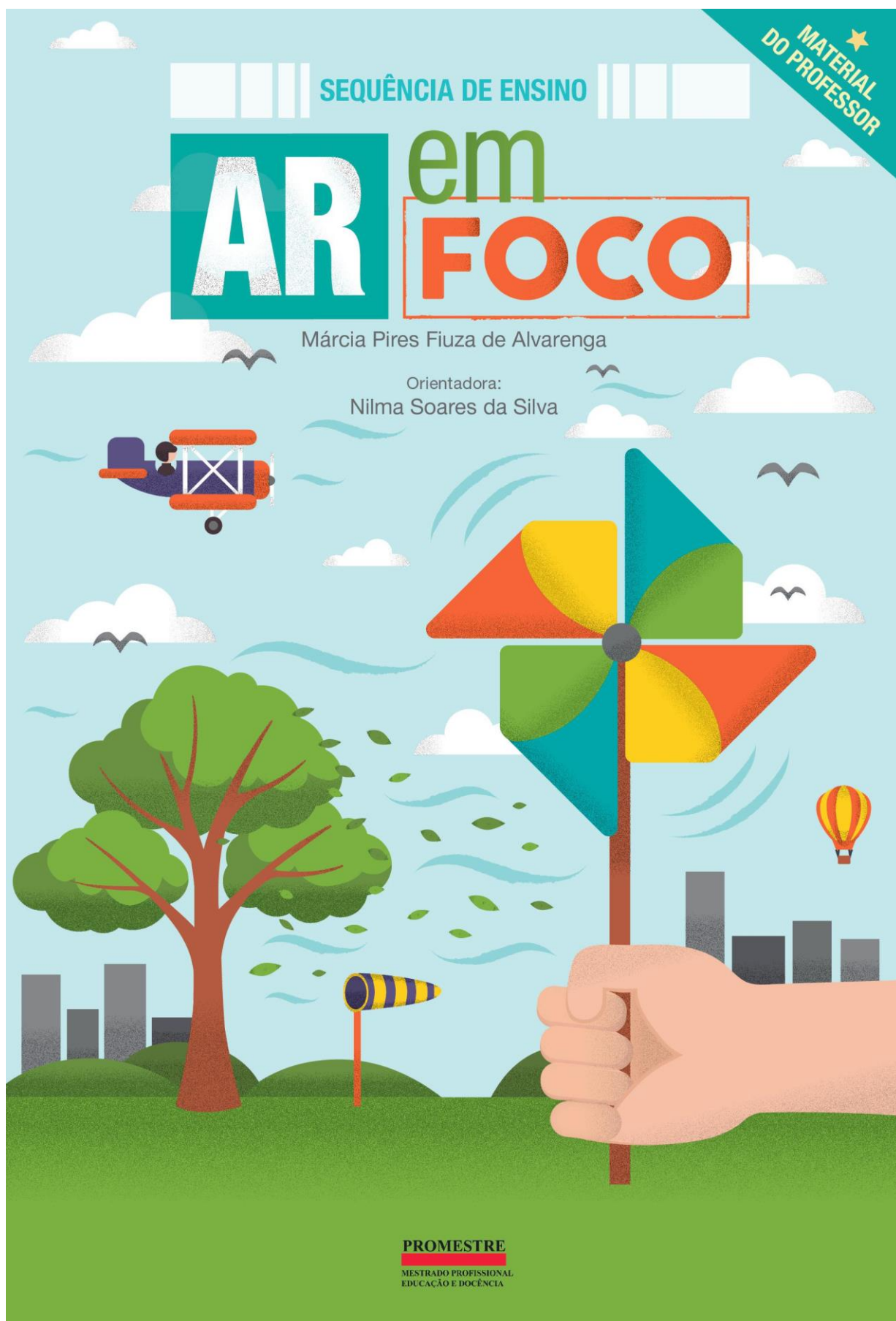




Este livro correspondente a um conjunto de atividades de aprendizagem que propõem a abordagem do tema ar para desenvolvimento em sala de aula do ensino médio, que aqui denominamos de sequência de ensino. A sequência de ensino é fruto do desenvolvimento de uma Pesquisa realizada no Programa de Mestrado Profissional Educação e Docência na linha de Ensino de Ciências da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais e possui o intuito de promover o desenvolvimento de atividades investigativas, abordar as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) com intenções de promoção da alfabetização científica. Assim, organizamos um conjunto de atividades com conteúdos relacionados entre si a fim de produzir sentido no processo de construção de conhecimentos na sala de aula.



11.6. Sequência de ensino – material do professor



SEQUÊNCIA DE ENSINO

AR em **FOCO**

Márcia Pires Fiuza de Alvarenga

Orientadora:
Nilma Soares da Silva

PROMESTRE
MESTRADO PROFISSIONAL
EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA

Ficha Técnica

Reitora da UFMG:

Sandra Goulart Almeida

Vice-reitor:

Alessandro Fernandes Moreira

Diretora da FaE/ UFMG:

Daisy Moreira Cunha

Vice-Diretor:

Wagner Ahmad Auarek

Autora:

Márcia Pires Fiuza de Alvarenga

Orientadora:

Nilma Soares da Silva

Designer:

Priscila von Zuben Ferrarin

PROMESTRE
MESTRADO PROFISSIONAL
EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA

FaE
Faculdade de Educação

UFMG

SUMÁRIO



- 9** | Introdução
- 13** | Fundamentação teórica
- 20** | Considerações finais
- 22** | Referências
- 25** | Atividade 1
Problematização
- 30** | Atividade 2
O que é considerado um ar qualidade?
- 34** | Atividade 3
Investigando o ar e suas propriedades
- 37** | Atividade 4
Novas tecnologias para medir a qualidade do ar
- 39** | Atividade 5
Uso da calculadora ambiental
- 42** | Atividade 6
Identificando a qualidade do ar na escola
- 43** | Atividade 7
Fechamento
- 44** | Materiais complementares

INTRODUÇÃO

Caro professor,

Apresentamos um material correspondente a um conjunto de atividades de aprendizagem que propõem a abordagem de um tema para desenvolvimento em sala de aula, que aqui denominamos de sequência de ensino.

Para nortear nossa proposta, foi escolhido o tema Qualidade do Ar, visto que este apresenta um potencial elemento articulador das discussões entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), por sua abrangência e importância social, num cenário onde a garantia do ar saudável é reconhecida como um direito básico do ser humano pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

A sequência de ensino com o tema Ar foi elaborada e desenvolvida para ser aplicada pela primeira autora na escola na qual leciona. O material pode atender a qualquer série do Ensino Médio, porém foi aplicado para os alunos de uma turma do segundo ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual da cidade de Belo Horizonte pelo fato da professora pesquisadora lecionar nela.

A elaboração da sequência de ensino foi com base nos trabalhos de Sasseron e Carvalho (2008) e Carvalho (2013) que versam sobre o ensino por investigação. Segundo estas autoras o Ensino Investigativo, além de auxiliar na compreensão dos conteúdos de Ciências, pode ser uma forma de desenvolver a Alfabetização Científica dos alunos a partir de diferentes atividades, como leituras de gêneros diversos, experimentos, aulas no campo, dentre outras. As autoras destacam que, ao desenvolver uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), o professor precisa garantir que tanto a atividade experimental quanto a leitura de textos e outras atividades diversificadas tenham como ponto de partida um problema a ser investigado e que possam também fazer parte da realidade do aluno.

Pretendemos que essa sequência seja uma contribuição para auxiliar o professor e apoiá-lo em suas aulas e buscamos caminhos que possam auxiliar os estudantes na compreensão mais ampla sobre o estudo do ar e nos aspectos que possam melhorar o ensino desse tema. A sequência de ensino é fruto do desenvolvimento de uma Pesquisa realizada no Programa de Mestrado Profissional Educação e Docência na linha de Ensino de Ciências da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais e possui o intuito de promover o desenvolvimento de atividades investigativas, abordar as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) com intenções de promoção da alfabetização científica. Assim, organizamos um conjunto de sete atividades,



abrangendo dez aulas, com conteúdos relacionados entre si a fim de produzir sentido no processo de construção de conhecimentos na sala de aula.

Planejamos atividades experimentais, pesquisas, atividades individuais e em pequenos grupos, sendo esses sempre os mesmos, constituídos na primeira aula, com 5 estudantes cada, em média.

O quadro a seguir fornece uma síntese das atividades envolvendo o tema AR que compõem a sequência de ensino “Ar em Foco”.

Atividade 1: Problematização

Objetivos:

- Problematizar e Levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a qualidade do ar.
- Introduzir e contextualizar a temática proposta
- Discutir os aspectos levantados pelos alunos com relação ao filme “Apollo 13” e entrevista

Previsão do número de aulas: 3 aulas de 50 minutos.

Atividade 2: O que é um ar considerado de qualidade?

Objetivos:

- Conhecer os indicadores da qualidade do ar, ler o resumo dos parâmetros do CONAMA e FEAM.
- Ler e discutir reportagem “Lençóis do RespirAR ficam escuros após teste de poluição”. Debater sobre a existência do ar e suas propriedades

Previsão do número de aulas: 2 aulas de 50 minutos.

Atividade 3: Investigando o ar e suas propriedades

Objetivos:

- Investigar as propriedades do ar no laboratório com atividade experimental em grupo.

Previsão do número de aulas: 1 aula de 50 minutos.



Atividade 4: Novas tecnologias para medir a qualidade do ar

Objetivos:

- Pesquisar novas tecnologias para medir a qualidade do ar.
- Projetar a construção de um medidor da qualidade do ar

Previsão do número de aulas: 1 aula de 50 minutos.

Atividade 5: Uso da calculadora ambiental no cálculo das emissões de CO₂ na atmosfera

Objetivos:

- Verificar as emissões anuais de CO₂ pelo grupo familiar
- Verificar quantas árvores são necessárias plantar para compensar as emissões do grupo familiar.
- Refletir sobre quais medidas adotar para reduzir essa emissão.

Previsão do número de aulas: 1 aula de 50 minutos.

Atividade 6: Identificando a qualidade do ar na escola

Objetivos:

- Retomar pesquisa e montar um projeto para construir um medidor da qualidade do ar.

Previsão do número de aulas: 1 aula de 50 minutos.

Atividade 7: Fechamento

Objetivos:

- Verificar se os estudantes conseguirão usar os conceitos, estabelecer relações e fazer propostas de intervenção.

Previsão do número de aulas: 1 aula de 50 minutos.

Esperamos que este material permita aos estudantes um posicionamento consciente frente a problemas na sociedade contemporânea. De acordo com Carvalho et al (2013), diretrizes nacionais e internacionais apontam há mais de duas décadas para uma necessidade de que o ensino da Ciências considere o cres-



cente impacto das evoluções científicas e tecnológicas. Portanto, esperamos que haja um elo entre a pesquisa científica e a prática escolar, possibilitando aos alunos aulas de ciências envolvidas com abordagens da investigação e de diálogo, podendo assim impulsionar o início de uma alfabetização científica.

A alfabetização científica deve estar sempre em construção, iniciando a partir da interpretação do processo de aprendizagem do aluno. Ela é um desafio que envolve os estudantes e os estimula a participar, argumentar e descobrir novos caminhos, pondo em ação a curiosidade, inteligência e imaginação. Carvalho et al (2015), evidencia como a função docente reveste-se da iniciativa de levar à escola diferentes caminhos na busca do conhecimento.

A atividade investigativa, assim como a alfabetização científica, é desafiadora e envolvente, pois estimula estudantes na busca pela resolução de problemas. O desafio é um ponto de partida que pode levá-los a sair de uma postura que se limita a observação e aprender a raciocinar, ter atitude ativa e conseguir opinar (CARVALHO et al, 2015).

A seguir será apresentada uma síntese dos principais referenciais teóricos adotados na elaboração das atividades. Iniciamos com apresentação das principais ideias do Ensino por Investigação que podem auxiliar no desenvolvimento das atividades propostas, em seguida, analisando as diferentes significações que podem ser adotadas para o modelo que relaciona Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS), e, posteriormente, apresentamos a proposta para alfabetização científica.



FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1. Ensino por investigação

O ensino por investigação vem sendo cada vez mais discutido e já alcançou o senso comum em outros lugares como a América do Norte e a Europa, como sinaliza Lima et al (2009).

A abordagem do ensino de ciências por investigação traz uma nova perspectiva ao processo de ensino-aprendizagem, ou seja, há uma diferenciação clara desta abordagem em comparação à forma clássica adotada pela maioria das escolas no território nacional. Entretanto, Lima et al (2009, p.125), afirmam a importância da promoção deste novo tipo de abordagem, o que pode ser alcançado a partir da indagação sobre;

- Por que é importante se ensinar ciências por meio de investigação?
- Esse tipo de orientação alternativa contribui para a aprendizagem de ciências?
- Em que sentido abordar de forma investigativa pode ajudar a solucionar problemas que enfrentamos em nossas salas de aula?

Podemos indicar diversos trabalhos de pesquisa que apresentam discussões sobre esta abordagem: Lima et al (2007), Azevedo (2004), Aguiar; Sá; Lima (2011), Carvalho et al (2013), Sasseron (2015), nos quais há um consenso quanto a algumas características do ensino por investigação em que o professor deve levar o aluno a pensar, debater, registrar e socializar suas ideias. Assim, ele poderá motivar os alunos, facilitar a aprendizagem, além de contribuir na sua formação e exercício da cidadania.

Junto com essas características, é desejável que o professor atue como um guia, deixando de ser o transmissor do conhecimento, levando os estudantes a participarem do próprio processo de aprendizagem e a construção de sua autonomia por meio da interação entre pensar, sentir e fazer. Assim, os estudantes têm oportunidades de desenvolver habilidades relacionadas à cultura científica na resolução de problemas.

É fundamental que o professor crie um ambiente argumentativo na sala de aula que permita aos alunos se sentirem seguros a dar suas contribuições e enriquecer os temas em pauta, possibilitando o aumento



de conhecimento sobre ele, mesmo para aqueles alunos que não se expressam por meio da fala (CARVALHO et al, 2013, p.73)

Aguiar, Sá e Lima (2011) apresentaram características consideradas necessárias para que uma dada atividade de ensino aprendizagem seja investigativa. Inicialmente envolve a construção de um problema para os alunos buscarem a resposta, dando oportunidade para que eles confrontem suas ideias com outras e questionem. Outro ponto apontado por esses autores é a valorização do debate e da argumentação. Existem diversos pontos de vista sobre como resolver o problema, desencadeando debates e discussões entre os alunos. As atividades de investigação levam a resultados após observações de evidências, portanto outro aspecto apontado por estes autores é a obtenção e a avaliação de evidências que servirão para sustentar os resultados. Uma atividade investigativa permite inúmeras interpretações de um mesmo fenômeno, portanto se faz necessário o engajamento dos estudantes sobre o assunto para que negociem e cheguem a possíveis respostas à problematização inicial.

Azevedo (2004) salienta que uma atividade para ser estimada de investigação, a ação do aluno não deve consistir apenas ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também apresentar características de um trabalho científico, na qual o estudante deve: refletir, discutir, explicar, relatar, dando assim ao trabalho um aspecto de uma investigação científica.

1.2. Abordagem CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

O movimento em todo mundo sobre o ensino de CTS originou-se logo no início da década de 70. A partir daí surgiram várias tentativas de inclusão do ensino com abordagem CTS no ensino de ciências de diversos países (SANTOS e SCHNETZLER 2000). Nas décadas seguintes o movimento CTS afirma-se como tendência curricular ganhando adeptos em todo o mundo sendo por essa razão incorporado como perspectiva curricular de diversas formas. Nos anos 1980, no âmbito desse movimento, apresentaram-se várias propostas que possuíam como objetivo fornecer uma educação em ciências para todos os alunos. Vale destacar que o movimento CTS integrou a dimensão Ambiente, sendo Aikenhead um dos pioneiros segundo Lemos (2013), evoluindo assim o modelo para CTSA.

Segundo Schnentzler e Santos (2000);



Para alguns, a principal importância de CTS é como um meio de assegurar justiça social: para eles o aspecto chave é fornecer aos estudantes meios para considerar julgamentos concernentes a temas relativos à sociedade. Outros enfatizam a importância de CTS para tornar a ciência mais acessível para os estudantes de todas as habilidades e aptidões, uma abordagem adotada, por exemplo, pelo projeto Salters na Inglaterra. Ao relacionar a ciência aos seus aspectos sociais e tecnológicos, argumenta-se que a ciência ficaria mais significativa para aqueles que têm pouco interesse por esta matéria (Schnetzler e Santos 2000, p.67)

Em geral os pesquisadores apontam que a tomada de decisão, ou seja, a capacidade de julgar e avaliar as possibilidades, limitações e implicações do desenvolvimento científico e tecnológico é o principal objetivo para uma educação com abordagem CTS, sendo assim, é reconhecida a necessidade de articulação dos conhecimentos científicos e tecnológicos com o contexto social.

Vale também ressaltar a importância da abordagem CTS para a aprendizagem da linguagem científica pelos alunos. Santos (2002) define que estas abordagens apresentam uma concepção de:

(i) ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais; (ii) sociedade que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (iii) aluno como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e (iv) professor como aquele que desenvolve o conhecimento de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões (Santos et al, 2002, p.110-12).

Nesse contexto temos uma caracterização pela interseção de propósitos entre o ensino de ciências, a educação tecnológica e a educação para a cidadania, no sentido da participação na sociedade (figura 1) (SANTOS, 2012).





Fonte: Santos, 2012, p.51

Para Marcondes e Silva (2015) pesquisadores e educadores vêm afirmando nos últimos anos que o ensino de ciências com abordagem que relaciona Ciência, Tecnologia e Sociedade é uma forma de educar para a cidadania, uma vez que possibilita uma ligação entre o conhecimento científico, tecnológico e a sociedade ao mesmo tempo.

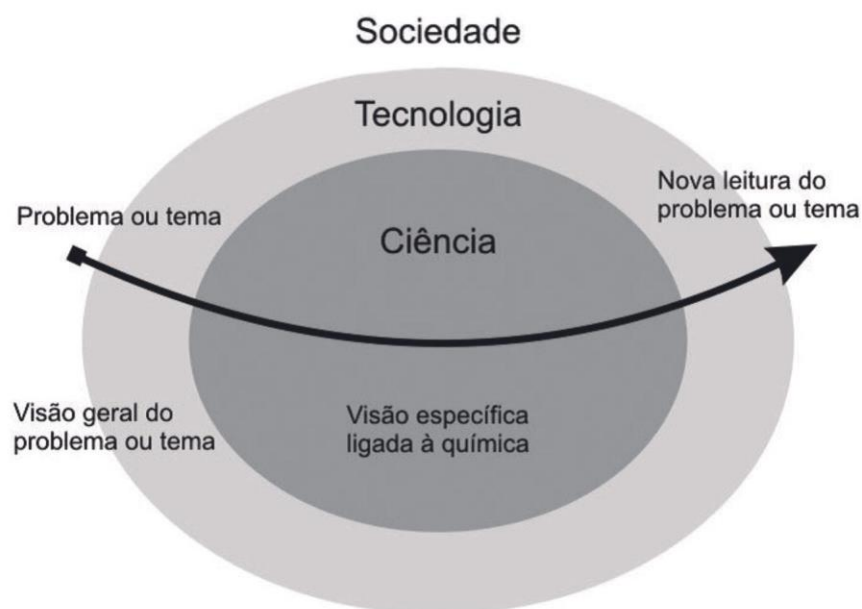
Segundo Marcondes e Silva (2015) o ensino das ciências da natureza tem como principal objetivo fazer com que os alunos compreendam as interações entre ciência, tecnologia e sociedade; desenvolvam a capacidade de resolver problemas e tomar decisões relativas às questões com as quais se deparam como cidadãos, baseando-se, também, em conhecimentos científicos.

Ainda de acordo com Marcondes e Silva (2015) o modelo de ensino proposto por Aikenhead (1994) indica que essa abordagem deve iniciar-se de questões sociais relacionadas a conhecimentos tecnológicos e científicos. Sendo assim, o conhecimento científico é definido em função do tema e da tecnologia, ou seja, apresentando o ensino alicerçado em temas geradores que partiu de estudo do meio social e político do aluno. Após compreensão dos conhecimentos científicos, regressa à tecnologia. Ao final, avança na questão social, permitindo assim a tomada de decisão responsável no que diz respeito a toda sociedade.

Para melhor compreensão da proposta deste modelo foi construído por Marcondes e Silva (2015) o fluxograma I;



Fluxograma 1: Resumo das relações CTS propostas por Marcondes e Silva (2015).



Fonte: *Ciênc. Educ., Bauru, v. 21, n. 1, p. 68, 2015.*

1.3. Alfabetização científica

De acordo com Chassot (2014) a construção do conhecimento científico não é simples e imediata, mas um processo permanente com um conjunto de conhecimentos que podem nos auxiliar na leitura do mundo onde vivemos, além de nos proporcionar condições para modificá-lo a fim de torná-lo melhor.

CHASSOT (2014, p.62) entende que:

se fará uma alfabetização científica quando o ensino de ciências contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto muitas utilidades das ciências e suas aplicações na melhoria da qualidade de vida, quanto às limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento.

Sasseron e Carvalho (2008) acreditam que práticas pedagógicas que visam promover a alfabetização científica (AC) precisam respeitar três eixos estruturantes:

- 1) Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais.



2) Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática.

3) Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente.

Nesse sentido, para promover uma AC se pensa imediatamente buscar e utilizar os recursos tecnológicos como fonte de aprendizagem e pesquisa. Estes são relevantes, pois, além de envolver os alunos na realização das atividades, esses recursos podem propiciar o trabalho com as ideias da ciência e estimular uma leitura crítica quanto ao seu modo-de-vida e da sociedade, contribuindo para a formação cidadã.

Isso será possível a partir do momento que for criado um ambiente favorável, no qual os estudantes terão voz e serão ouvidos, sendo estimulados pelo professor a participar de todo o processo colocando suas opiniões, mesmo que a princípio suas ideias não se adequem ao conceito científico (CARVALHO et al, 2013).

Com o objetivo de avaliar a implementação de práticas pedagógicas visando à alfabetização científica, Sasseron e Carvalho (2008), propõem indicadores que evidenciam algumas características próprias da AC que estão descritos no quadro 1.

As autoras acreditam que esses indicadores sinalizam habilidades que devem ser conquistadas quando se deseja um ensino que busque alfabetização científica. Ainda de acordo com Sasseron e Carvalho (2008):

Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em qualquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levam ao entendimento dele. (SASSERON E CARVALHO, 2008, P.338)

Junto com esses indicadores, organizados em três grupos pelas autoras, apresentamos no quadro 1 um resumo das principais ideias propostas por elas para descrever as sub-categorias de cada um destes grupos.



Quadro 1: Indicadores e sub-categorias da alfabetização científica

Indicadores e sub-categorias da Alfabetização Científica

- **Seriação de informações:** Indicador que não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados.
- **Organização de informações:** Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado.
- **Classificação de informações:** Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas.

Indicadores para estruturação do pensamento

- **Raciocínio lógico:** Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto.
- **Raciocínio proporcional:** Mostra como se estrutura o pensamento, e refere-se também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.

Indicadores para entendimento da situação analisada

- **Levantamento de hipóteses:** Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta
- **Teste de hipóteses:** Colocar à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.
- **Justificativa:** Quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto.
- **Previsão:** Explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
- **Explicação:** Quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente está relacionada à justificativa para o problema.

Fonte: Sasseron e Carvalho (2008, p.338-339)



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista os apontamentos apresentados ao longo deste trabalho, percebe-se que SEI foi planejada e desenvolvida propiciando momentos de investigação e argumentação com enfoque CTSA, possibilitando assim o início de uma alfabetização científica. Nesse sentido, acredita-se que foram apontados indicadores da AC, com movimentos que incentivaram a proposição de hipóteses, tomada de decisões, proposição de alternativas e capacidade de perceber que a Ciência e a Tecnologia também tem suas limitações e consequências nem sempre positivas para a Sociedade e Ambiente.

Sabe-se que a construção do conhecimento científico não é simples e imediata, mas um processo permanente com um conjunto de conhecimentos. Nesse sentido, utilizamos os recursos tecnológicos como fonte de aprendizagem e pesquisa. Percebemos que além de envolver os alunos na realização das atividades, esses recursos propiciaram o trabalho com as ideias da ciência e estimularam uma leitura crítica quanto ao seu modo-de-vida e da sociedade, contribuindo para a formação cidadã.

Isso foi possível porque foi criado um ambiente favorável, no qual os estudantes tiveram voz e foram ouvidos, sendo estimulados pela professora a participarem de todo o processo colocando suas opiniões, mesmo que a princípio suas ideias não adequassem ao conceito científico (CARVALHO et al, 2013).

Acreditamos que a sequência de ensino apresentou características investigativas, pois um tema e um problema claro que precisava ser resolvido foi colocado em investigação durante um conjunto de atividades e aulas (SASSERON, 2015). Ao ser desenvolvida foi percebido que a professora levou o aluno a pensar, discutir, registrar e socializar suas ideias (CARVALHO et al, 2013). Assim, os alunos foram motivados, facilitando a aprendizagem, além de contribuir na sua formação e exercício da cidadania. Junto com essas características, percebemos uma parceria entre a professora e estudantes, na qual a professora procurou falar com os estudantes e não aos estudantes, possibilitando o papel ativo dos mesmos na construção de sua autonomia por meio da interação entre pensar, sentir e fazer. Sobretudo, os estudantes tiveram oportunidades de desenvolver habilidades relacionadas à cultura científica na resolução de problemas.

A análise dos diálogos entre alunos e professora durante a montagem do medidor da qualidade do ar nos permitiu encontrar indicadores da alfabetização científica, em um movimento gradativo, na perspectiva de Sasseron e Carvalho (2008). Nos episódios analisados, conseguimos perceber que os alunos foram



levados à investigação e compreensão dos problemas em busca da resolução dos mesmos. Levantaram hipóteses e realizaram testes na busca de evidências para sustentar as explicações apresentadas. Estas explicações trouxeram junto o raciocínio lógico, apresentando coerência em seus argumentos.

É relevante ressaltar que os estudantes estão mergulhados no meio dos avanços tecnológicos. Reforça-se, nesse sentido, a necessidade de uma alfabetização científica e tecnológica comprometida com a cidadania. Para tal percebemos a necessidade de que o enfoque CTSA seja considerado como uma potente metodologia de ensino, pois pode possibilitar uma ligação entre conhecimento científico, tecnológico e a sociedade ao mesmo tempo, educando assim para a cidadania.

Nosso envolvimento com este trabalho vem nos proporcionando significativas reflexões e uma maior compreensão sobre o ensino de ciências por meio da abordagem CTSA, sobre os materiais didáticos para o ensino de Química e sobre a dinâmica que se estabelece em sala de aula, um espaço de encontro entre conhecimentos diversos o qual exige um trabalho de constante aperfeiçoamento, reflexões estas primordiais para nossa formação. É importante destacar que o material construído a partir da nossa experiência visa apresentar estratégias para aplicar a sequência de ensino nas aulas de Química com o tema ar e possíveis ações do professor ao conduzi-las. A proposta é tentar levar o professor a refletir sobre suas próprias aulas e possibilitar o desenvolvimento de seu próprio projeto para ser usado em outros contextos. Como exemplo, vou citar um fato ocorrido recente; um colega da área, ao tomar conhecimento do nosso trabalho com estudantes na construção do medidor da qualidade do ar, se inspirou e levou a ideia para a escola na qual leciona, onde foi apoiado imediatamente pela proposta inovadora e logo começou trabalhar no processo de construção do bafômetro com o arduíno.



REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. *Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de Aula. Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática.* Organizado por Anna Maria Pessoa de Carvalho, Editora Thomson, 2004, Cap. 2

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Parte I - Bases Legais.* p. 109, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação e Desportos. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio.* Brasília, DF, 1999.<<http://www.rieoei.org/rie32a08.htm>>. Acesso: 24 ago. 2015.

BRASIL. MEC/SEB. Ministério da Educação. *Diretrizes curriculares nacionais para o Ensino Médio.* Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio.* Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. Disponível em:<<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>> Acesso em: 20 ago. 2017.

BRASIL. Portaria INEP nº 12, de 8 de maio de 2014. *Divulga sistemática e demais disposições para a realização do Exame Nacional de Ensino Médio - ENEM, no ano de 2016.* Diário Oficial da União. Brasília, 13 de maio. 2014. p.40. Disponível: <http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=310+enen.br> acesso: 07/08/2016

CARVALHO, A.M.P, et al. *Ensino de ciências: condições para implementação em sala de aula.* São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A.M.P, et al. *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática.* São Paulo: Cengage Learning, 2015.

FRANCO, M.L. P.B., *Análise de Conteúdo.* 2 ed. Brasília: Liber Livro, 2005.

LIMA, M.E.C.C.; MARTINS, C.M.C.; MUNFORD, D. *Ensino de Ciências por investigação: módulo I.* Belo Horizonte, UFMG, p.84-89, 2008.

MARCONDES, M.E.R.; SILVA, E.L. *Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores.* Ciência e Educação, Bauru, v.21, n. 1, p. 65-83, 2015.

MINAS GERAIS. Secretaria de Educação. *Proposta Curricular CBC.* Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/SISTEMA_CRV/banco_objetos_crv/



E991B45A2C3C46CBADE0306C700EC80C712013152947_READEQUAÇÃO%20DO%20CBC%20DE%20QUÍMICA%20(2).pdf acesso: 09 de maio de 2017.

MOREIRA, Sonia Virgínia. *Análise documental como método e como técnica. In: DUARTE, Jorge; BARROS, Antônio (Org.). Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação. São Paulo: Atlas, 2005. p. 269-279.*

MUNFORD., D.; LIMA., M. E. . *Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?, 2007.*

SÁ, E.F. de; PAULA, H.F. e; LIMA, M.E.C. de C.; AGUIAR, O.G. de. *As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências. Belo Horizonte, p. 01-13, 2007.*

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, pp. 79-102, 2011.*

SANTOS, W.L.P. *A química e a formação para a cidadania. Educ. Quím., v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011.*

SANTOS, W. L.P.. *Educação CTS e Cidadania: confluências e diferenças. Amazônia- Revista de Educação em ciências e matemáticas V.9 n°17 –jul. 2012, p. 49-62.*

SANTOS, W.L.P; MORTIMER, E.F. *Revista Ensaio, vol.02, n. 02, p.110-132, Jul- Dez. 2000.*

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos, SCHNETZLER, Roseli Pacheco. *Educação em química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.*

SANTOS, W.L.P; SCHNETZLER, R.P. *Educação em Química: Compromisso com a Cidadania. 4.ed. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2010.]*

SASSERON, L.H. *Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: Relações entre ciências da natureza e escola. Revista Ensaio, vol.17, n. especial, p.49-67, Novembro de 2015.*

SASSERON, L.H; CARVALHO, A.M.P. *Investigações em Ensino de Ciências, v.13, p.333-352, 2008.*

SILVA, E.L. & MARCONDES, M. E. R. (2006) *O professor de química e o ensino na perspectiva da ciência, tecnologia e sociedade. In: Anais do IV congresso ibero-americano de educación científica- Innovación y Socialización. Lima: Concytec. CD-ROM.*

SILVA, M.A.N; QUADROS, A.L. *Ensino por temas: A qualidade do ar auxiliando na construção de significados em química. Revista Química Nova na escola, vol.38, n.1, p.40-46, Fevereiro de 2016.*



A sequência de ensino: AR EM FOCO

As orientações ao professor, presentes no decorrer do material, se encontram em itálico para diferenciá-las das atividades destinadas aos alunos.

Ao professor:

A problematização inicial apresenta como propósitos o engajamento dos estudantes com o estudo do tema e levantamento dos conhecimentos prévios e interesses dos alunos sobre o tema. Nesta atividade serão formados grupos de 5 alunos para analisar as 10 imagens, previamente selecionadas pelo professor, (item 1.1) e discutir sobre as questões levantadas (item 1.3). O grupo elegerá um redator que deverá tomar nota de toda a discussão no caderno de bordo (onde os estudantes registram as etapas que realizam no desenvolvimento do projeto. Este registro deve ser detalhado e preciso, indicando datas e locais de todos os fatos, passos, descobertas e indagações, investigações, entrevistas, testes, resultados e respectivas análises).

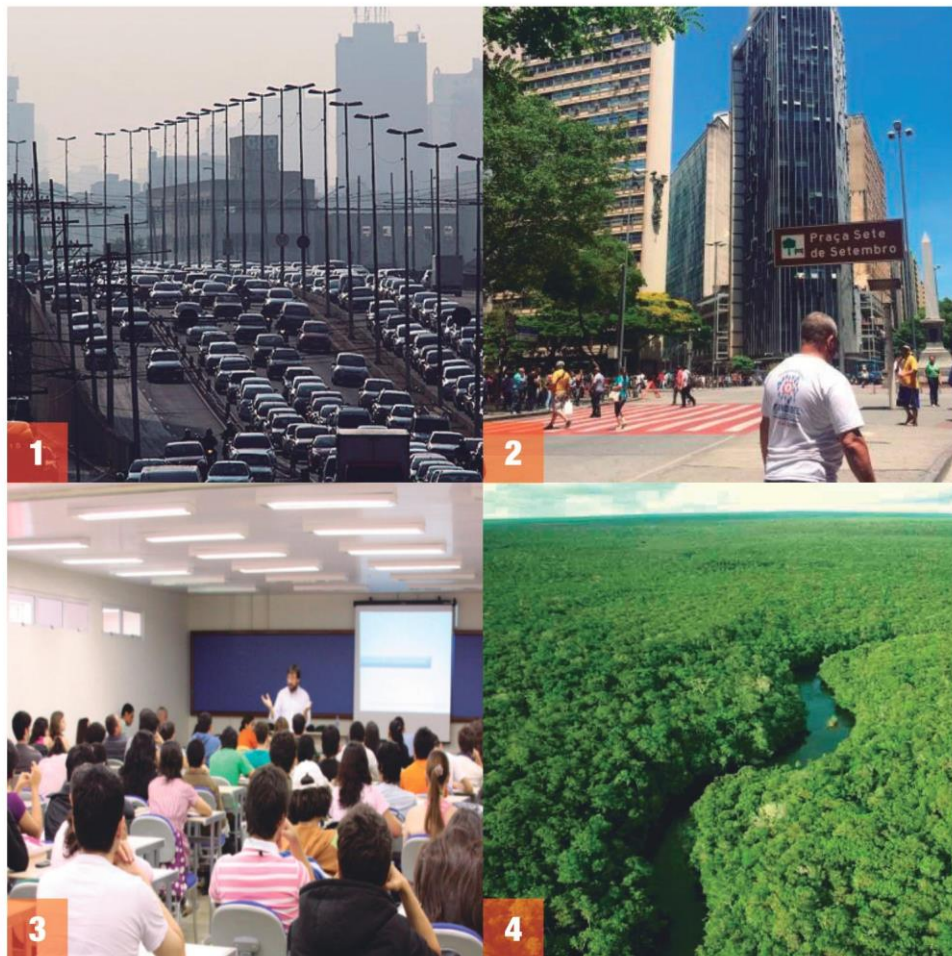


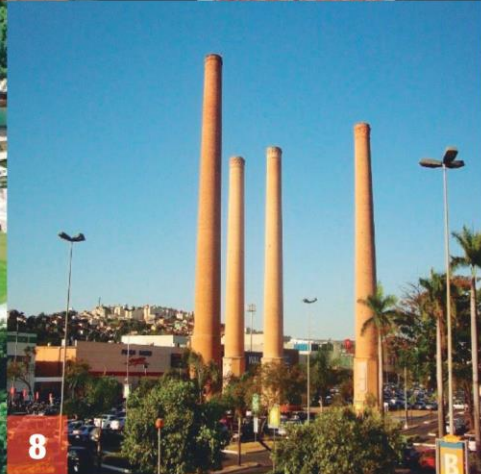
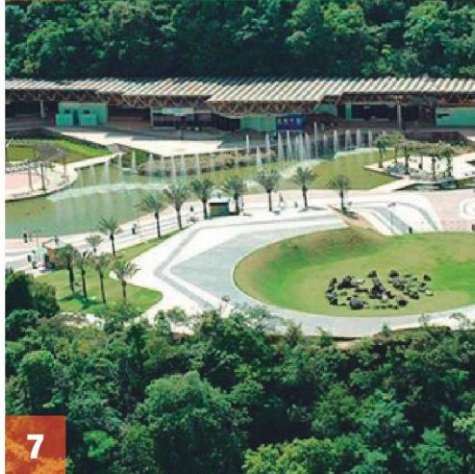
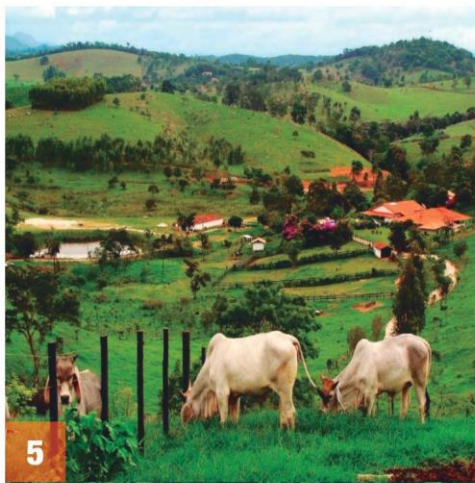


Atividade **1**

PROBLEMATIZAÇÃO

1.1. Somente olhando essas imagens o que podemos dizer sobre a qualidade nesses ambientes?





1.2. Como podemos avaliar a qualidade do ar nesses ambientes?



Ao professor:

Na atividade 1.3 serão apresentados trechos de reportagens e a partir da leitura dinâmica e interativa será introduzido o tema proposto na sequência de ensino, além de estimular os estudantes começar a perceber o uso da tecnologia na ciência. Sugerimos que os alunos realizem a leitura em grupos para que ao final da mesma possam discutir sobre o tema e, em seguida, tentar entrar em consenso e elaborar uma resposta para cada questão apresentadas no item 1.4.

1.3. Leia os trechos de reportagens abaixo.

Maior torre de estudos climáticos do mundo é construída no Amazonas

Equipamento é mais alto que a Torre Eiffel, de Paris.^{1,2}



Uma torre de 325 metros de altura, projetada pelo Inpa (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) em conjunto com o Instituto Max Planck, da Alemanha, será utilizada a partir de julho para observar mudanças climáticas na região amazônica, captando dados sobre calor, umidade, gás carbônico, ventos, formação de nuvens e padrões climáticos. A obra, batizada de Atto (sigla em inglês para Amazon Tall Toewr Observatory), fica na RDS (Reserva de Desenvolvimento Sustentável) do Uatumã (AM), a 150 Km de Manaus, e corresponde a um arranha-céus de 118 andares.¹

Como um dos ecossistemas mais sensíveis do planeta, que desempenha papel importante na estabilização do clima, o objetivo da torre é medir os impactos das mudanças climáticas globais nas florestas de terra firme da Amazônia, medindo a interação da floresta com a atmosfera. Além disso, a torre também servirá para pesquisas inéditas de química da atmosfera,



como trocas gasosas, reações químicas e aerossóis, processos de transporte de massa e energia na camada limite da atmosfera. A Torre Atto é um importante reforço na cooperação científica entre Brasil e Alemanha. Pesquisadores dos dois países já estudavam o clima na região através dos dados coletados em duas torres de monitoramento. Agora, as informações vão ser ainda mais precisas, porque essa torre é bem mais alta. A cada cinco segundos novas informações sobre as partículas do ar vão chegar aos computadores. 2

1. Disponível em <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2014/08/15/brasil-e-alemanha-constroem-torre-de-observacao-do-clima-na-amazonia.htm?cmpid=copiaecola> (acesso em 20/08/2017)

2. Disponível em <http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2014/11/maior-torre-de-estudos-climaticos-do-mundo-e-construida-no-amazonas.html> (acesso em 20/08/2017)

1.4. Em grupo, após a leitura da reportagem, discuta e anote as respostas para as questões. Deverá ser entregue para a professora uma versão do grupo:

- 1) Qual é a composição do ar atmosférico?
- 2) O que é qualidade do ar?
- 3) Quais são os parâmetros que definem a qualidade do ar?
- 4) O ar que respiramos é de qualidade?
- 5) Podemos interferir na qualidade do ar que respiramos?
- 6) A qualidade do ar é a mesma em diferentes ambientes?
- 7) Que tipo de contaminação pode estar no ar?

Ao professor:

Na próxima atividade, os alunos serão convidados a assistirem ao filme “Apollo 13” (item 1.5.1) anotando os seguintes aspectos: Incidente ocorrido na viagem; causa e consequências; O conhecimento científico usado para a construção do plano emergencial; O plano emergencial que os astronautas e a equipe da NASA elaboraram para sanar o problema. Também serão convidados a entrevistarem familiares ou amigos (item 1.5.2) utilizando as sete perguntas que os mesmos discutiram no segundo momento em sala de aula. Posteriormente os alunos serão convidados a socializarem suas observações relacionadas aos aspectos pontuados a serem observados durante o filme e chegarem a uma versão do grupo. Nesse momento a intenção é que eles percebam a importância do co-



nhecimento científico para resolução de situações diversas. O objetivo será levar os estudantes a reconhecerem o fazer dos cientistas. Em seguida, apresentarão o resultado de suas entrevistas e, em grupo, analisarão as respostas dos entrevistados e farão levantamento dos aspectos e palavras que mais apareceram.

1.5. Em casa:

1.5.1- Assistir ao filme “Apollo 13” observando e anotando os seguintes aspectos:

I. Incidente ocorrido na viagem, causas e consequências.

II. O conhecimento científico usado para construção do plano emergencial.

III. O Plano emergencial que os astronautas e a equipe da NASA elaboraram para sanar o problema.

1.5.2 - Fazer entrevista com familiares e/ou outras pessoas abordando as questões de 1 a 7 do item 1.4. Cada componente do grupo deve entrevistar pelo menos uma pessoa. Vocês deverão registrar os dados coletados em cada entrevista, por exemplo, por meio da gravação utilizando o celular ou outro meio. O resultado das entrevistas realizadas por todos os componentes do grupo deverá ser organizado (em tabelas e/ou gráficos) e apresentado para a discussão na aula.

Ao professor:

O objetivo da atividade 2 é levantar ideias acerca das características do ar que respiramos, discutindo sobre a sua qualidade. Será apresentado aos estudantes os indicadores apontados nos parâmetros do CONAMA para um ar de qualidade e um ar poluído. A resolução do CONAMA será usada para embasar as discussões e levar à conclusões sobre o que é um ar de qualidade. Também será apresentado o órgão responsável pelo monitoramento da qualidade do ar em Belo Horizonte, a FEAM. Após o reconhecimento dos parâmetros, para a discussão e reflexão, convidaremos os estudantes a pensarem sobre: O que é boa qualidade do ar; O que determina a qualidade do ar que respiramos; Quais processos que afetam a qualidade do ar; Qual a composição do ar atmosférico.





Atividade 2

O QUE É UM AR CONSIDERADO DE QUALIDADE?

Você sabe o que é um ar de qualidade? O que é um ar poluído? Qual é a concentração adequada dos componentes no ar atmosférico?

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nos fornecem algumas diretrizes importantes que nos ajudam esclarecer melhor sobre os indicadores de um ar de qualidade e um ar poluído.

2.1. Leia o resumo da resolução do CONAMA e discuta-a com sua professora e colegas.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que na adoção de um padrão de qualidade do ar sejam considerados fatores relacionados tanto aos riscos à saúde, quanto às atividades econômicas, políticas e sociais, dependendo das circunstâncias locais. No Brasil os padrões de qualidade do ar foram estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 03/1990, divididos em padrões primários (níveis máximos que poderão afetar a saúde da população) e secundários (níveis mínimos de efeito adverso sobre o bem estar da população, dano à fauna e a flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral). No estado de Minas Gerais, os padrões adotados seguiram a determinação nacional, segundo a Deliberação Normativa COPAM 001/81 (FEAM, 2000), assim como no município de Belo Horizonte, através da Lei nº 8.262/01. Os parâmetros regulamentados pela legislação ambiental são os seguintes: partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio. A mesma resolução estabelece ainda os critérios para episódios agudos de poluição do ar.



Padrões Nacionais de Qualidade do Ar - Resolução Conama nº 3, de 28/06/1990				
Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário µg/m ³	Padrão Secundário µg/m ³	Método de Medição
Partículas totais em suspensão	24 horas ¹ MGA ²	240 80	150 60	Amostrador de grandes volumes
Partículas inaláveis	24 horas ¹ MAA ³	150 50	150 50	Separação inercial/filtração
Fumaça	24 horas ¹ MAA ³	150 60	100 40	Refletância
Dióxido de Enxofre	24 horas ¹ MAA ³	365 80	100 40	Pararosanilina
Dióxido de Nitrogênio	1 hora ¹ MAA ³	320 100	190 100	Quimiluminescência
Monóxido de Carbono	1 hora ¹ 8 horas ¹	40.000 35 ppm 10.000 9 ppm	40.000 35 ppm 10.000 9 ppm	Infravermelho não dispersivo
Ozônio	1 hora ¹	160	160	Quimiluminescência

*Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano
MGA - Média geométrica anual
MAA - Média aritmética anual

Fonte: http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pl-dPlc=ecpTaxonomiaMenu8Portal&app=meioambiente&tax=43528&lang=pt_BR&pg=5700&taxp=0& (acesso em 22/09/2017)

Em Belo Horizonte, a FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais), opera uma rede de monitoramento da qualidade do ar. Para facilitar a divulgação e a compreensão dos níveis de qualidade do ar monitorados, utiliza-se o Índice de Qualidade do Ar (IQA), uma avaliação das concentrações dos poluentes numa escala que varia entre boa, regular, inadequada, má, péssima e crítica.

Índice de Qualidade do Ar (IQA)

O IQA é um valor numérico, compreendido entre 0 e 300. Quanto maior o valor que expressa, maior é a poluição do ar, e conseqüentemente maior será a preocupação com a saúde.



Poluente	Faixas de Concentração dos Poluentes para o Cálculo do IQA				
Dióxido de Enxofre (SO ₂) (µg/m ³)	0 - 80	81 - 365	365 - 800	801 - 1600	> 1600
Monóxido de Carbono (CO) (ppm)	0 - 4,0	4,1 - 9,0	9,1 - 15,0	15,1 - 30,0	> 30,0
Material Particulado (PM10) (µg/m ³)	0 - 50	51 - 150	151 - 250	251 - 420	> 420
Ozônio (O ₃) (µg/m ³)	0 - 80	81 - 160	161 - 200	201 - 800	> 800
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂) (µg/m ³)	0 - 100	101 - 320	321 - 1130	1131 - 2260	> 2260
Índice de Qualidade do Ar (IQA)	0 - 50	51 - 100	101 - 200	201 - 300	> 300
Classificação	BOA	REGULAR	INADEQUADA	MÁ	PÉSSIMA

Fonte: http://portalpbh.pbh.gov.br/pbh/ecp/comunidade.do?evento=portlet&pl-dPlc=ecpTaxonomiaMenuPortal&app=meioambiente&tax=43528&lang=pt_BR&p-g=5700&taxp=0& (acesso em 22/09/2017)

Para a discussão vamos refletir sobre:

- I. O que é boa a qualidade do ar.
- II. O que determina a qualidade do ar que respiramos.
- III. Quais processos que afetam a qualidade do ar.
- IV. Qual a composição do ar atmosférico (concentrações).

Ao professor:

Na atividade a seguir o professor poderá dividi-la em dois momentos: - Primeiro momento da aula para levantamento de hipóteses sobre o objetivo da experiência com os lençóis (item 2.3). Em seguida, os alunos serão convidados a discutirem e refletirem, em grupo, como poderia ser identificado os indicadores de qualidade do ar (item 2.4). -No segundo momento da aula, o professor poderá promover um debate sobre a existência do ar e suas propriedades (atividade 3). No início dessa atividade o professor poderá apresentar aos alunos os versos da música "O Ar" de Vinícius de Moraes. O trabalho com a música tem o objetivo de contextualizar a aula e estimular a curiosidade dos alunos sobre o tema (item 3.1). Em seguida, convidaremos os estudantes a explicarem a mensagem transmitida nos versos da música, com o objetivo de estimular o debate entre os estudantes sobre o "misterioso ar" que na maior parte das vezes é ignorado (item 3.2). Finalizando essa aula com uma discussão entre os estudantes acerca de alguns questionamentos que serão apresentados. Esses questionamentos terão como objetivo despertar a curiosidade e interesse dos estudantes sobre



o tema ar, além de nos permitir um diagnóstico de alguns de seus conhecimentos prévios (item 3.3).

2.2 Leia a reportagem a seguir:

Lençóis do RespirAR ficam escuros após teste de poluição

Após 90 dias de exposição à poluição do ar, a equipe do RespirAR encontrou na região da Água Rasa, na Zona Leste de São Paulo, o lençol mais sujo pela poluição. O tecido foi pendurado durante o teste de poluição proposto pelo projeto.

Fonte: <http://g1.globo.com/sao-paulo/respirar/noticia/2011/08/lencois-do-respirar-ficam-escuros-apos-teste-de-poluicao.html>

2.3 - Em grupo, após leitura da reportagem apresentada, levante hipóteses do objetivo da experiência com os lençóis.

2.4 - Discuta e reflita com seu grupo como poderia ser identificados os indicadores de qualidade do ar.





Atividade **3**

INVESTIGANDO O AR E SUAS PROPRIEDADES

3.1 .Leia com atenção os versos da música “O Ar” de Vinícius de Moraes:

O Ar (O Vento) (Vinicius de Moraes)

Estou vivo mas não tenho corpo
Por isso é que não tenho forma
Peso eu também não tenho
Não tenho cor

Quando sou fraco
Me chamo brisa

E se assobio
Isso é comum

Quando sou forte
Me chamo vento

Quando sou cheiro
Me chamo pum!

(MORAES, M. V. C. M. “O Vento”, 1981.)

3.3.1 – Do que é feito o ar?

3.3.2 – Uma garrafa bem fechada tem ar em seu interior? Como podemos ter certeza da existência ou inexistência de ar dentro dela?



3.3.3 – Você concorda com o poema “O Ar” quando ele diz que o ar não tem forma? O que isso significa?

3.3.4 – Você concorda com o poema “O Ar” quando ele diz que o ar não tem peso e que ele está vivo? Argumente contra essas ideias ou a favor delas.

Fonte: Construindo ConscCiências – grupo APEC, São Paulo. Scipione, 2009.

Ao professor:

A proposta da atividade 3.4 será desafiar os alunos e estimular o levantamento de hipóteses para tentar responder os problemas, ou seja, diante de um problema proposto, o aluno precisa elaborar hipóteses e experimentá-las. Sugerimos que seja realizada em pequenos grupos e para realizar a tarefa no laboratório ou em outro ambiente, ficando a critério do professor. O problema pode ser sorteado para cada grupo ou deixar que eles escolham um dos cinco que serão apresentados pelo professor, todos relacionados as propriedades do ar. Os alunos serão convidados a levantar suas hipóteses, dialogarem e decidirem qual será o melhor caminho e o material necessário para testar suas hipóteses. Sugerimos não entregar os materiais separados por problema, mas deixar todos disponíveis para que o grupo reflita qual material deverão escolher para testar suas hipóteses. Depois de testado poderão apresentar para o restante da turma como levantaram suas hipóteses e seus resultados, assim poderão ter um momento muito rico de socialização. Sugestão de materiais: seringa, balão, garrafa de água mineral vazia com furo em baixo e um balão para dentro encaixado na boca, garrafa de água mineral vazia sem furo e um balão para dentro encaixado na boca, copo de vidro, bacia plástica, água, tubo de ensaio, balão de borracha, lamparina ou bico de Bunsen ou vela, saco plástico e bacia com água.

3.4 - Para investigar as propriedades do ar vocês realizarão experimentos na tentativa de responder os seguintes problemas:

- I. O ar existe?
- II. O ar tem massa?
- III. O ar ocupa espaço?
- IV. Como será que o gás se comporta quando aquecido? E quando esfriado?
- V. O ar exerce pressão?

Ao professor:

A atividade 4 poderá ser realizada na sala de informática da escola, ou em outro ambiente utilizando os aparelhos dos próprios estudantes, como por exemplo



celulares e notebooks. Após dividir a turma em grupos, os alunos serão convidados a pesquisar novas tecnologias para medir a qualidade do ar. Acreditamos que será um momento de descobertas que poderá estimular os estudantes a pensarem na possibilidade de montar um medidor da qualidade do ar.





Atividade **4**

NOVAS TECNOLOGIAS PARA MEDIR A QUALIDADE DO AR

Na sala de informática:

4.1 – Agora vamos pesquisar sobre novas tecnologias para medir a qualidade do ar e coletar informações para discussão em grupo e posterior apresentação para a professora e demais colegas da turma.

4.2 – Em grupos vocês deverão projetar a construção de um “medidor” (uma forma de identificar indicadores de poluição atmosférica) da qualidade do ar. Baseando-se nas pesquisas já realizadas, no filme assistido e discutido em aula, nos parâmetros do CONAMA e indicadores da FEAM.

Esse projeto deverá conter:

- Objetivos do medidor
- Procedimento para a construção do medidor
- Materiais necessários para a construção do medidor
- Como e em que local será usado o medidor.

O projeto deverá registrado no caderno de bordo do grupo e ser apresentado à professora na próxima aula.

Ao professor:

Para atividade atividade 5, o professor poderá solicitar aos alunos que, em casa, com ajuda de familiares, respondam ao questionário, que será proposto, referente à coleta de dados quantitativos sobre o consumo mensal de: energia elétrica, água, papel, gás residencial, combustível e geração de resíduos sólidos.



Em seguida, na sala de informática, os alunos irão inserir os dados coletados em casa na calculadora ambiental do Senac. Após a inclusão de todos os dados, receberão a quantidade de CO2 emitida ao longo do ano e apresentar o número de árvores a serem plantadas para compensar suas emissões anuais. Depois podem fazer uma média das emissões do grupo. Momento que pode proporcionar uma leitura crítica dos alunos quanto ao seu modo-de-vida, dos seus colegas e familiares, podendo contribuir para a formação dos alunos em cidadãos mais conscientes. Como fechamento da aula, o professor pode levar o grupo a refletir sobre quais medidas podem adotar para reduzir essa emissão de gases poluentes.





Atividade 5

USO DA CALCULADORA AMBIENTAL NO CÁLCULO DAS EMISSÕES DE CO₂ NA ATMOSFERA

O que é a calculadora ambiental do SENAC? Como funciona? Como pode contribuir para uma reflexão quanto ao seu modo-de-vida?

5.1 – Leia o tutorial da calculadora ambiental do SENAC

A calculadora ambiental SENAC realiza uma estimativa das emissões de CO₂ a partir de variáveis que refletem o modo de vida do usuário. Essas informações são obtidas a partir de variáveis de consumo (energia elétrica, água, gás de cozinha, etc) e dados dos transportes utilizados. O resultado é expresso em toneladas de CO₂ emitidas no intervalo de 01 (um) ano. Além de informar a estimativa de emissões anuais, a calculadora também disponibiliza o número de árvores a serem plantadas para compensar as emissões calculadas.

A calculadora ambiental SENAC baseia-se em estudos científicos e documentos técnicos para a realização dos cálculos apresentados.

Usando a calculadora

1. A calculadora utiliza dados de variáveis de consumo (energia elétrica, água, gás, etc) e dados de deslocamento diário para estimar as emissões de carbono (CO₂).
2. Primeiramente, deve-se inserir o número de pessoas que moram na residência (incluindo o usuário). Observação: Essa informação é necessária para calcular corretamente o percentual das emissões relativas apenas ao usuário da calculadora, pois alguns dados referem-se ao consumo coletivo da residência (p. ex. água, gás)
3. Insira os valores médios de consumo



mensal para energia elétrica e água. Esses valores podem ser observados nas contas da sua concessionária.

4. Para as demais variáveis de consumo (gás, papel e resíduos sólidos), basta clicar sobre cada uma delas e seguir as instruções nas respectivas janelas.

5. Para o cálculo dos transportes, caso não tenha o dado médio de deslocamento, sugere-se utilizar a ferramenta “Rotas” no Google Maps;

Disponível: <http://pegadaambiental.se.senac.br/Tutorial%20Calculadora%20Ambiental%20SENAC.pdf>

5.2 – Com ajuda de familiares, responda o questionário referente a coleta de dados quantitativos para coleta de dados do consumo mensais (energia elétrica, água, papel, gás residencial, combustível e geração de resíduos sólidos)

5.3 – Na sala de informática

5.3.1- Localizar a calculadora digital de aprendizagem no site <http://pegadaambiental.se.senac.br/PegadaAmbiental/index.jsp>.

5.3.2 - Inserir os dados coletados na Calculadora Ambiental do Senac.

5.3.3 –Verificar suas emissões anuais de CO₂.

5.3.4 –Verificar quantas árvores necessita plantar para compensar suas emissões.

5.3.5 - Refletir sobre quais medidas adotar para reduzir essa emissão.



Ao professor:

Neste momento, os grupos serão convidados a retomarem as pesquisas para tentar montar um projeto para construir um medidor da qualidade do ar. Um exemplo está apresentado ao final desse material.





Atividade 6

IDENTIFICANDO A QUALIDADE DO AR NA ESCOLA

Saber se o ar do ambiente em que você está é limpo é fundamental para manter sua saúde em dia, pois um ar limpo deixa de contribuir para inúmeras doenças respiratórias. Portanto, com o medidor construído pelo grupo, vocês deverão medir a qualidade do ar em diferentes ambientes da escola. Registre os resultados no caderno de bordo do grupo para posteriores reflexões com os demais colegas da turma e com sua professora.

Ao professor:

A ideia da atividade 7 é verificar se os estudantes conseguirão usar os conceitos, estabelecer relações e fazer propostas de intervenção. Utilizando o comando como vem sendo cobrado no ENEM, será solicitado uma produção de texto individual retornando ao problema inicial envolvendo o ar. “Como podemos avaliar a qualidade do ar nos ambientes?”





Atividade 7

FECHAMENTO

Atividade final

Produção do texto Entre os elementos indispensáveis à vida, o ar é um dos principais. Mesmo com enorme relevância para os seres vivos, o ar tem sofrido drásticos impactos provenientes da ação antrópica.

Retornaremos ao problema inicial envolvendo o ar: Como podemos avaliar a qualidade do ar nos ambientes?

Com base nos conhecimentos construídos ao longo de sua formação, redija texto dissertativo-argumentativo em norma padrão da língua portuguesa respondendo o problema inicial “Como podemos avaliar a qualidade do ar nos ambientes?” É importante o uso de dados e conceitos científicos para elaborar propostas de ações para intervir na qualidade do ar de forma a melhorar a condição de saúde do ser humano.



MATERIAIS COMPLEMENTARES

Protótipo:

Um exemplo de medidor da qualidade do ar com Arduíno construído por estudantes do Ensino Médio com objetivo de calcular a concentração de monóxido de carbono (CO) presente no ar que respiramos.

Visão geral do protótipo: Medidor da qualidade do ar

Um grupo de estudantes participantes desta pesquisa optou por construir um medidor da qualidade do ar utilizando um Arduíno.

Arduíno: É um computador, nele está o processador do sistema, que realiza o processamento das informações e controla os demais componentes.

Percurso percorrido pelos estudantes para a montagem do protótipo

1. Compreender o funcionamento do arduino e sua programação.
2. Entender como um led funciona e criar programa para fazer ele piscar.
3. Ligação do display e realizações de soldagens de pinos na placa do arduino.
4. Ligação do sensor de CO, calibração para ppm e modificação do programa para exibir no display.
5. Ligação da campainha, leds e botão. Testes.
6. Ligação do relógio e o cartão de memória. Ajuste da data e hora.
7. Testes para verificar se o cartão de memória estava funcionando.
8. Encaixe de toda a montagem em uma caixa.
9. Alterar o programa para iniciar e terminar a gravação dos dados depois de receber um comando do botão.

Inicialmente, foi explicado aos alunos o que era o Arduíno e como ele poderia ser programado para realizar diferentes tarefas. A primeira tarefa realizada em conjunto para exemplificar seu funcionamento foi acender um led (foto 1). Depois foi feito um programa para que o led piscasse.



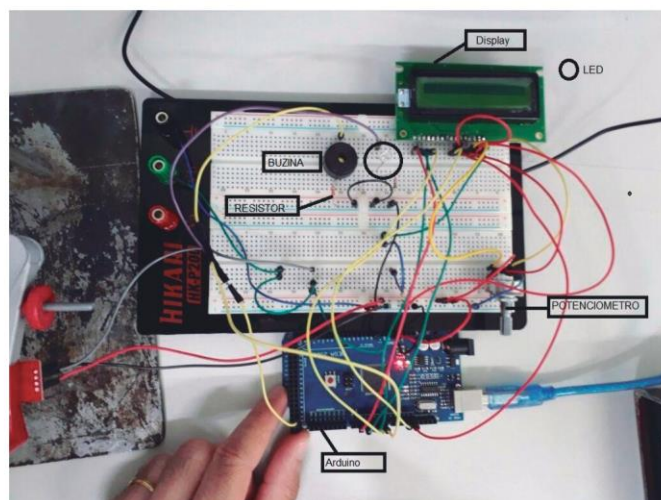


Foto 1: testando o led

Uma vez tendo entendida a ideia básica, foi feita a ligação do display. Para isso foi necessário realizar algumas soldagens, pois a placa do display não tinha pinos. Em seguida, fizemos a programação para ver se funcionava.

Depois que o display estava funcionando, foi a vez de ligar o sensor de CO. Logo depois, modificamos o programa para que a leitura do sensor fosse exibida no display. Concluída essa parte, procedemos com a ligação e a programação da campainha, de leds e de um botão capaz de iniciar e finalizar a gravação de dados.

Foram feitos alguns testes para verificar se tudo estava funcionando corretamente. Depois, faltava apenas ligar o relógio para registrar hora certa das medições e o cartão de memória para gravar os dados coletados. Após sua conclusão, outros testes foram realizados, ajustando data e hora do sistema. Em seguida, o sensor foi calibrado para mostrar a concentração do CO em p.p.m, visto que os parâmetros do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e da FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente) nos fornecem indicadores da Qualidade do Ar com essa unidade de medida.

O Arduino foi programado para iniciar a gravação dos dados depois de receber um comando do botão e a mesma ação para encerrar a gravação dos dados. Depois que todas as partes foram conectadas, o protótipo foi colocado em uma caixa de montagem para facilitar a sua utilização (fotos 2 e 3). Os fios que fazem as conexões entre os diversos componentes foram colados com cola quente para evitar que soltassem durante a operação e o deslocamento.





Foto 2: preparando a caixa de montagem

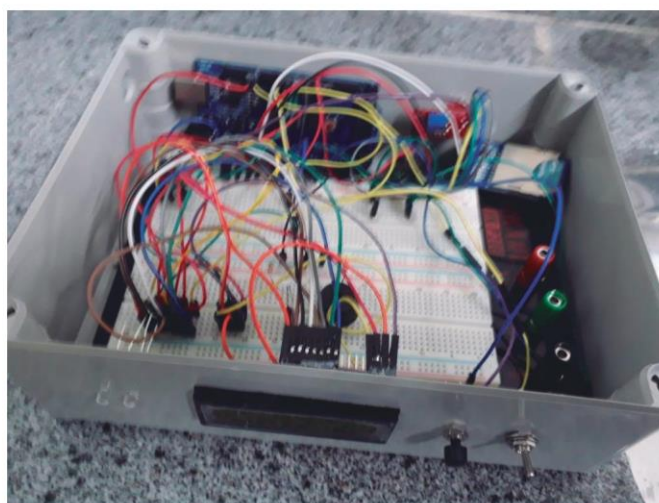


Foto 3: encaixe do medidor dentro da caixa de montagem

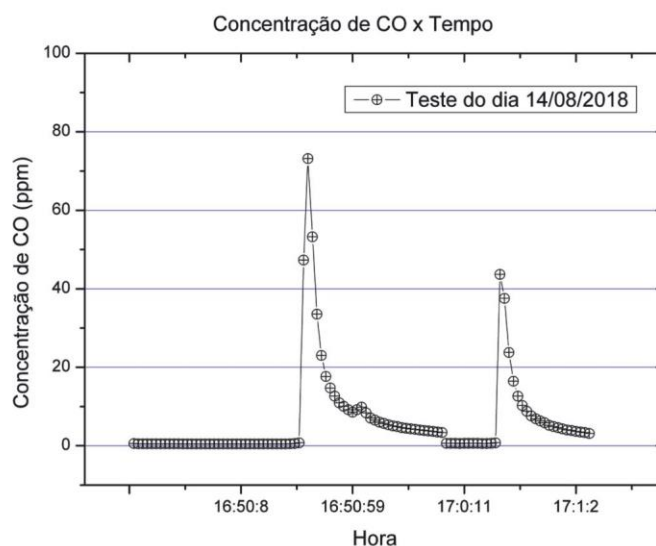
Após finalizar o encaixe do medidor em uma caixa foram realizados testes para verificar se o cartão de memória estava funcionando. Coletamos amostras de CO da exaustão de um carro abastecido com gasolina (primeiro pico do gráfico) e de um carro abastecido com álcool (segundo pico do gráfico), em seguida, jogamos no sensor com auxílio de seringas. O gráfico a seguir mostra o resultado desse primeiro teste.





Foto 4: medidor finalizado

Após finalizar o encaixe do medidor em uma caixa foram realizados testes para verificar se o cartão de memória estava funcionando. Coletamos amostras de CO da exaustão de um carro abastecido com gasolina (primeiro pico do gráfico) e de um carro abastecido com álcool (segundo pico do gráfico), em seguida, jogamos no sensor com auxílio de seringas. O gráfico a seguir mostra o resultado desse primeiro teste.



Finalizado toda a programação e montagem do medidor, o grupo montou e desenhou um esquema elétrico do protótipo, representado na figura 1.



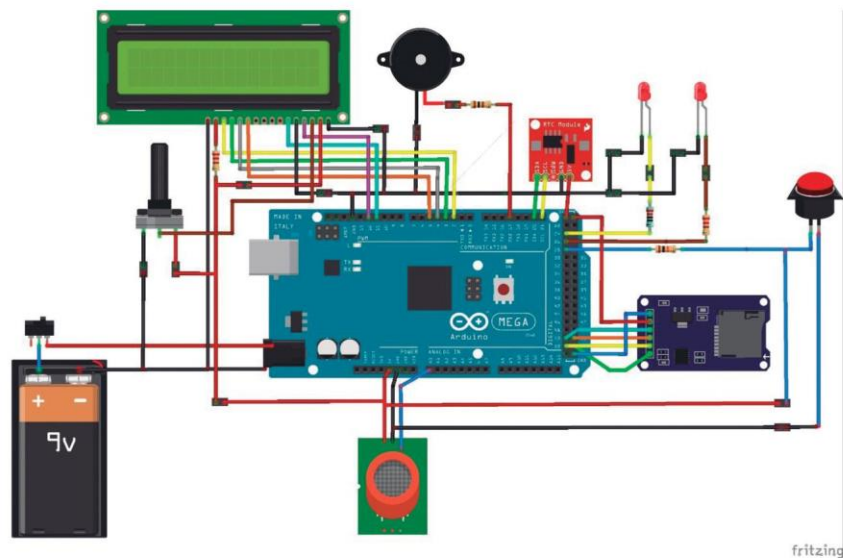


Figura1: Esquema elétrico do protótipo

Em geral, para alcançar nosso objetivo, foi realizado todo esse processo passo a passo, para que o grupo montasse o projeto e chegasse ao produto final, além de pesquisas e reuniões no contra turno com a presença do professor de física colaborador que dedicou a ensinar como lidar com o Arduino, pois, inicialmente, era complexo para todos. Vale ressaltar que o trabalho envolveu muitas habilidades para além do conteúdo conceitual, momentos registrados e representados nas fotos 5 e 6.



Foto 5: alunas soldando o display



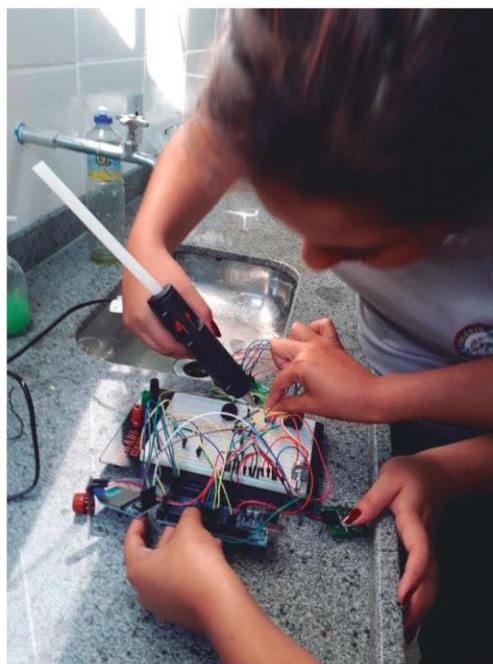


Foto 6: colando os fios no protoboard

Também surgiram algumas ideias para expansão do protótipo, como:

- Adição de mais sensores para detectar outros gases. A placa Arduino utilizada aceita até 16 sensores;
- Acrescentar módulo Bluetooth para possibilitar que parâmetros sejam ajustados diretamente pelo celular, além de possibilitar que os dados coletados também sejam transferidos via celular;
- Adição de um módulo GPS (Global Positioning System), com este módulo no protótipo, poderia ser associada a medida de concentração do gás, além da data e hora (já disponíveis), uma coordenada geográfica (latitude e longitude) e assim o protótipo poderia ser utilizado para verificar a qualidade do ar em diferentes pontos da cidade, por exemplo.



Sugestões de reportagens que abordaram qualidade do ar:

<https://www.otempo.com.br/interessa/sa%C3%BAde-e-ci%C3%AAncia/oms-alerta-nove-em-cada-dez-pessoas-respiram-ar-contaminado-1.1606977>

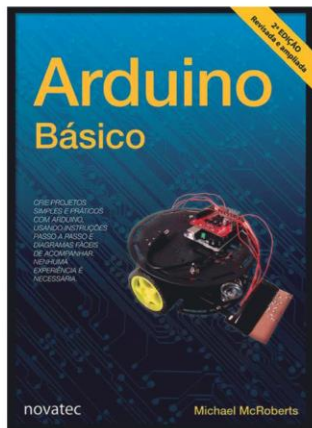
<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/poluicao-do-ar-em-sao-paulo-cair-pe-la-metade-com-greve-de-caminhoneiros-diz-instituto.ghtml>

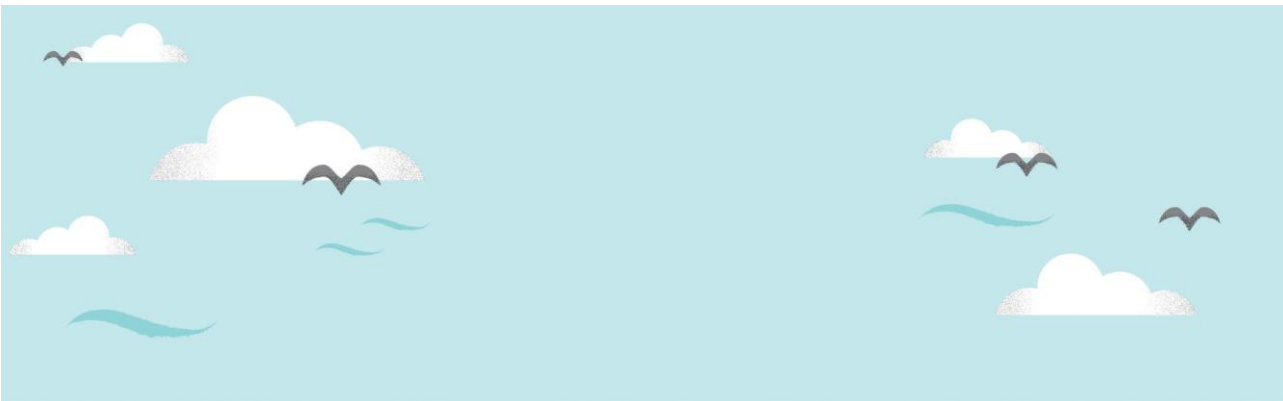
<https://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/redacao/2018/08/23/experimento-simples-mostra-como-calcular-a-umidade-do-ar-em-casa.htm>

<https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2014/08/15/brasil-e-alemanha-constroem-torre-de-observacao-do-clima-na-amazonia.htm?cmpid=copiaecola>

<http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2014/11/maior-torre-de-estudos-climaticos-do-mundo-e-construida-no-amazonas.html>

Sugestões de livros para auxiliar no desenvolvimento de projeto com arduino:





Este livro correspondente a um conjunto de atividades de aprendizagem que propõem a abordagem do tema ar para desenvolvimento em sala de aula do ensino médio, que aqui denominamos de sequência de ensino. A sequência de ensino é fruto do desenvolvimento de uma Pesquisa realizada no Programa de Mestrado Profissional Educação e Docência na linha de Ensino de Ciências da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais e possui o intuito de promover o desenvolvimento de atividades investigativas, abordar as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) com intenções de promoção da alfabetização científica. Assim, organizamos um conjunto de atividades com conteúdos relacionados entre si a fim de produzir sentido no processo de construção de conhecimentos na sala de aula.



11.7. Questionário sobre o projeto ar e o medidor de sua qualidade

Prezado (a) aluno (a),

Este questionário tem o objetivo de coletar dados para a nossa pesquisa sobre as atividades relacionadas ao projeto com o tema AR. Os dados obtidos por meio dele serão utilizados para a produção da dissertação da professora Márcia. Não é necessário se identificar. Sua participação é muito importante para a pesquisa.

DADOS DO (A) ALUNO (A)

Idade: _____ Série: _____

QUESTIONÁRIO

1 - Gostaríamos de saber se no trabalho com a professora Márcia e com o professor Júlio nas aulas de Química e no desenvolvimento do arduíno (medidor da qualidade do AR) foram abordadas algumas características que se aproximam das atividades que os cientistas realizam no seu trabalho. Para isso gostaríamos que vocês lessem as descrições a seguir e indicassem se cada aspecto:

1. Não ocorreu
2. Foi Pouco importante
3. Foi Importante, mas não essencial
4. Foi Muito importante
5. Foi Importante e essencial

Articular ideias - Surge quando o aluno estabelece relações, seja oralmente ou por escrito, entre o conhecimento teórico aprendido em sala de aula, a realidade vivida e o meio ambiente no qual está inserido. (_____)

Investigar - Ocorre quando o aluno se envolve em atividades nas quais ele necessita apoiar-se no conhecimento científico adquirido na escola (ou até mesmo fora dela) para tentar responder a seus próprios questionamentos, construindo explicações coerentes e embasadas em pesquisas pessoais que leva para a sala de aula e compartilha com os demais colegas e com o professor. (_____)

Argumentar - Está diretamente vinculado com a compreensão que o aluno tem e a defesa de seus argumentos, apoiado, inicialmente, em suas próprias ideias, para ampliar a qualidade desses argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em sala de aula, e valorizando a diversidade de ideias e os diferentes argumentos apresentados no grupo. (_____)

Ler em Ciências - Trata-se de realizar leituras de textos, imagens e demais suportes para o reconhecimento de características típicas do gênero científico e para articular essas leituras com conhecimentos prévios e novos, construídos em sala de aula e fora dela.
(_____)

Escrever em Ciências - Envolve a produção de textos pelo aluno que considera não apenas as características típicas de um texto científico, mas avança também no posicionamento crítico diante de variados temas em Ciências e articulando, em sua produção, os seus conhecimentos, argumentos e dados das fontes de estudo. (_____)

Problematizar - Surge quando é dada ao aluno a oportunidade de questionar e buscar informações em diferentes fontes sobre os usos e impactos da Ciência em seu cotidiano, na sociedade em geral e no meio ambiente. (_____)

Criar - É explicitado quando o aluno participa de atividades em que lhe é oferecida a oportunidade de apresentar novas ideias, argumentos, posturas e soluções para problemáticas que envolvem a Ciência e o fazer científico discutidos em sala de aula com colegas e professores. (_____)

Atuar - Aparece quando o aluno compreende que é um agente de mudanças diante dos desafios impostos pela Ciência em relação à sociedade e ao meio ambiente, tornando-se um multiplicador dos debates vivenciados em sala de aula para a esfera pública.
(_____)

Acrescente aqui outros comentários que desejarem fazer sobre o grau de importância de cada aspecto ou de outros aspectos que não foram apontados tendo em vista a sua participação nas atividades do projeto AR, desenvolvido pela professora Márcia e professor Júlio nas aulas de Química e no desenvolvimento do arduíno medidor da qualidade do AR:
