

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Centro de Ensino de Ciências e Matemática
Curso de especialização em Educação em Ciências

Antônio Jorge dos Reis Júnior

**Poluição Luminosa: uma possível mudança de opinião utilizando uma
sequência didática com ênfase em CTS.**

Belo Horizonte
2019

Antônio Jorge dos Reis Júnior

**Poluição Luminosa: uma possível mudança de opinião utilizando uma
sequência didática com ênfase em CTS.**

Versão Final

Monografia de especialização apresentada ao Curso de especialização em Educação em Ciências do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da Faculdade de educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências.

Orientador: Prof. MSc. Ivan Pontelo

Belo Horizonte
2019



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

FOLHA DE APROVAÇÃO

Título: Poluição luminosa, uma possível mudança de opinião utilizando uma sequência didática com ênfase CTS

Nome do Aluno: Antônio Jorge dos Reis Júnior

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

Aprovada em 29 de novembro de 2019, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Ivan Pontelo - Orientador/ UFMG

Prof. Rafael Parreira Silva - Leitor Crítico/ UFMG

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

Belo Horizonte, 29 de novembro de 2019



Documento assinado eletronicamente por **Nilma Soares da Silva, Diretor(a) de órgão complementar**, em 03/12/2021, às 14:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1127770** e o código CRC **987E7622**.

Agradecimentos

Agradeço a minha tutora MSc. Janaina Ferreira, meu orientador MSc. Ivan Pontelo, minha noiva Barbara Lacerda, minha mãe Lourdes Pinho e todo corpo de professores da CECI e UFMG pela oportunidade e apoio.

Resumo

O objetivo desta pesquisa é apresentar uma sequência didática sobre a poluição luminosa, seus malefícios e possíveis soluções, com vistas a uma possível mudança de opinião dos estudantes com relação a esse tema. Foram sujeitos desta investigação os 33 alunos de uma sala de segundo ano do Ensino Médio, onde as idades variam entre 15 e 18 anos. A sequência didática foi pautada em 4 momentos, que visava cativar, instigar, investigar, analisar e ensinar o tema da poluição luminosa, utilizando a Astronomia básica junto aos conceitos de Óptica Geométrica para desenvolver percepções e reflexões do aluno sobre a poluição luminosa. Foram detectadas evidências que sugerem a tendência de uma mudança de opinião por parte dos estudantes ao longo da intervenção. Os estudantes demonstraram estar mais conscientes da existência da poluição luminosa e de seus consecutivos problemas.

Palavras-chave: Educação em Ciências, ensino de Ciências por investigação, ensino de Física, ensino de Astronomia, poluição luminosa.

Abstract

The objective of this research is to present a didactic sequence about light pollution, its harm and possible solutions, with a view to a possible change of opinion of students in relation to this theme. The subjects of this investigation were the 33 students in a second-year high school classroom, where ages vary between 15 and 18 years. The didactic sequence was based on 4 moments, which aimed to captivate, instigate, investigate, analyze and teach the theme of light pollution, using basic Astronomy together with the concepts of Geometric Optics to develop the student's perceptions and reflections on light pollution. Evidence was found that suggests a tendency for students to change their opinion during the intervention. Students showed to be more aware of the existence of light pollution and its consecutive problems.

Keywords: Science Education, Science teaching by investigation, Physics teaching, Astronomy teaching, light pollution.

Sumário

1. Introdução	7
2. Revisão de Literatura	9
3. Metodologia	12
4. Resultados e Discussão	14
5. Conclusão	19
Referências	20
Apêndice	21

Introdução

Há muito tempo o ser humano olha para o céu com um olhar curioso, sem malícia, apenas com curiosidade. Essa situação ocorre desde quando tomamos conhecimento de nós mesmos como seres conscientes. Aristóteles, em seu tempo, já tentava decifrar o lugar natural dos objetos. Newton conseguiu avanços imensos, tanto para a Física quanto para a Astronomia, com sua teoria da gravitação universal, dentre outras.

Nos dias atuais, as descobertas feitas pelo telescópio Hubble confirmam essa curiosidade que se traduziu em uma necessidade de conhecimento. O ser humano sempre admirou o céu e suas cores, como descrito por Roehrig (2013).

Nesta pesquisa, desenvolvemos uma seqüência didática sobre Astronomia básica de observação dos céus, focada nas cores e visibilidade aparente das estrelas. Propusemos que os alunos conhecessem e se envolvessem com o tema, gerando questionamentos dentro do conteúdo (Óptica Geométrica e Astronomia). Essa seqüência didática teve o objetivo de estimular o desenvolvimento do pensamento crítico sobre a poluição luminosa, utilizando perguntas introdutórias relativas à iluminação das vias e praças públicas, residências privadas e etc. Essa iluminação, na maioria das cidades, é excessiva, mal direcionada e ofusca o céu noturno, causando tanto mudança nos ecossistemas, mortandade ou excesso de animais, além das doenças passíveis de acometer o ser humano, de acordo com Dominici e Gargaglioni (2012).

Agregar a Astronomia para desenvolver conceitos de Física não é novidade, como aponta Roehrig (2013). A Astronomia é uma área vasta para criarmos associações com diversos campos, como feito por Roehrig (2013), que tratou o movimento dos corpos através da Astronomia. É possível, também, construir conhecimento voltado para Astronomia e estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e argumentativo sobre o lugar e o tipo de sociedade em que vivemos.

Na minha experiência como professor de Física na rede pública de educação, pude observar certa despreocupação com um problema sério que afeta os estudantes e a comunidade escolar diariamente: a poluição luminosa. Além de afetar a observação do céu noturno, a poluição luminosa afeta biologicamente as pessoas em seu sono, bem como a todos os animais e plantas que participam do ecossistema próximos da cidade. Para apresentar aos estudantes essa situação e com um objetivo de a longo prazo, mudar suas opiniões quanto a esse problema, desenvolvi e avaliei uma seqüência didática (APÊNDICE 2).

A intervenção pautada em CTS(Ciência, Tecnologia e Sociedade), foi realizada com 33 alunos de uma escola do ensino médio de Santa Luzia em meados do mês de junho de 2019 propôs a compreensão e por conseqüência uma mudança de opinião perante o problema da poluição luminosa, na forma de uma organizada e estruturada seqüência didática (apêndice 2), contribuindo para a culminância de uma discussão sobre tal problema e propiciando as bases para o desenvolvimento de

uma futura consciência ambiental. A proposta central da seqüência didática foi partir de um ponto onde os alunos se mostram geralmente mais atraídos; a Astronomia, para passar pela Óptica Geométrica e levar a uma melhor compreensão da poluição luminosa.

Revisão da Literatura

Uma grande preocupação dos pesquisadores em ensino de Física é sempre tentar diminuir a antipatia e melhorar a imagem perante alunos. A tradicional matematização exagerada dos conceitos físicos costuma ser um entrave para esse objetivo.

Uma das consequências mais conhecidas desta forma de ensinar Física é a antipatia que as pessoas de um modo geral, pelo menos dentre as que já passaram pelo Ensino Médio, demonstram com relação a esta disciplina. Costuma-se ouvir que se trata de uma “matéria muito difícil”, ou que “tem muita matemática”, ou ainda que “é muito chato estudar Física”. A maioria das pessoas que já concluiu esta fase sequer consegue lembrar o que aprendera na disciplina” (ROEHRING, 2013, p. 1).

Moreira e colaboradores (2013) também discutem essa visão pouco atraente e matematizada da Física e trazem a experiência de buscar um tema socialmente relevante aos conhecimentos de Física essenciais para a formação de estudantes do Ensino Médio a partir da contextualização. Os autores discutem a Física e a poluição sonora na construção e aplicação de um projeto temático, trazendo resultados importantes para o ensino de Física para além do ensino de fórmulas e leis, que muitas vezes não contribuem para que o aluno venha a ter um entendimento geral de sua realidade. Segundo eles,

(...) levar à sala de aula um tema socialmente relevante possibilitou, além de uma contextualização bem sucedida, a participação dos estudantes nas discussões de cunho político e social, levando-os a reflexões quanto aos seus deveres como cidadãos. Dessa forma, os estudantes mostraram-se motivados a compreender os conceitos físicos relacionados à Poluição Sonora para identificá-los em suas próprias atitudes (MOREIRA, et AL., 2013, p. 6).

Diante do problema da poluição luminosa, que está diretamente ligada ao cotidiano do aluno e que gera prejuízos a saúde e ao meio ambiente, Oliveira e Langhi (2011, p. 3) refletem que,

(...) os riscos dessa poluição sobre o meio ambiente acarretam na alteração na cadeia alimentar de algumas espécies de animais, na diminuição ou aumento de certas populações de animais, e também é capaz de atrair insetos vetores de doenças.

A análise de situações relacionadas a tecnologias é geralmente bem aceita pelos alunos devido a sua proximidade com o cotidiano. Através dessa ligação, é possível introduzir as atividades que podem visar à mudança de opinião dos alunos referente ao que é tecnológico e socialmente passível de erro, como, por exemplo, o uso desnecessário de iluminação pública ou privada. Nesse contexto, pode ser interessante evocar o uso de CTS, que de acordo com Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988, apud SANTOS; MORTIMER, 2002) pode ser caracterizado como,

(...) o ensino do conteúdo de ciências no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências do dia-a-dia. A proposta curricular de CTS corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-econômicos (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 112).

O agravamento dos problemas ambientais do pós-guerra (SANTOS; MORTIMER, 2002) abriram caminho para uma maior conscientização sobre o meio ambiente. Ao longo do tempo, muitos cientistas passaram a se dedicar a pesquisas sobre o meio ambiente, cujos resultados geralmente não são repassados à população. Devido às condições atuais do mundo nos tempos modernos se torna cada vez mais necessária a Educação Ambiental (EA), pois devemos procurar conscientizar e mudar as atitudes de nossos alunos para criar adultos conscientes visando um futuro melhor.

Na perspectiva de uma EA crítica, a formação incide sobre as relações indivíduo-sociedade e, neste sentido, indivíduo e coletividade só fazem sentido se pensados em relação. As pessoas se constituem em relação com o mundo em que vivem com os outros e pelo qual são responsáveis juntamente com os outros. Na EA crítica esta tomada de posição de responsabilidade pelo mundo supõe a responsabilidade consigo próprio, com os outros e com o ambiente, sem dicotomizar e/ou hierarquizar estas dimensões da ação humana (CARVALHO, 2004, p. 9).

O aluno deve entender a ciência de modo a conseguir utilizar seus conceitos para entender o mundo ao seu redor, para que possa tomar as melhores decisões para o desenvolvimento de sua cidade, estado e país. De acordo com Santos e Mortimer (2002, p.113), o resultado da educação ambiental crítica deve ser o aluno como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnológica e a base prática das decisões.

Se almejamos uma mudança de atitude do aluno, devemos observar e ter em mente o método criado por Prochaska e Marcus (1994), construído a partir da teoria dos estágios de mudança do comportamento (EMC) que se desenvolveu a partir do modelo proposto originalmente por Prochaska e Diclemente (1983, apud PROCHASKA; MARCUS, 1994). Os EMC podem ser caracterizados como:

- 1) **Pré-contemplação** - O indivíduo não tem a intenção de mudar o seu comportamento nos próximos seis meses;
- 2) **Contemplação** - O indivíduo tem a intenção de mudar o seu comportamento nos próximos seis meses;
- 3) **Preparação** - O indivíduo pretende agir num futuro próximo (em geral no próximo mês)
- 4) **Ação** - O comportamento já foi incorporado por menos de seis meses;

- 5) A ação já acontece há mais de seis meses e as chances do retorno ao antigo comportamento são menores.

Mesmo sendo notadamente rica a proposta de utilização da Astronomia para a popularização da Física e do pensamento crítico, “é importante ressaltar que o professor deve tomar cuidado ao utilizar a perspectiva do cotidiano em sala de aula” (MOREIRA, et AL., 2013, p. 3) propondo uma aula dialógica e voltada para um discurso científico, utilizando o conhecimento prévio dos alunos para construir uma ponte para o conhecimento científico.

Metodologia

Ao utilizar a relação entre a Física e a Astronomia, este trabalho buscou criar uma ponte entre a sociedade que possuímos com a que podemos ter. Foi gerada uma discussão entre os alunos para levá-los ao entendimento sobre a poluição luminosa e seus malefícios, não só para a observação dos astros, mas para outros fatores já citados. Segundo Lima e Castro (2015, p.4) é importante lembrar que “a abordagem CTS remete a uma reflexão sobre as razões para ensinar ciências num mundo cada vez mais permeado pela tecnologia, pelo acúmulo da produção de informações”. Nesse sentido, apresentamos e discutimos algumas das tecnologias já disponíveis, buscando também estimular a criatividade do aluno para que ele pudesse se sentir capaz de buscar soluções para o seguinte problema: como podemos diminuir a poluição luminosa em sua cidade?

Compreendendo a natureza do estudo, a opção pela pesquisa qualitativa foi natural, devido ao caráter subjetivo da área de atuação.

Um quarto aspecto geral da pesquisa qualitativa, conforme estes autores, é que apesar da crescente importância de material visual, a pesquisa qualitativa é uma ciência baseada em textos, ou seja, a coleta de dados produz textos que nas diferentes técnicas analíticas são interpretados hermeneuticamente. (GUNTHER, 2006, p.202)

Utilizar a coleta de dados para observar uma compreensão maior de uma situação problema e sua interação com o indivíduo para uma possível mudança de comportamento ou mesmo uma mudança de opinião, ou seja, a pesquisa requer para uma pesquisa ser qualitativa precisa de um participante ativo (GUNTHER, 2006, p.203).

A pesquisa foi conduzida em uma escola estadual de Minas Gerais que atende cerca de 1030 alunos em diferentes séries do ensino fundamental, médio e EJA, localizada em uma zona de vulnerabilidade social com uma estrutura precária e pouca verba destinada para manutenção e organização, atendendo alunos das classes D e E, estando inserido em uma cidade situada na região metropolitana de Belo Horizonte, possuindo um total estimado de 219.134 habitantes no ano de 2019, onde 100% desta população se localizam em zona urbana (IBGE, 2019).

Foram sujeitos desta pesquisa 32 alunos da segunda série do Ensino Médio. Foi aplicada uma sequência didática relacionada à Astronomia, tendo como situação problema a poluição luminosa. A sequência didática se constituiu de 4 momentos distintos, cada um com sua função e condição com o tema, tornando gradual a experiência com a poluição luminosa, para que o educando não estranhe tanto o contato com um novo problema lhe sendo apresentado.

Nesta pesquisa foi utilizada uma metodologia qualitativa para coleta e análise de dados, pois observei múltiplas atividades que compõem o processo de pesquisa como um ato social de construção do conhecimento (GUNTHER, 2006). Foram obtidos dados de um pré-teste (APÊNDICE 1), que visou levantar dados sobre a forma com que os alunos pensavam ser a poluição luminosa.

De acordo com as orientações que constam na sequência didática (APÊNDICE 2), depois do pré-teste do primeiro momento, busquei atrair a atenção dos alunos com questionamentos voltados para a Astronomia observacional, levando os alunos a refletir sobre as cores e brilho das estrelas, se elas possuem cores e níveis de brilho.

Em um segundo momento, a discussão girou em torno de dois vídeos sobre poluição luminosa, sendo um do Repórter Eco (CULTURA, 2016) e outro do Futurando (BRASIL, 2017). Nesse momento, os alunos tiveram o primeiro contato com o conceito de poluição luminosa na sequência didática. Em seguida os alunos responderam a um pequeno questionário (presente no Apêndice 2, segundo momento, logo após os vídeos) sobre os temas abordados nos vídeos.

Durante o segundo momento da sequência didática, após a exibição dos vídeos foram analisadas com os estudantes as questões 2, 3, 4 e 6 do questionário, para observar a possível mudança de opinião já neste momento.

No terceiro momento foi entregue a apostila de Dominici e Gargaglioni (2010), sobre poluição luminosa. No fim da aula, foi aplicado um questionário (presente no Apêndice 2, terceiro momento) sobre o conteúdo da apostila para suscitar entre os alunos uma discussão sobre o que poderia causar esse fenômeno e como e porque evitá-lo, inclusive com economia de energia elétrica. Por fim, os alunos foram orientados a traduzir suas discussões em cartazes explicativos que alimentaram novas discussões em sala.

Após o desenvolvimento da sequência didática, foram analisadas as questões 1, 3, 5, 6, 9 e 10 do questionário (APÊNDICE 2, terceiro momento), onde busquei evidências de mudança de opinião dos alunos, por exemplo a identificação da poluição luminosa, os impactos ambientais, como evita-lá e verificar a possível mudança de opinião dos alunos nas respostas a essas questões.

Resultados e Discussão

A aplicação dos questionários se deu em três momentos diferentes, primeiro um pré-teste com um intuito de levantar as concepções prévias referentes à poluição luminosa, segundo questionário já realizado após dois momentos de intervenção para mapear o desenvolvimento da possível mudança de opinião do aluno referente ao problema abordado e o terceiro questionário utilizado para mapear a esperada mudança de opinião dos alunos.

Nesta intervenção foi obtido uma amostragem de 33 alunos de diferentes idades sendo elas entre 15 e 18 anos, tendo uma quantidade maior de alunos na faixa dos 16 anos, como é mostrado no quadro 1, que mostra também quantos alunos em cada faixa etária afirmaram ter ouvido falar que a luz pode causar poluição quando responderam ao pré-teste:

Idade	Quantidades de alunos	Já ouviram falar de poluição luminosa
15	1	0
16	23	11
17	6	1
18	3	1

Quadro 1: Sujeitos da pesquisa.

Ao analisar as respostas do pré-teste, foi observado que a maioria dos alunos já possuíam um leve conhecimento sobre um dos problemas trazidos pela poluição luminosa, a ofuscação das estrelas, apesar de considerarem que a luz não poderia gerar poluição. Os que afirmaram que a luz poderia gerar poluição foram 13.

Dos 33 alunos respondentes, 23 desenvolveram análises corretas na questão 3. O aluno 1 respondeu, por exemplo, que *“tem muita diferença, o céu da cidade a noite não dá pra ver muito as estrelas, e no interior dá pra ver melhor por que as cidades são menores e possuem menos iluminação, isso faz muita diferença para ver as estrelas”*. Essa resposta evidencia algum conhecimento sobre a poluição luminosa.

Outro exemplo da mesma questão foi a relação entre a poluição geradas pelos carros, fábricas, queimadas, ou seja, a gerada por gases com a poluição luminosa, como o aluno 2 cita: *“Nas cidades o céu tem o aspecto mais „sujo” devido a poluição e no interior temos um céu mais limpo”*. Mesmo quando responderam que não tinham observado a diferença entre os céus, perguntada na questão 3, eles conseguiram fazer uma relação correta da poluição luminosa com a visibilidade das estrelas, mostrando que grande parte dos estudantes já tem uma leve noção do fenômeno causado pela poluição luminosa em relação ao céu noturno.

Na questão 6 do pré-teste, os alunos não estabeleceram relação causa e efeito do excesso de iluminação e a poluição no céu noturno. Somente dois alunos demonstraram perceber que a iluminação da sua região é muito forte e mal direcionada, como cita o aluno 3: *“exagerada, em todos os lugares onde olhamos*

tem varias luzes”.

Ao desenvolver uma reflexão crítica de outro efeito da poluição luminosa, a questão 7 pergunta sobre a entrada de luz nas casa dos alunos. Apenas 5 dos estudantes identificaram a entrada de luz excessiva como problema, como observado na resposta do aluno 4: *“Sim, atrapalha muito o sono”*. O aluno 5 afirmou que *“Sim, quando deitamos para dormir nos vemos a luz entrando”*. A partir dessas respostas, é possível inferir que esse mesmo problema pode afetar os outros alunos. É possível que eles possam ter se acostumado com o excesso de luz, considerando-o normal ou extremamente necessário. Outra possibilidade é que o uso de cortinas possam atrapalhar suas percepções dessa situação.

Durante a averiguação das respostas à questão 9, foi percebido que dezoito dos alunos demonstraram identificar que o excesso de iluminação pode fazer mal a diversas espécies. A mais citada foi a do morcego. Porém, os alunos 2 e 6 citaram que os animais noturnos podem ser muito afetados pela iluminação exacerbada: *“Animais que são noturnos ou que vivem em locais de pouca iluminação se houver muita iluminação pode atrapalhar”* (Aluno 2). *“Sim, pois tem animal que não gosta de iluminação e por isso só sai a noite”* (Aluno 6).

Em relação à questão 10, os alunos não conseguiram identificar nenhum dos males da poluição luminosa para as plantas.

Na tentativa de entender se os alunos têm consciência do que é a poluição luminosa, a questão 12 faz esse questionamento de forma direta. Apenas 4 alunos demonstraram, antes da intervenção, identificar o que eram e os problemas causados pela poluição luminosa, definindo-a de forma correta.

Ao termino do pré-teste, foi contemplado na resolução da questão 13, cerca de 17 alunos, mesmo sem ter conhecimento aprofundado sobre poluição luminosa, conseguiram descrever, às vezes com bastante exatidão a melhor iluminação, como pode ser visto em dois exemplos, nas figuras 1 e 2:

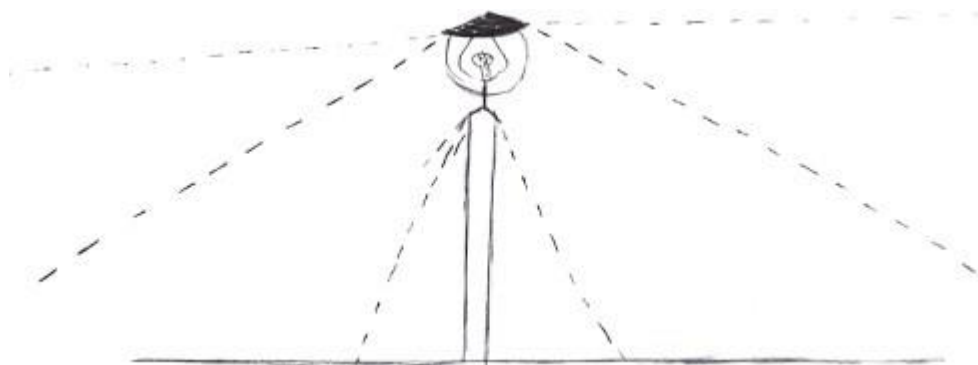


Figura 1: Desenho do aluno 6 sobre a iluminação pública ideal.

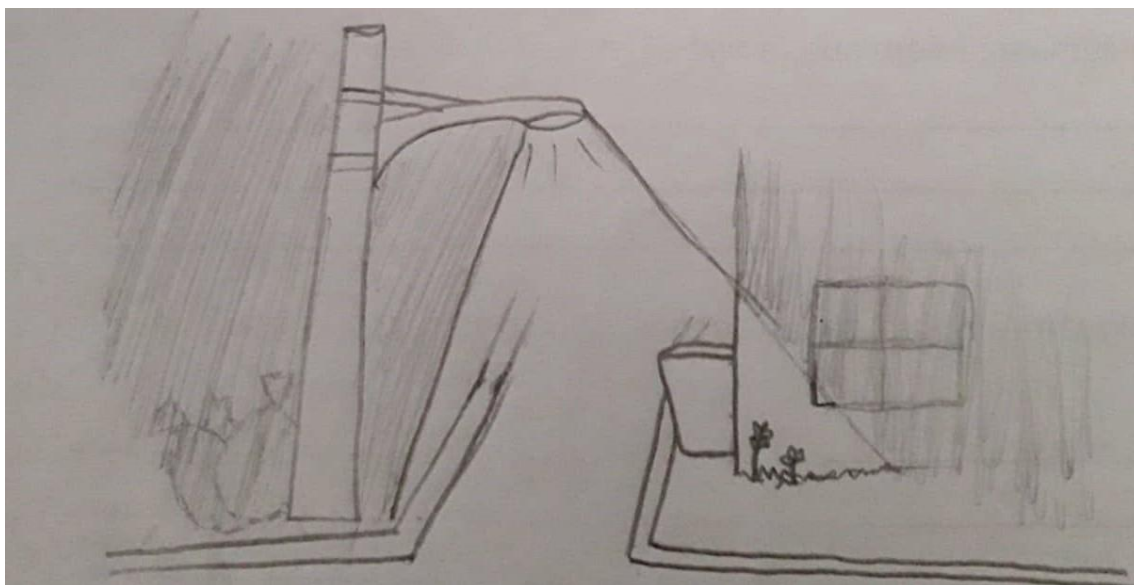


Figura 2: Desenho do aluno 7 sobre a iluminação pública ideal.

No segundo momento da sequência didática, houve uma conversa sobre as concepções prévias dos estudantes. Depois disso, assistimos aos dois vídeos curtos, um do Repórter Eco (CULTURA, 2016) e outro do Futurando (BRASIL, 2017). Nas resposta à questão dois do questionário (APÊNDICE 2, segundo momento), que perguntava os direitos que perdemos ao olhar o céu noturno das grandes cidades, pude observar que o posicionamento dos estudantes mudou, se comparado às respostas do pré-teste. Todos os grupos construíram respostas levando em conta a poluição luminosa sem muita dificuldade, como visto na resposta do grupo 1: *“Observar as estrelas e o céu noturno nem a Via Láctea, por causa do excesso de luz artificial”* e na do grupo 2: *“de ver toda as estrelas e até mesmo a Via Láctea, por causa da iluminação excessiva”*.

Neste ponto da intervenção, os alunos demonstraram identificar com clareza o que seria a poluição luminosa, como é evidenciado na resolução da questão 3 do segundo momento, que pergunta qual o nome do excesso de luz que atrapalha a contemplação do céu noturno.

Nas respostas dadas à questão quatro do segundo momento, pudemos inferir que houve uma mudança de opinião dos alunos, que passaram a responder, ainda que de forma rasa, o que ocorre com os animais e plantas que são diretamente expostos a poluição luminosa regularmente. Pudemos observar essa mudança na fala do grupo 3: *“São prejudicados por que não é esse o habitat natural deles por que eles precisam da escuridão e a poluição luminosa não permite isso”*; e na do grupo 4: *“Devido a poluição luminosa em contato com os animais e as plantas faz com que diminuam seu tempo de vida”*.

Focando na mudança de opinião referente ao problema da poluição luminosa, observamos as respostas dadas à última questão do segundo momento, que analisa como podemos evitar a poluição luminosa utilizando luminárias. Podemos considerar que as respostas dos alunos novamente direcionaram a uma mudança de opinião, trazendo uma perspectiva de cuidado com as luminárias e com a economia de energia, como mostram as seguintes falas: grupo 1 *“Projetar as luminárias para que*

a luz não seja jogada para cima”; grupo 5 “Colocar as luminárias para projetar a luz para baixo e não para cima”; grupo 6 “Produzir luminárias (postes), onde a luz se concentre embaixo, e com uma distancia media entre eles, onde a luz elétrica não atrapalhe a visão noturna ou os animais presentes”; e grupo 3 “Diminuir a quantidade de luzes nos postes, nas casas, nos lugares públicos e organizar melhor a distribuição de luzes para assim diminuir a poluição luminosa e economizar energia”.

Logo após a entrega da apostila de Dominici e Gargaglioni (2010) no terceiro momento, foi aplicado um questionário a respeito desse conteúdo (APÊNDICE 2, terceiro momento). Analisamos as questões a seguir, visando observar se apareceram indícios de mudança de opinião dos alunos perante a poluição luminosa.

Após a verificação da questão 1 para verificar se houve evidências de um maior entendimento do conceito de poluição luminosa, observei que o conceito parece ter sido bem assimilado pelos estudantes. Todos conseguiram exemplificá-lo, cada um ao seu modo, de forma correta, como foi feito, por exemplo, pelo grupo 1: *“Os danos causados pela luz mal planejada, pelo excesso de luz que atrapalha a visão bem realizada do céu, que causa problema em animais e plantas, etc”*; e pelo grupo 3: *“Toda a iluminação artificial utilizada de modo excessivo e inapropriado para o seu objetivo provoca a chamada poluição luminosa”*, acredito assim que consegui uma pequena mudança de opinião nesse ponto, sendo essa iluminação artificial excessiva sendo a partir de agora observada e entendida pelos estudantes.

Depois da leitura das respostas à questão 3, observamos que o leque de animais que os alunos consideraram afetados pela poluição luminosa aumentou de 1 (apenas o morcego) para todos aqueles que sofrem ação da migração, que não enxergam no escuro e até mesmo insetos. Os alunos também demonstraram entender a influência da poluição luminosa sobre as plantas, com relação ao período de floração, frutos e produção de diversos alimentos que são afetados pelo excesso de iluminação, como é descrito pelos grupos 1 e 2: *“A poluição luminosa altera o período de floração das plantas, comprometendo o balanço natural de produção de frutos e de outros alimentos devido ao fato de luz em excesso comprometer o ciclo biológico”* (GRUPO 1); *“No meio ambiente a iluminação excessiva afeta os ciclos naturais, alimentares e reprodutivo de diversas espécies de animais. A poluição luminosa também pode causar desorientação do organismos que dependem de um ambiente escuro para se locomoverem. Várias espécies de pássaros migram durante a noite”* (GRUPO 2).

Ao analisar a questão 5, pudemos encontrar indícios de mudança de opinião referente às formas de se evitar a poluição luminosa, incluindo a economia de energia. Todos os grupos registraram que a maneira correta de se colocar uma luminária é direcionando os raios de luz para baixo, fazendo com que se minimizem os problemas da poluição luminosa, como é descrito pelo grupo 6: *“Uma boa maneira de assegurar o controle da poluição luminosa é através de legislações e regulamentos específicos. Como luminária e lâmpadas para a iluminação externa e seu correto posicionamento em relação ao solo”*.

Depois de vasculhar a questão 6, pudemos observar evidências de desenvolvimento em todos os grupos, que registraram que a melhor forma de se

iluminar uma área é direcionando os raios de luz diretamente para o lugar onde é preciso luz utilizando refletores ou luminárias de vidro plano. Nota-se nas respostas dos grupos indícios de uma mudança de opinião referente à forma com que se deve configurar a iluminação pública ou mesmo a das casas e empresas.

Observando e analisando as respostas dos grupos na questão 9, que diz respeito aos alunos conseguem utilizar seus conhecimentos de tecnologia para resolver o problema da poluição luminosa em suas vidas cotidianas, chegamos à conclusão de que a maioria dos grupos relataram adquirir as habilidades de reconhecer e utilizar a tecnologia certa em sua casa ou sua escola, mostrando assim mais evidências de uma mudança de opinião referente ao evitar a poluição luminosa, como é dito pelo grupo 6: *“Não utilizar lâmpadas incandescentes em casa ou na rua...”* ou ainda pelo grupo 5: *“Colocar na casa inteira sensores presenciais...”* e pelo grupo 1: *“Colocando as devidas luminárias e lâmpadas nos lugares certos, onde a luz seja corretamente direcionada”*.

Pudemos, por fim, perceber uma evolução gradual, durante toda a intervenção, no posicionamento dos alunos frente ao problema da poluição luminosa. Chegando ao ponto final de conseguir explicar toda a poluição luminosa em um pequeno texto conclusivo, pedido na questão 10 mostrando a sua clara evolução em relação às respostas apresentadas no pré-teste como escrito pelo grupo 1 *“A poluição luminosa é o excesso de luz direcionada de maneira incorreta, e o que atrapalha a visão do céu, e rouba o brilho das estrelas. Poluição luminosa essa que causa problemas ao meio ambiente, não somente social, mas econômico, devido aos seus três tipos: Brilho do céu, ofuscamento e luz infusa.*

A maneira correta de se evitar essa poluição, é colocar as devidas luminárias, onde a luz não age o céu, não afeta as nuvens e etc”.

Apesar de constar na sequência didática (APÊNDICE 2), o quarto momento precisou ser cancelado, devido a uma decisão do governo estadual que alterou o calendário das escolas. Por causa desse cancelamento, os estudantes não puderam apresentar os resultados de suas pesquisas. Ao invés disso, eles foram orientados a produzir cartazes que resumiam esses resultados. Como essa produção de cartazes não havia sido planejada inicialmente em nossa metodologia, os cartazes não foram analisados nesta pesquisa.

Conclusão

O objetivo deste artigo foi investigar uma possível mudança de opinião em relação ao tema da poluição luminosa através de uma sequência didática (APÊNDICE 2), utilizando cada momento desta atividade investigativa para direcionar o aluno à uma visão mais organizada sobre as causas, efeitos, malefícios e soluções para poluição luminosa perante a sociedade, fauna e flora da região onde os alunos se encontram, sendo uma intervenção direcionada à realidade do aluno.

Como resultado do pré-teste aplicado, antes da realização de nossa intervenção, os estudantes demonstraram uma perspectiva acrítica com relação à poluição luminosa, segundo a qual não foi possível detectar sinais de que eles compreendiam a prejudicialidade da poluição luminosa para com a sociedade, fauna e flora de sua região. Após a intervenção, observamos diversas evidências de alterações em seus panoramas em relação ao mesmo tema, demonstrando a habilidade de identificação, prevenção e compreensão sobre os malefícios do motivo causador da intervenção.

Apesar de ter obtido resultados satisfatórios durante a intervenção, devemos lembrar que a mudança de opinião, para se tornar completa, é necessário um maior tempo para interação e avaliações e por isso é necessário continuar com novas sequências didáticas investigativas para consolidar as mudanças acima descritas.

Devido ao calendário corrido das escolas estaduais no ano de 2019, ocorreram alguns atrasos na aplicação da intervenção. Para obter um resultado com mais eficácia seria necessário que houvesse mais alunos participantes e mais tempo sequencial disposto para conclusão ideal da atividade.

Referências

- BRASIL, DW. **Futurando**: Poluição luminosa afeta os humanos e a natureza. 2017. Disponível em: <<https://youtu.be/SVpxO7Y6Hi8>>. Acesso em: 26 out. 2019.
- CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos da educação ambiental**. In: LAYRARGUES, P. P. (Org.). *Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: MMA, p. 13-24. 2004.
- CULTURA, TV. **Reporter Eco**: Poluição Luminosa no Mundo. 2016. Disponível em: <<https://youtu.be/22JjFeRXGak>>. Acesso em: 26 out. 2019.
- DOMINICI, T.; GARGAGLIONI, S. **Identificação e combate à Poluição Luminosa**: Garantindo o direito à luz das estrelas. Laboratório Nacional de Astrofísica. 2010. Disponível em: <http://www.lna.br/lp/apostila_pl.pdf>. Acesso em: 25 out. 2016
- GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.
- IBGE. Santa Luzia. In: **Conheça Cidades E Estados Do Brasil**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/santa-luzia/panorama>>. Visitado em: 29 set. 2019.
- LIMA, M, E, C. CASTRO, R, S. **Apostila da Disciplina Ensino de Ciências na Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade I**. CECIMIG/FAE/UFMG. Belo horizonte, 2015.
- MOREIRA, C, C; MACEDO, C, C; OLIVEIRA, D, G. **A Física e a Poluição Sonora: Construção e Aplicação de um Projeto Temático**. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2013, São Paulo. SNEF, 2013.
- OLIVEIRA, F, A; LANGHI, R. **Uma Proposta de Ensino de Astronomia Por Meio da Abordagem Temática: Poluição Luminosa Como Tema**. In. I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, 2011, Rio de Janeiro. SNEA, 2011.
- PROCHASKA, J.O.; MARCUS, B. The transteoretical model: applications to exercise. In: DISHMAN, R.K. **Advances in exercise adherence**. Champaign: Human Kinetics, 1994. p.161-80.
- ROEHRIG, S, A, G. **A Astronomia como Tema Estruturante para Introdução ao Estudo dos Movimentos**. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2013, São Paulo. SNEF, 2013.
- SANTOS, W, L, P; MORTIMER, E, F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO**, V. 02, N. 02, p.110-132, 2002. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/epec/v2n2/1983-2117-epec-2-02-00110.pdf>>. Acesso em: 26/08/2019.
- SCARPA, D; MARANDINO, M. Pesquisa em ensino de Ciências: um estudo sobre as perspectivas metodológicas. **II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências**, Valinhos-SP. Anais eletrônicos. Valinhos: ABRAPEC, 1999. Disponível em: GÜNTHER, Hartmut. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.

Apêndice 1

Questionário sobre a poluição luminosa

- 1) Qual a sua idade?
 - a) 15
 - b) 16
 - c) 17
 - d) Outra. Qual _____

- 2) Você acredita que a luz possa gerar poluição? Se sim explique.
 Sim Não

- 3) Você já observou o céu da sua cidade e no interior? Consegue descrever a diferença?

- 4) Você sabe o porquê ocorre essa diferença?

- 5) Como é a iluminação próxima a sua casa?

- 6) Como é a iluminação em sua região e cidade?

- 7) Você ou alguém em sua casa reclama de luz entrando em sua casa a noite?

- 8) Você acredita que o excesso de iluminação pode fazer mal ao meio ambiente?

- 9) Você sabe de algum animal que pode ser afetado pelo excesso de iluminação? Cite um exemplo.

- 10) Você conhece algum tipo de mal que a iluminação excessiva pode causar as plantas?

- 11) Você já ouviu falar sobre poluição luminosa?
 Sim Não

12) Você sabe Explicar o que seria a poluição luminosa?

Sim Não

Diga o que você acredita ser?

13) Desenhe como seria a iluminação de um poste de luz com adequada iluminação.

Apêndice 2

Atividade investigativa sobre poluição luminosa

Objetivo: Apresentar um problema chamado poluição luminosa utilizando a óptica geométrica.

Objetivos gerais: Apresentar de forma prática o problema da óptica geométrica;

Entender os males da poluição luminosa para o homem e o meio ambiente;

Apresentar soluções práticas para o problema;

Desenvolver o pensamento crítico;

Desenvolver o raciocínio lógico a partir de um problema a ser solucionado;

Compreender e utilizar de forma prática o que são raios de luz e os meios em que eles se propagam;

Compreender e utilizar de forma prática os princípios da óptica geométrica;

Compreender e utilizar de forma teórica e prática a reflexão da luz;

Compreender e utilizar de forma prática a formação de sombra e penumbra;

Introdução

Há muito tempo o homem olha para o céu com um olhar curioso, sem malícia, apenas com curiosidade, esta situação vem desde quando o homem tomou conhecimento de si como um ser consciente. Aristóteles em seu tempo já tentava decifrar o lugar natural dos objetos, Newton conseguiu avanços imensos para a física quanto para a astronomia com sua gravitação universal dentre outras, nos dias atuais as descobertas feitas pelo telescópio Hubble confirmam essa curiosidade que se traduziu em uma necessidade de conhecimento. O homem sempre admirou o céu e suas cores, como descritos por Roehrig (2013).

Trabalhamos a partir de uma aula sobre astronomia básica de observação dos céus, focada nas cores e visibilidade aparente das estrelas, fazendo assim que os alunos conheçam e se identifiquem com o tema, gerando questionamentos dentro do conteúdo (óptica geométrica e astronomia básica) trabalhando tal habilidade na forma de uma seqüência didática com o aluno. Criando uma porta de diálogo onde o professor realizou questionamentos utilizando perguntas pertinentes a iluminação das vias e praças públicas, residências privadas e etc. Que na maioria das vezes é excessiva, mal direcionada e ofusca o brilho de dezenas de bilhões de estrelas que formam o céu noturno de sua cidade, causam tanto mudança nos ecossistemas, mortandade e excesso de insetos ou animais sem falar das doenças no ser humano como diz Dominici e Gargaglioni (2012).

1* Momento

(responder no caderno em um segundo momento) Algum de vocês já olhou para o céu noturno aqui em sua cidade? O que viu? Cores, a nossa galáxia, qual a quantidade de estrelas pode ver? E na roça onde não a iluminação pública alguém já olhou? Pode ver a diferença?

2* Momento

Video 1 < <https://www.youtube.com/watch?v=22JjFeRXGak&list=LL4ZQxJVSKg-eA4tsXueQ1xA&index=5>>

Video 2 < <https://www.youtube.com/watch?v=SVpxO7Y6Hi8&list=LL4ZQxJVSKg-eA4tsXueQ1xA&index=2>>

Responda:

- 1) Quantas estrelas podem ser vista no céu de São Paulo e quantas são vistas? Por que?
- 2) Qual o direito que perdemos ao olhar para o céu das grandes cidades? Por que?
- 3) Qual o nome do excesso de luz que atrapalha a observação dos céus?
- 4) O que ocorre com as plantas e animais que entram em contato com a poluição luminosa?
- 5) Por que estamos precisando de escuridão agora?
- 6) O que devemos fazer para diminuirmos esse excesso de envio de luz para o céu?

3* Momento

Agora leia a apostila entregue pelo professor e responda as questões abaixo.

<http://www.lna.br/lp/apostila_pl.pdf>

- 1) Defina o que é poluição luminosa.
- 2) Quais os tipos de poluições luminosas que existem? Defina cada um deles.
- 3) Quais os impactos ambientais podem ser registrados devido à poluição luminosa? Explique-os.
- 4) Quais os impactos sociais e econômicos a poluição luminosa pode causar?
- 5) Como podemos evitar a poluição luminosa e diminuir os gastos com iluminação externa?
- 6) Cite exemplos de luminárias e refletores que podem diminuir a poluição luminosa. Desenhe se necessário.
- 7) Quais as melhores lâmpadas para evitar a poluição luminosa? Explique.
- 8) Na pagina 10 existem dois céus um com ocorrência de poluição luminosa e outro sem, diga qual você possui melhor observação das estrelas e explique por que com suas palavras.
- 9) Lembre-se pequenas ações podem fazer a diferença, diga como vocês poderiam diminuir a poluição luminosa na sua casa? E na sua escola?
- 10) Formule uma conclusão sobre o que é como a poluição luminosa atua e como evitar-la, para ser discutida em sala com o professor e seus colegas.

4* Momento

Em casa faça uma pesquisa e responda as perguntas abaixo. Um representante dos grupos ira mostrar graficamente no quadro negro a resposta obtida. A pergunta será a escolha do professor, portanto faça todas com atenção.

- 1) A poluição luminosa é agravada pela reflexão da luz nas nuvens, explique como isso é possível utilizando os princípios da óptica geométrica.
- 2) A poluição luminosa possui soluções explique como essas soluções podem ajudar nesse problema utilizando o principio de reflexão da luz.
- 3) As luminárias que podem refletir a luz para baixo são melhores para evitar o problema da poluição luminosa, faça um diagrama de como é refletida a luz.