

A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO: O CENTENÁRIO DO ECLIPSE SOLAR DE SOBRAL

LAÉRCIO FERRACIOLI¹, THIAGO PEREIRA DA SILVA²

¹ Universidade Federal do Espírito Santo

² Centro Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral Professora Maura Abaurre

<laercio.ufes@gmail.com> <thiagopereira96192@gmail.com>

DOI: <https://doi.org/10.21439/conexoes.v13i4.1863>

Resumo. Em 2019 é celebrado os 100 anos de um evento que marcou a vida de um cidadão, de uma cidade e da Ciência. O cidadão, um físico, tornou-se pop-star; a cidade, Sobral no Ceará, tornou-se palco da comprovação de uma teoria científica; a Ciência, Física, viu comprovada a Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein. Apresentar Einstein é tratar de ciência, cultura e arte. Abordar o Eclipse Solar de Sobral de 29 de maio de 1919 é tratar de divulgação da ciência. Implementar uma atividade sobre esse tema em nível de Ensino Médio é promover a educação científica e tecnológica através da divulgação científica. Nesse contexto, durante o segundo semestre de 2018 foi ministrada a disciplina eletiva *Maura Abaurre nos 100 anos do Eclipse Solar de Sobral* no Centro Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral Profa. Maura Abaurre, localizada em Vila Velha, Espírito Santo. Em uma abordagem, histórica, científica e cronológica, Einstein, suas ideias e teorias foram apresentadas e os resultados dessa iniciativa são aqui relatados.

Palavras-chaves: Divulgação Científica, Ensino Médio, Educação Científica e Tecnológica

Abstract. In 2019 is celebrated the 100 years of an event that marked the life of a citizen, a city and Science. The citizen, a physicist, became pop-star; the city, Sobral in Ceará, became the scene of the proof of a scientific theory; Science, Physics, has seen Albert Einstein's Theory of General Relativity proven. Presenting Einstein is dealing with science, culture and art. Addressing the Solar Eclipse of Sobral on May 29, 1919 is dealing with the dissemination of science. Implementing an activity on this topic at the High School level is to promote science and technology education through scientific outreach. In this context, during the second half of 2018, the elective course *Maura Abaurre* was given in the 100 years of the Solar Eclipse of Sobral in the State Centre for High School in Integral Time Profa. Maura Abaurre, located in Vila Velha, Espírito Santo. In a historical, scientific and chronological approach, Einstein, his ideas and theories were presented and the results of this initiative are reported here.

Keywords: Scientific disclosure, High School, Scientific and Technological Education.

1 INTRODUÇÃO

Em 1919 ocorreu um Eclipse Solar Total, quando a luz do Sol fica praticamente ocultado pela Lua, que foi observado por cientistas britânicos, estadunidenses e brasileiros em Sobral, no interior do Ceará: 230 km de Fortaleza. As observações realizadas levaram à comprovação da Teoria da relatividade Geral de Albert Einstein: um fato histórico para a Ciência e para a Humanidade. Sobral foi o único local no mundo onde

foram feitas observações com sucesso desse Eclipse Solar, uma vez que os céus da Ilha Príncipe na costa atlântica da África ficaram encobertos por nuvens. Assim, as observações desse Eclipse Solar realizadas em Sobral, em 1919, foram as que levaram à comprovação da teoria de Einstein: desde então passou a ser conhecido como Eclipse Solar de Sobral. Nesse contexto, esse ano de 2019 está sendo celebrado os *100 Anos do Eclipse Solar de Sobral que comprovou a Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein*.

Uma das celebrações foi a Reunião Regional da SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência que aconteceu no município de Sobral de 27 a 30 de março. A Reunião Regional *SBPC-SOBRAL* teve dois temas centrais: *Educação Básica de Qualidade e Centenário do Eclipse Solar de Sobral*. Por quê? O Brasil e qualquer país não sobrevivem sem desenvolvimento da científico e tecnológico. O desenvolvimento da Ciência depende de uma Educação Básica de Qualidade. Sobral é o município de maior Ideb no Brasil – Índice de Desenvolvimento de Educação Básica. A Reunião Regional *SBPC-SOBRAL* discutiu o Ideb de Sobral para o Brasil e celebrou o Centenário do Eclipse Solar de Sobral na perspectiva de que todos os quase 6.000 municípios do Brasil tenham uma *Educação Básica de Qualidade com o foco no Ensino Médio e no Ensino das Ciências* para construção de cidadãos comprometidos com o desenvolvimento da Ciência. A programação contou com conferências e mesas-redondas, além da realização de uma Feira de Ciências para os estudantes da rede municipal, organizada pela Prefeitura de Sobral em parceria com as escolas locais.

No contexto dessa celebração e de sua importância, antecipando o ano de centenário dessa efeméride, no segundo semestre de 2018 foi proposta aos alunos do Centro Estadual de Ensino Médio em Tempo Integral Profa. Maura Abaurre a disciplina eletiva denominada Maura Abaurre nos *100 anos do Eclipse Solar de Sobral* com o objetivo de apresentar aspectos históricos e promover a educação científica e tecnológica a partir desse tópico da Física Moderna e Contemporânea.

Essa perspectiva é ressaltada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM) quando aponta a demanda para o entendimento de conceitos modernos de Física a partir de sua contextualização:

Não se trata, portanto, de elaborar novas lista de tópicos de conteúdo, mas, sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. Apresentar uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da Lua ou das estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. Uma Física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução.

Por sua vez, essa crescente demanda surge como necessidade de promover um ensino de Física que contemple despertar a curiosidade dos estudantes, levando-os a reconhecer a Física como um empreendimento humano, social e cultural, conhecer a Física além de

1900 e visualizar as articulações do conhecimento científico e seu cotidiano utilizando os conhecimentos de Física Moderna. Assim, a proposta da disciplina é articulada a visão de que as aulas de Física devem evitar a exaustão de um ensino carregado de expressões matemáticas (PIETROCOLA et al., 2011), do entendimento do professor como o mediador do processo de ensino-aprendizagem (MÉHEUT; PSILLOS, 2004), da compreensão dos estudantes como sujeitos que carregam uma bagagem social e histórica determinantes para suas interpretações de mundo (LIJNSE, 2004) e, acima de tudo, mobilizar os estudantes para participarem da construção do conhecimento (FREIRE, 1987).

Assim, o presente artigo apresenta o relato dessa experiência desenvolvida no CEEMTI Profa. Maura Abaurre em colaboração com o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física e Departamento de Inovação e Divulgação da Ciência da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Já na década de 1990 a pesquisa na área do Ensino de Física constatava a necessidade de reformulação da sua grade curricular para o Ensino Médio, pois a mesma ainda está voltada quase que exclusivamente para a compreensão dos fenômenos abordados pela Física Clássica em detrimento de conhecimentos ligados à Física Moderna e Contemporânea, bem como as aplicações tecnológicas decorrentes dos resultados dessas teorias. Segundo Terrazan (1992):

Na verdade, a prática escolar usual exclui tanto o nascimento da ciência, como a entendemos, a partir da Grécia Antiga, assim como as grandes mudanças no pensamento científico ocorridas na virada deste século e as teorias daí decorrentes. A grande concentração de tópicos se dá na Física desenvolvida aproximadamente entre 1600 e 1850. ... Assim, os conteúdos que comumente abrigamos sob a denominação de Física Moderna não atingem os nossos estudantes. Menos ainda os desenvolvimentos mais recentes da Física Contemporânea. (TERRAZAN, 1992, p. 209–210)

Segundo Machado e Nardi (2007), a atualização dos currículos de Física nas escolas torna-se necessária, pois deve atender uma exigência de formar cidadãos capazes de compreender as bases de inúmeras tecnologias presentes no dia-a-dia das pessoas, como também outros aspectos relacionados à compreensão da natureza em relação à ampliação do seu entendimento, desde o nível microscópico até a origem e evolução do universo.

Na década de 2000 a bibliografia continuava apontando que o Ensino de Física no Ensino Médio ainda

era deficiente, limitando-se à abordagem da Física Clássica, na qual os conteúdos encontram-se descompassados com relação à realidade dos alunos, além de ser geralmente marcado por abordagens teóricas e descritivas cujas metodologias empregadas nas salas de aula não têm gerado os efeitos necessários (AGOSTIN, 2008; CRUZ; GUERRA, 2009).

No discurso da necessidade de atualização curricular, surgem estudos como o de Renner e Krueger (2016) que, na tentativa de superar o problema, propõem a inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no ensino como forma de despertar, no aluno, o senso crítico e aproximar a Física ensinada na escola daquela vivenciada em seu cotidiano, possibilitando seu contato com a pesquisa atual em Física e a compreensão das tecnologias que o norteiam. Ferracioli (2010) lembra que apesar de todo o avanço tecnológico da atualidade, predominante parcela da população não faz a menor ideia de processos e explicações científicas associados ao arsenal tecnológico incorporado a nossa vida cotidiana: somos consumidores natos de “caixa preta”.

A partir desse cenário do ensino de Física e Ciências, a articulação com a divulgação da divulgação científica na busca da construção de uma cultura da ciência tem sido proposta. Lordêlo e Porto (2012) aponta a importância dos diversos setores da sociedade se organizarem e articularem ações para a valorização da ciência. A atuação da escola é de fundamental importância por ser um espaço aberto para a socialização do conhecimento científico. Nesse entendimento, para que a ciência seja divulgada, e incorporada pela sociedade, am de se alcançar a formação de uma cultura científica, é imprescindível que as ações sociais, políticas e institucionais não sejam isoladas e a divulgação da ciência contribua para uma verdadeira cultura científica. Porto (2011) salienta que a divulgação científica deve estar para a sociedade como algo que pode ser pensado não apenas em termos de transmissão do conhecimento científico dos especialistas para os leigos. Ao contrário, tem como objetivo que todos os membros da sociedade passem a ter uma melhor compreensão, não apenas dos resultados de pesquisas científicas, mas da própria natureza da atividade científica. A divulgação científica pode ocorrer por meio da educação formal, não formal ou informal. Já Moreira e Massarani (2004) afirma:

A divulgação científica tem um papel importante na formação permanente de cada pessoa, no aumento da qualificação geral científico-tecnológica e na criação de uma cultura científica no âmbito maior da sociedade. Tem, ainda, um papel complementar ao ensino formal de ciências, reconhecidamente deficiente em nosso país. (MOREIRA; MASSARANI, 2004, p. 44)

Assim, a criação de espaços dentro e fora da escola que possibilitem ao aluno vivenciar diferentes situações é buscar que a ciência seja discutida e incorporada por este grupo, não de forma isolada, mas que, de alguma forma, envolva família e comunidade.

Nessa perspectiva, o artigo 26 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB relata que os currículos do Ensino Fundamental e Médio devem ter uma Base Nacional Comum - BNCC, a ser implementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela.

No caso do Estado do Espírito Santo, em 2015 foi implantado, na rede pública estadual de ensino, o Programa de Escolas Estaduais de Ensino Médio em Turno Único, denominado *Programa Escola Viva*, com o objetivo de planejar, executar e avaliar um conjunto de ações inovadoras em conteúdo, método e gestão, direcionadas à melhoria da oferta e da qualidade do ensino médio na rede pública do Estado do Espírito Santo, assegurando, assim, a criação de uma Rede de Escolas de Ensino Médio em Turno Único.

O programa Escola Viva possui um conjunto de inovações, tais como, acolhimento aos estudantes, às equipes escolares e às famílias; avaliação diagnóstica/nivelamento; disciplinas eletivas; salas temáticas; ênfase nas práticas em laboratórios; tecnologia de gestão educacional; tutoria; aulas de projeto de vida; aulas de práticas e vivências em protagonismo; aula de estudo orientado; e aprofundamento de estudo e preparação acadêmica/mundo do trabalho.

Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, dedicadas às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, publicadas pelo MEC (BRASIL, 2006) é indicada a adoção de temas estruturadores que articulem competências e conteúdos e apontem para novas práticas pedagógicas, sendo que um dos seis temas estruturadores sugeridos é: “Tema 6: Universo, Terra e Vida (unidades temáticas: Terra e Sistema Solar, o Universo e sua origem, compreensão humana do universo).” (BRASIL, 2006); o qual envolve e remete diretamente a conceitos de Astronomia. Pesquisas realizadas na área da Educação em Astronomia, como as conduzidas por Langhi (2011), Bisch (1998), Leite (2006), apontam diversas dificuldades no ensino de temas a ela associados na Educação Básica: a persistência de diversas concepções alternativas, em desacordo com a visão científica; concepções realistas ingênuas, chavões e dificuldades de compreensão das relações espaciais envolvidas nos fenômenos; que, em geral, o ensino de

temas de Astronomia se dá de maneira excessivamente livresca, fragmentada, baseada apenas no livro didático e desvinculado de atividades práticas.

Em relação às *disciplinas eletivas*, estas são temáticas, semestrais que podem ser propostas por professores e/ou estudantes com o objetivo de aprofundar e enriquecer conteúdos e temas trabalhados nas disciplinas da Base Nacional Comum Curricular. Através da sua oferta, objetiva-se que o estudante aprofunde conceitos ao longo do Ensino Médio, diversifique e amplie o seu repertório de conhecimentos e descubra o prazer de seguir em busca de mais conhecimentos ao longo da vida, sempre em uma perspectiva ampla, considerando as diversas áreas da produção humana. Uma vez organizadas, os professores dessas eletivas apresentam a ementa aos alunos em um feirão de eletivas que ocorre na escola em um dia pela manhã e a escolha por parte dos alunos interessados ocorre pela tarde. As eletivas são concluídas em um evento denominado *culminância das eletivas* no final do semestre, quando os estudantes apresentam à toda comunidade escolar o que foi desenvolvido na disciplina.

Este trabalho apresenta e discute um conjunto de atividades desenvolvidas predominantemente num espaço de ensino formal, onde o tema *Os 100 anos do Eclipse Solar de Sobral* foi abordado por meio de atividades elaboradas em articulação com pesquisas e investigações numa cooperação entre uma Universidade Pública de Ensino Superior e uma Escola da Rede Pública Estadual. O tema propiciou diferentes situações de aprendizagem e buscou a ampliação do horizonte dos alunos, com o auxílio da ciência e de suas aplicações. Nesse sentido, orientou para o compromisso com o bem-estar social e com o bem-estar cultural (VOGT, 2011, p. 15).

3 METODOLOGIA

A eletiva foi organizada com o objetivo de abordar histórica, científica, cultural e cronologicamente o Eclipse Solar de Sobral abordando a Física como entendimento humano e contextualizando o conhecimento científico e o conhecimento baseado no senso comum com a discussão de conceitos, tais como, *velocidade, espaço, tempo, luz, matéria e energia*, além de apresentar a ciência antes de 1919 e o impacto das observações do Eclipse Solar de Sobral.

A disciplina teve 35 estudantes dos três anos do Ensino Médio que se inscreveram após o feirão de eletivas que ocorreu em julho/2018. As aulas iniciaram na primeira semana de agosto e finalização no início de dezembro/2018, na culminância da disciplina. A eletiva foi ministrada pelo Professor de Física da Escola

Maura Abaurre, localizada no Município de Vila Velha, Espírito Santo, às 6as-feiras pela tarde, em um total de 16 encontros com duração média de uma hora e meia que articulavam teoria-e-prática. Ao longo do semestre, houve o sorteio de livros-brindes sobre o tema aos alunos com maior participação e de um chaveiro com uma cabeça estilizada de Einstein em feltro a todos os alunos. Ao final de *cada encontro* os alunos foram convidados a responder um questionário de avaliação sobre o tema abordado, sobre o professor e sobre sua participação no encontro. A Tabela 1 apresenta as perguntas dessa avaliação.

Uma última avaliação foi realizada quatro meses após a conclusão da disciplina onde os estudantes foram solicitados a fazerem uma representação de um eclipse solar e citar palavras que traduzissem a experiência na disciplina.

Os temas abordados eram acompanhados do desenvolvimento de atividades práticas por parte dos alunos: estudo de eclipse solar e lunar com esferas de isopor e lâmpadas; observação do movimento browniano; estudo do efeito fotoelétrico com dispositivo LDR, controle remoto e caixa de som; construção de espectrômetro caseiro com CD-ROM como rede de difração e utilizando lâmpada de vapor de mercúrio, incandescente e de vapor de sódio; construção de estrutura circular de PVC coberta com tecido elastano de alta elasticidade para simular a curvatura do espaço; construção de um simulador da deflexão da luz a partir de caixa de papelão, caneta marca-texto e lâmpada de luz negra; construção de uma Linha do Tempo sobre a vida de Einstein articulados com eventos do Brasil e do mundo ao longo do semestre; montagem da peça Monólogo de Albert Einstein produzido na Seara da Ciência da Universidade Federal do Ceará com sonoplastia de concerto de violinos de *Mozart*; além de atividades de simulações computacionais utilizando o *Phet Colorado* e o *Stellarium*. O Tabela 2 apresenta a estruturação básica da disciplina.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção é organizada em quatro movimentos. O primeiro movimento apresentará uma análise da frequência dos alunos na disciplina. O segundo movimento apresentará uma breve descrição de atividades desenvolvidas na culminância da disciplina ocorrida no último dia de aula com alguns registros fotográficos. O terceiro movimento será a análise das respostas do questionário de avaliação preenchido pelos alunos a final de cada encontro. Finalmente, no quarto movimento será relatado o resultado de um levantamento feito com os alunos quatro meses após o término da disciplina.

Tabela 1: Questionário de avaliação entregue ao final de cada encontro

| ITEM DA AVALIAÇÃO | Conceito | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Conceito |
|---|--------------|---|---|---|---|---|------------|
| Sobre o tema | Inadequado | | | | | | Adequado |
| Pertinência do conteúdo em relação à proposta apresentada | Frustrou | | | | | | Superou |
| Abordagem do tema em relação às minhas expectativas | Trivial | | | | | | Complexo |
| Grau de dificuldade do assunto | Insuficiente | | | | | | Suficiente |
| Utilização do tempo de aula | Dispensável | | | | | | Necessária |
| Importância do tema na formação intelectual | Irrelevante | | | | | | Essencial |
| Qualidade do material disponibilizado | Superficial | | | | | | Elaborado |
| Sobre o Professor | | | | | | | |
| Clareza na exposição do tema | Confuso | | | | | | Elucidante |
| Conhecimento do assunto | Limitado | | | | | | Amplio |
| Utilização do tempo dedicado à exposição | Insuficiente | | | | | | Suficiente |
| Empatia com os alunos | Indiferente | | | | | | Atencioso |
| Utilização dos recursos audiovisuais | Precário | | | | | | Excelente |
| Pontualidade | Nunca | | | | | | Sempre |
| Sobre você | | | | | | | |
| Frequentei e acompanhei com empenho a aula | Nem tanto | | | | | | Sempre |
| Tenho experiência e conhecimento sobre o assunto exposto | Pouco | | | | | | Muito |
| O conjunto tema, professo e abordagem me motivaram. | Nada | | | | | | Bastante |

4.1 Primeiro Movimento: Análise da frequência dos alunos matriculados

A análise da frequência revela que dos 35 alunos inscritos inicialmente na eletiva, mais da metade, 23 frequentaram efetivamente a disciplina. No cômputo final, 7 foram considerados faltosos devido ao elevado número de ausências nas aulas e 5 alunos abandonaram a disciplina devido a transferência para outras unidades escolares. Uma análise possível para os alunos faltosos é que esses foram alunos com frequência não regular na escola ao longo do semestre. Como é uma escola de tempo integral onde o aluno permanece das 07:30h as 17:00h, o não comparecimento em um dia implica falta tanto nas disciplinas do currículo básico quanto na parte diversificada onde as disciplinas eletivas se enquadram. Em relação aos 5 alunos que abandonaram a disciplina, a partir do entendimento de que eles o fizeram por motivos de força maior, pode-se considerar que o número efetivo de matrículas na disciplina foi de 30 alunos. Nesse contexto pode-se concluir que a disciplina teve uma frequência de mais de 75% dos inscritos revelando o interesse e engajamento da grande maioria dos alunos matriculados.

4.2 Segundo Movimento: A Culminância da Disciplina

A culminância da disciplina eletiva ocorreu ao longo do último dia de aula. Pela manhã os alunos inscritos na disciplina organizaram apresentações com os diversos produtos desenvolvidos ao longo da disciplina. Houve a apresentação da história do Eclipse de Sobral e da sua

importância científica abordando a deflexão da luz da estrela mostrada na Figura 1.

Figura 1: A Deflexão da Luz com Luz Negra e Marcador de Texto – Simulação do Eclipse Solar



Tabela 2: Estrutura Básica da Disciplina Eletiva Maura Abaurre nos 100 anos do Eclipse Solar de Sobral

| Mês | Dia | Aula | Tema | Atividade | Descrição | Módulo |
|----------|-----|------|---|---|--|--|
| Agosto | 3 | 1º | O Eclipse de Sobral | Por que Sobral? Por que o Brasil? Demonstração do Eclipse Solar com o <i>Stellarium</i> para simular o Eclipse de 1919 | O que de especial ocorreu em 1919 que conectou Sobral à Einstein e ele ao mundo? | Einstein: da Alemanha ao Brasil e para o Mundo |
| | 10 | 2º | Quem é Albert Einstein? | A vida de Einstein. Confeção de uma Linha do Tempo 1879-1955 com fatos relevantes na vida de Einstein, história do Brasil e do mundo | De 14 de março de 1879 a 18 de abril de 1955, observaremos que o gênio não era um super-herói, ele era humano. | |
| | 17 | 3º | O que a Física discutia na formação de Einstein? | Afinal, o que Einstein estudou no Ensino Médio? Redação: <i>A importância dos estudos na vida</i> | Durante a sua formação básica, será que Einstein teve uma educação diferenciada dos demais alunos? A final, ele foi um bom aluno? | |
| | 24 | 4º | As reflexões sobre o tempo e o espaço no fim do século 19 e início do século 20 | Ciência, Arte, Cultura e Sociedade Apresentação de quadros famosos antes, durante e pós séc. 19 com o intuito de demonstrar um novo olhar sobre a realidade | As visões da ciência, arte, cultura e da sociedade relacionado a espaço e tempo | |
| | 31 | 5º | O Ano Miraculoso | Cinco artigos, uma tese de doutorado e isolado da comunidade científica. É possível Arnold? | De março-setembro/1905, ele produziu cinco trabalhos extraordinários que mudaram a face da Ciência moderna e que o tornariam no cientista mais famoso do século passado. Sua fama persiste até hoje, novamente engrenada com os resultados das Ondas Gravitacionais | |
| Setembro | 14 | 6º | A matéria é formada por átomos | Movimento Browniano Simulação <i>Pter Colorado</i> e observação de partículas de pimenta num prato com água munição de uma lupa | O ziguezague errático de um pólen foi a centelha para a evidência experimental da existência dos átomos e das moléculas | A mudança da visão do universo |
| | 21 | 7º | Massa e energia são grandezas equivalente | A equação $E = mc^2$ Fissão nuclear (vídeo) Fusão nuclear (vídeo) | Em um artigo de três páginas Einstein deduziu a equação mais famosa da Física e abriu as portas para novas possibilidades da Ciência | |
| | 28 | 8º | A luz tem uma constituição corpuscular | O Efeito Fotoelétrico Utilização do <i>Pter Colorado</i> Confeção de um espectroscópio caseiro Condensando as ideias | Einstein considerou a natureza corpuscular da luz como a ideia <i>mais revolucionária</i> de sua vida. A luz é formada por partículas, os fótons. Essa ideia escapava à Física Clássica | |
| Outubro | 5 | 9º | A relatividade restrita | Vídeo sobre a dilatação temporal. Contraste entre as velocidades do cotidiano e uma simulação computacional | Dois postulados e uma revisão radical das noções sobre o espaço e o tempo. | Do Eclipse a Pop Star |
| | 19 | 10º | A curvatura espaço-tempo | Prática experimental lúdica Estrutura de canos PVC, elastano, bolas preenchidas de areia e bolinhas de gude de distintos volumes | A partir de uma atividade experimental lúdica, a busca do entendimento da sofisticação da ideia proposta por Einstein | |
| | 26 | 11º | O Eclipse Solar de 1919 e a comprovação da Teoria da Relatividade Geral | Einstein miteu! Apresentação dos valores da deflexão esperada pela Teoria Clássica e pela Teoria da Relatividade Geral comparada pela medida realizada pelas missões | Em 1919 Einstein ganhou fama mundial com a comprovação de uma das previsões da teoria da relatividade geral – o encurvamento da luz nas proximidades do Sol, fato observado em Sobral. | |
| Novembro | 9 | 12º | Einstein nas duas grandes guerras | Migração para os EUA e a bomba atômica | Na 1ª Guerra Mundial encampou campanha antibelicista enquanto mergulhava em um extraordinário processo de elaboração mental sobre a natureza. Na ascensão do nazismo voltou à atividade política contra o novo regime que se desenhava no horizonte político mundial | Einstein ontem e hoje |
| | 16 | 13º | Buracos Negros | Apresentação de vídeos seguido de debates | Os buracos negros eram previstos pela Teoria da Relatividade Geral. Hoje, com o acúmulo de evidências experimentais indiretas, esses “ratos cósmicos” são considerados uma realidade | |
| | 23 | 14º | A proposta de Einstein para explicar os efeitos gravitacionais | Apresentação vídeo “Einstein’s Messengers” | As ondas gravitacionais, outra previsão da teoria, Em 2013 o LIGO detectou a primeira Onda Gravitacional sendo anunciada em 2015. | |
| | 30 | 15º | Ondas Gravitacionais | Realização das atividades educacionais propostas pelo setor educacional do LIGO | O LIGO disponibiliza uma série de atividades educacionais em seu site. Verificaremos, a partir delas, como foi detectado as evidências das primeiras Ondas Gravitacionais e o trabalho matemático dos dados. | |
| Dezembro | 7 | 16º | Preparativos para culminância | Teatro: Monólogo de Albert Einstein | Apresentação de uma peça teatral à comunidade escolar de um Einstein explicando, ou tentando, de que o tempo é relativo. | Final |

O espectrômetro caseiro foi disponibilizado para a comunidade escolar para demonstração e discussão com a utilização de três tipos de lâmpadas. A estrutura circular de PVC coberta de elastano para a demonstração da curvatura do espaço foi utilizada com diferentes esferas representando corpos celestes mostrado na Figura 2.

Na parte da tarde, os alunos apresentaram a peça de teatro *Monólogo de Albert Einstein* (MONTENEGRO, 2002) produzido na Seara da Ciência da Universidade Federal do Ceará com sonoplastia de concerto de violinos de Mozart mostrado na Figura 3.

Outro produto da disciplina que ficou exposto ao longo de todo o semestre enquanto era construído foi a *Linha do Tempo* cobrindo o período de vida de Einstein, de 1879 a 1955, construída em uma parede da escola como mostra a Figura 4.

4.3 Terceiro Movimento: Análise das respostas do questionário de avaliação aplicado ao final de cada encontro

Os questionários de avaliação não tiveram o objetivo de mensurar a aprendizagem do aluno e sim sua percepção e atitude em relação ao *tema* apresentado em cada aula, à *prática do professor* e ao *engajamento* do mesmo na disciplina. Para isso foi utilizada a Escala Likert (LIKERT, 1932) que produz uma avaliação da atitude do respondente frente aos tópicos abordados. Essa estrutura de questionário consiste de perguntas que são respondidas, via de regra, a partir de cinco opções nomeadas por: *concordo muito, concordo, neutro/indiferente, discordo e discordo muito*.

A análise dos itens Likert foi realizada a partir do cálculo do Ranking Médio (RM) proposto por (OLIVEIRA, 2005). Neste modelo atribui-se um valor de 1 a 5 para cada resposta a partir da qual é calculada a média ponderada para cada item, baseando-se na frequência das respostas. Desta forma foi obtido o RM através do seguinte procedimento:

- Média Ponderada (MP) = $\sum(f_i.V_i)$
 - f_i = frequência observada de cada resposta para cada item
 - V_i = valor de cada resposta
- Ranking Médio (RM) = $MP/(NS)$
 - NS = n° de sujeitos

A partir desse procedimento, quanto mais próximo de 5 o RM estiver, maior será o nível de satisfação dos

Figura 2: (a) Demonstração de Espectrômetro caseiro com CD-ROM como Rede de Difração; e (b) Estrutura de PVC coberta com Elastano para simular a Curvatura do Espaço-Tempo



(a)



(b)

estudantes e quanto mais próximo de 1 menor o nível de satisfação.

O primeiro aspecto da avaliação foi sobre o *Tema* que obteve um valor RM que traduz o nível de satisfação de **4,7** indicando uma satisfação com os tópicos abordados e revelando o interesse pelos mesmos. Esse aspecto foi investigado a partir de quatro itens: *Pertinência do conteúdo em relação à proposta apresentada*, o RM foi de **4,4** apontando que ou os conteúdos apresentados superaram as expectativas dos estudantes; *Abordagem do tema em relação às minhas expectativas* o RM igual a **4,2** associada a complexidade, podendo ser interpretado como reflexo da falta de definição e abordagem de tópicos de Física Moderna e Con-

Figura 3: Apresentação do Monólogo de Albert Einstein



temporânea no Ensino Médio das escolas públicas no Brasil como apontado por Ostermann e Moreira (2000); **Importância do tema na sua formação intelectual** o valor foi de **4,8**, associado como essencial, o que revela que os assuntos abordados, juntamente com as atividades e os debates colaboraram, de alguma forma, para uma ampliação na visão da Física e da Ciência dos estudantes; finalmente, para a **Qualidade do material disponibilizado**, o índice foi de **4,1** revelando que os estudantes consideraram que houve uma sintonia entre as atividades escolhidas e a forma de apresentá-las.

O segundo aspecto da avaliação foi sobre o **Professor** avaliado a partir de cinco aspectos: **clareza na exposição do tema e conhecimento do assunto**, cujo RM de ambos foi de **4,4** revelando a segurança do professor em relação ao tema abordado; **Utilização do tempo dedicado à exposição** o valor foi de **4,2** sinalizando que o tempo disponível nos encontros foi bem explorado; **Empatia com os alunos**, o RM foi de **4,5** expressando a atenção e sintonia da postura do professor com os alunos; **Utilização de recursos audiovisuais e Pontualidade** às aulas os rankings médios foram **4,4** e **4,8** respectivamente, revelando a habilidade do professor na articulação instrumental para a apresentação do conteúdo da disciplina e compromisso com o planejamento da mesma.

O terceiro e último aspecto foi a **Auto-avaliação do Aluno** avaliado em a partir de 2 itens: **Frequentei e acompanhei com empenho a aula** que pode ser entendido como o engajamento do aluno, o RM foi de **4,0**, que pode ser considerada bom e atribuído ao dinamismo dos encontros que demandou a contínua realização de atividades práticas; **Tenho experiência e conhecimento anterior sobre o assunto exposto** o valor foi de **1,8** revelando a falta de conhecimento e experiência na temática da disciplina, que de alguma forma corrobora o relato de Oliveira e Miyahara (2014) que apontam que

Figura 4: Construção da Linha do Tempo sobre a vida de Einstein articulada a eventos no Brasil e no mundo ao longo do semestre



a Física Moderna e Contemporânea não é devidamente abordado na Ensino Médio.

Uma pergunta final foi apresentada aos alunos, **O conjunto tema, professor e abordagem me motivaram** obtendo um RM de **4,5**, revelando uma avaliação e balanço geral bastante positiva por parte dos alunos para o conjunto da ação de divulgação científica traduzida na disciplina eletiva.

4.4 Quarto Movimento: Análise do levantamento realizado com os alunos quatro meses após o término da disciplina

Após 4 meses do término, já no ano letivo de 2019, os alunos que frequentaram a disciplina eletiva foram convidados a responderem um questionário com duas perguntas. A primeira solicitava que escrevessem 5 ou mais palavras que expressassem a sua visão e experiência na eletiva **Maura Abaurre nos 100 anos do Eclipse Solar de Sobral**. A segunda que fizessem uma representação gráfica de um eclipse solar. No total, 20 estudan-

Figura 5: Nuvem de palavras criadas a partir das citações dos estudantes



tes responderam o questionário e a análise das respostas é apresentada a seguir.

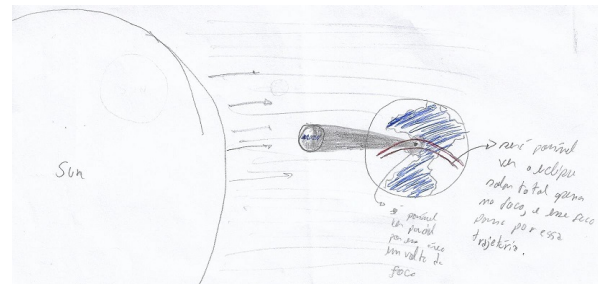
A análise das palavras coletadas foi realizada com a utilização da word cloud - nuvem de palavras, uma técnica que hierarquiza visualmente citações, tais como, as 100 palavras coletadas dos estudantes. A Figura 5 apresenta o resultado dessa análise. Na nuvem de palavras destacam-se as citações: *informativa*, *culto*, *ciências*, *complexa* e *divertida*. A disciplina eletiva foi organizada com o objetivo geral de abordar histórica e cientificamente o Eclipse Solar de Sobral. A citação *informativa* indica a natureza da eletiva que foi planejada como uma ação de divulgação científica. A citação *culto* pode ser associada ao fascinante brilhantismo intelectual de Albert Einstein e a revolução cognitiva provocada ao conhecimento humano. A indicação de *ciências* deve-se natureza das atividades apresentadas e discutidas ao longo dos encontros. *Complexa* pode ser associada ao teor da discussão dos conceitos de Velocidade, Espaço e Tempo e a curvatura do Espaço-Tempo provocada pela massa do corpo. Observam-se, ainda, distintas palavras de menor importância citadas pelos estudantes e, dentre elas, pode-se destacar a citação *divertida* que pode ser associada à maneira que a disciplina foi organizada e desenvolvida.

Em relação às representações gráficas do eclipse solar, estas puderam ser organizadas em 4 categorias conforme descrição que segue.

A Categoria I inclui representações gráficas conceitualmente articuladas onde as regiões de eclipse total e parcial são adequadamente desenhadas, incluindo a trajetória do fenômeno astronômico na superfície da Terra. Do total de 20 alunos que responderam ao questionário, 4 apresentaram essa representação, revelando um entendimento apurado e detalhado do fenômeno e um certo

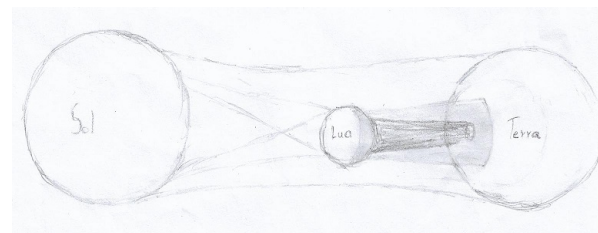
censo de escala do sol, terra e lua conforme mostra a Figura 6.

Figura 6: Representação Gráfica Eclipse Solar – Categoria I



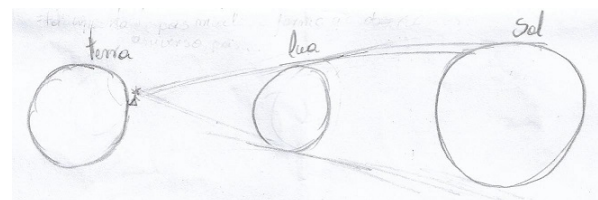
A Categoria II teve 5 alunos que também representaram as regiões de eclipse total e parcial sem, no entanto, desenhar a trajetória do fenômeno e revelando um menor censo de escala do sol, terra e lua conforme Figura 7.

Figura 7: Representação Gráfica Eclipse Solar – Categoria II

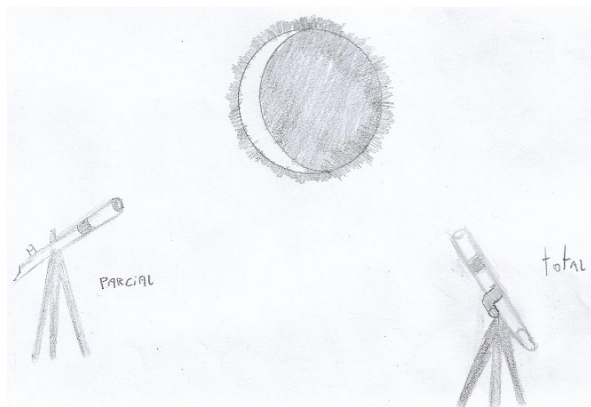


A Categoria III incluiu a representação de 8 alunos que, embora tenham desenhado adequadamente as posições relativas dos astros envolvidos, não detalham as regiões de eclipse solar total e parcial na superfície da terra, nem mostra a trajetória do fenômeno, além de revelar dificuldades com a escala conforme Figura 8.

Figura 8: Representação Gráfica Eclipse Solar – Categoria III



A Categoria IV inclui 3 alunos com uma curiosa representação do eclipse solar que revela o olhar de alguém posicionado na superfície da terra, não sendo representado a posição e escalas dos astros envolvidos nem a trajetória do eclipse conforme Figura 9.

Figura 9: Representação Gráfica Eclipse Solar – Categoria IV

5 CONCLUSÃO

Contar a história do Eclipse de Sobral ocorrido em 29 de Maio de 1919 com um enfoque histórico, científico e cultural e, a partir daí, apresentar a vida e a obra de Albert Einstein (KNOBEL; SCHULZ, 2010), os desdobramentos científicos e culturais que sucederam a observação do fenômeno astronômico e ter a oportunidade de introduzir um tópico da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio foi uma experiência de enorme valia, tanto para os alunos quanto para o professor da disciplina eletiva. O conhecimento da Física, incorporado à cultura e integrado ao contexto tecnológico, é parte indispensável da educação científica e tecnológica para a formação da cidadania contemporânea e o Eclipse Solar de Sobral constitui-se, assim, em um exemplar de tema transversal para a Educação Básica.

O enfoque voltado para divulgação científica de um tema curioso, instigante e, ao mesmo tempo complexo e desafiante, tal como, as ideias de Einstein, a partir da observação de um fenômeno astronômico permite uma abordagem mais leve e ao mesmo tempo possível de promover o envolvimento do aluno e leva-lo a uma compreensão e articulação mínima dos tópicos abordados.

A disciplina eletiva, diferente das outras que compõem a base comum, tais como, física, matemática, química, não possuem uma nota de aprovação e a escolha e a participação do aluno são provenientes da sua autonomia. Assim, a frequência superior a 75% pode ser entendida como um indicativo do dinamismo de toda a estrutura básica (dos 16 encontros apresentada no Tabela 2. As imagens da culminância da eletiva, Figuras 1, 2, 3 e 4, revelam o quanto os estudantes foram *sujeitos e objetos* de todo o processo de desenvolvimento das atividades propostas na disciplina. Para o professor

da eletiva, dialogar com os estudantes sobre o Centenário do Eclipse Solar de Sobral e, conseqüentemente, sobre a vida e a obra de Albert Einstein com o foco na divulgação científica constituiu-se em um significativo aprendizado de uma nova perspectiva que demandou uma dedicação, aprofundamento e busca de formas alternativas de ministrar as aulas.

Os resultados da avaliação dessa disciplina eletiva apontam para o fato de que uma abordagem voltada para a divulgação científica de tópicos de Física Moderna e Contemporânea, por ser atual e em ressonância com o cotidiano dos alunos, pode contribuir para promover a atualização curricular, motivação dos alunos e relativizar a abordagem excessivamente formal encontrada na prática de professores de Física da Educação Básica. Nesse contexto, a proposta de criação de disciplinas eletivas revela-se uma alternativa de implementação de atividades para escolas de tempo integral prevista por lei, pelo Ministério da Educação, além de se constituir em uma iniciativa inovadora voltada para a melhoria do Ensino das Ciências no Ensino Médio e da Educação de Qualidade.

Para finalizar, os resultados relatados revelam que a estruturação, organização e a oferta de uma proposta dessa natureza podem contribuir para despertar a curiosidade dos alunos, demonstrando que a Física é um empreendimento humano além de apresentar e introduzir o mundo da pesquisa atual em Física e da Ciência de modo geral. Para o professor, é mais instigante e motivador engajar em uma proposta que o leva a atualização dos conteúdos a serem ensinados. O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático, neste caso a disciplina eletiva "*Maura Abaurre nos 100 anos do Eclipse de Sobral*".

REFERÊNCIAS

- AGOSTIN, A. D. **Física moderna e contemporânea: com a palavra professores do ensino médio.** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. 112 p.
- BISCH, S. M. **Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e Conteúdo do Conhecimento de Estudantes e Professores.** Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. 301 p.
- BRASIL. **Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Brasília, 1996.

- _____. **PCN+ Ensino médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília, 2002.
- _____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília, 2006.
- CRUZ, R. S. D.; GUERRA, A. Tópicos de física moderna e contemporânea no ensino fundamental. In: **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física.** Vitória - ES: SBF1, 2009.
- FERRACIOLI, L. Albert einstein: ciência, cultura e arte. In: KNOBEL, M.; SCHULZ, P. (Ed.). **Einstein: muito além da relatividade.** São Paulo: Instituto Sangari, 2010. p. 19–33.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- KNOBEL, M.; SCHULZ, P. **Einstein: muito além da relatividade.** 1. ed. São Paulo: Instituto Sangari, 2010.
- LANGHI, R. Educação em astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física,** Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 28, n. 2, p. 373–399, 2011.
- LEITE, C. **Formação do Professor de Ciências em Astronomia: Uma Proposta com Enfoque na Espacialidade.** Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) — Universidade de São Paulo. São Paulo, São Paulo, 2006. 274 p.
- LIJNSE, P. Didactical structures as an outcome of research on teaching–learning sequences? **International Journal of Science Education,** Taylor & Francis, v. 26, n. 5, p. 537–554, 2004.
- LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes.** 1932. Archives of psychology.
- LORDÊLO, F. S.; PORTO, C. de M. Divulgação científica e cultura científica: Conceito e aplicabilidade. **Revista Ciência em Extensão,** v. 8, n. 1, p. 18–34, 2012.
- MACHADO, D. I.; NARDI, R. Construção e validação de um sistema hipermédia para o ensino de física moderna. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,** v. 6, n. 1, p. 90–116, 2007.
- MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education,** Taylor & Francis, v. 26, n. 5, p. 515–535, 2004.
- MONTENEGRO, B. **Monólogo de Albert Einstein.** Fortaleza, 2002. Disponível em: <<http://www.searadaciencia.ufc.br/arte/teatro/monologos/einstein.htm>>. Acesso em: 28 ago. 2018.
- MOREIRA, I. C.; MASSARANI, L. Aspectos históricos da divulgação científica no brasil. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (Ed.). **Ciência e Público: caminhos da divulgação científica no Brasil.** Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural da Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004. p. 43–64.
- OLIVEIRA, L. H. **Exemplo de cálculo de Ranking Médio para Likert. Notas de Aula. Metodologia Científica e Técnicas de Pesquisa em Administração.** Dissertação (Mestrado em Adm. e Desenvolvimento Organizacional) — PPGA CNEC/FACECA, Varginha, 2005.
- OLIVEIRA, R. L.; MIYAHARA, R. Y. Os desafios da escola pública paraense na perspectiva do professor pde “física moderna e contemporânea: Propostas de trabalho aplicadas no ensino médio”. **Cadernos PDE,** v. 1, n. 1, p. Paraná, 2014.
- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”. **Investigações em ensino de ciências,** v. 5, n. 1, p. 23–48, 2000.
- PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R. d.; ROMERO, T. R. **Física em contextos: pessoal, social e histórico.** 1. ed. São Paulo: FTD, 2011. v. 1. 2 p.
- PORTO, C. M. **Um olhar sobre a denição de cultura e de cultura científica.** 1. ed. Bahia: Editora Universidade Federal da Bahia, 2011. 93–122 p.
- RENNER, G. L. P.; KRUEGER, C. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: Um estudo acerca dos fatores que interferem na aplicação dos conceitos em sala de aula.** 2016. Disponível em: <<http://www.sinect.com.br/2016/selecionados.php>>. Acesso em: 10 mai. 2019.
- TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de

2º grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**,
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 9,
n. 3, p. 209–214, 1992.

VOGT, C. De ciências, divulgação, futebol e bem-estar cultural. In: PORTO, C. d. M. (Ed.). **Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas**. 1. ed. Salvador: EDUFBA, 2011. p. 7–17.