



ELEMENTOS DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA EM UMA PROPOSTA SOBRE FÍSICA DE PARTÍCULAS BASEADA NO MÉTODO DBR-TLS

*ELEMENTS OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL LITERACY IN A PARTICLE PHYSICS
PROPOSAL BASED ON THE DBR-TLS METHOD*

Sebastião Rodrigues-Moura

Doutorando em Educação em Ciências e Matemática

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

sebastiao.moura@ifpa.edu.br

Alexandre Guimarães Rodrigues

Doutor em Física

Universidade Federal do Pará

alexgr@ufpa.br

Licurgo Peixoto de Brito

Doutor em Geofísica

Universidade Federal do Pará

licurgo@ufpa.br

Resumo

Neste artigo, parte de uma investigação ampla, buscamos compreender em que termos emergem elementos da Alfabetização Científica e Técnica (ACT) a partir da implementação de uma sequência didática sobre Física de Partículas com abordagem no método DBR-TLS para estudantes do Ensino Médio. A experiência foi desenvolvida em uma escola pública do estado do Pará, Brasil, durante a qual foram registradas ocorrências relevantes em um diário de docência e os estudantes produziram *webfólios* sob a orientação pedagógica do professor: dois instrumentos que compuseram o material empírico analisado à luz da referência ACT com base na Análise Textual Discursiva (ATD). Com foco qualitativo, foram identificados cinco eixos analíticos, cuja análise da produção dos alunos pôde revelar elementos técnicos e científicos, históricos, epistemológicos, midiáticos, científico-tecnológicos, sociais, financeiros, tecnológicos, econômicos, sócio-políticos, bem como a qualidade na produção de estudantes e seu engajamento na proposta, muito além do que se esperava nesse nível de educação, o que reforça a expectativa de que uma sequência didática adequadamente planejada.

Palavras-chave: Física de Partículas; Alfabetização Científica e Técnica; método DBR-TLS.

Abstract

In this article, part of a larger investigation, we seek to understand in which terms elements of Scientific and Technical Literacy (STL) emerge from the implementation of a didactic sequence on Particle Physics with approach in the DBR-TLS method for high school students. The experience was developed in a public school in the state of Pará, Brazil, during which relevant occurrences were recorded in a teaching diary and the students produced webfolios under the pedagogical guidance of the teacher: two instruments that composed the empirical material analyzed in the light of the STL reference based on Discursive Textual Analysis (TDA). With a qualitative focus, five analytical axes were identified, whose analysis of the students' production could reveal technical and scientific elements, historical, epistemological, media, scientific-technological, social, financial, technological, economic, socio-political, as well as the quality in the production of students and their engagement in the proposal, far beyond what was expected in this level of education, which reinforces the expectation that a didactic sequence adequately planned.

Keywords: Particle Physics; Scientific and Technical Literacy; DBR-TLS method.

1 INTRODUÇÃO

A produção científica de pesquisadores em Educação em Ciências e, em particular, no ensino de Física de Partículas destaca a inserção dos conteúdos considerados tradicionais que o currículo apresenta durante o Ensino Médio (BROCKINGTON, 2005; SIQUEIRA, 2006; KNEUBIL, 2013; NICOLAU-JUNIOR, 2014; COSTA, 2015) e expõem posturas didáticas para a mudança no currículo escolar, por meio da inclusão de temas atuais da ciência capazes de motivar tanto os estudantes como os professores a um novo panorama educacional.

Muito se debate acerca da inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio, seja para compreender o mundo criado pelo homem contemporâneo, pela formação cidadã dos estudantes neste nível de ensino, por reconhecer a Física como uma ciência humana, seja para entender as tecnologias modernas e até mesmo conduzir os estudantes a uma nova visão de mundos mais abrangente e transformadora.

Apresentamos neste artigo os resultados de uma proposta -testada, analisada e aprimorada- de uma sequência didática, tomando como base a abordagem do método DBR-TLS (*Design-Based Research - Teaching-Learning Sequences*) que traz o rigor do planejamento, da experimentação e da análise, para o replanejamento no contexto da pesquisa em ensino (logo, vai além da simples elaboração de um produto para fins de aplicação em sala de aula) e implica em práticas diferenciadas para auxiliar o professor que busca diversificar, com segurança, sua dinâmica de trabalho pedagógico.

Refletir sobre estruturas didáticas que propiciam uma contribuição pedagógica satisfatória para o processo de aprendizagem de temas atuais do campo da Física nos fez pensar em atividades com recursos didáticos diversificados, não apenas como pesquisadores, mas como professores capazes de pensar sobre a própria prática. O primeiro desafio enfrentado foi o esboço de estratégias didáticas capazes de criar em estudantes múltiplas possibilidades de apreensão de conhecimento, visando questões para discussões pertinentes, a fim de despertar uma visão de mundo mais crítica, valorizar a prática da vida, bem como a inserção na sociedade como sujeitos participativos e intervenientes da própria realidade.

Por que não ensinar conteúdos de Física, já que são tão instigantes, motivadores e vinculados à vida cotidiana? Esta posição modifica radicalmente o pensamento sobre a ciência básica ensinada nas escolas e permite ao aluno relacionar os fenômenos com os processos científicos e suas implicações humanas e sociais. Assim, a nossa proposta leva para a sala de aula o conteúdo da Física de Partículas com atividades diversificadas, para que os estudantes compreendam como se estabelece a pesquisa básica e suas aplicações para a sociedade.

Dentro da perspectiva da elaboração da sequência didática, nossos interesses colocados em pauta foram baseados em perspectivas que se caracterizaram pela produção de: (i) um material com potencial para diversificar a prática pedagógica do professor; (ii) um conteúdo que valoriza a atualização curricular da Física no Ensino Médio para atender às necessidades dos estudantes; e, (iii) um conjunto de atividades intervencionistas bem pesquisadas de forma empírica e adaptável às expectativas do contexto educacional.

Essas três possibilidades iniciais de construção do material didático permitiram o desenvolvimento de ações educacionais capazes de aproximar os estudantes aos conceitos de Física de Partículas em um curto período de aulas de poucas semanas, estabelecendo uma relação com conteúdos integrados e atividades diversificadas, como propõe o método DBR-TLS. Do exposto, ancoramo-nos a orientar a proposta frente ao objetivo de compreender em que termos emergem elementos da ACT a partir da implementação de uma sequência didática

sobre Física de Partículas com abordagem no método DBR-TLS para estudantes do Ensino Médio.

2 O MÉTODO DBR-TLS ALINHADO À ACT

As estruturas didáticas, para o ensino e a aprendizagem de ciências baseadas em *design*, ressoam em todas as formas, modelos e propostas no trabalho acadêmico, mas muitas ainda estão restritas a acadêmicos e não alcançam efetivamente a sala de aula. A fim de trazer novas estruturas da pesquisa aplicada, várias metodologias são baseadas no *design*, como apresentamos a abordagem DBR (*Design Based Research*), termo que expressa ‘pesquisa baseada em projetos’, ou ‘ciências baseadas em projetos’, ou simplesmente ‘ciências de projeto’.

Sua origem remonta ao ano de 1969, no contexto norte-americano, do trabalho publicado por Hebert Simon intitulado *The Sciences of Artificial*, no qual o autor trata as Ciências Naturais e os distingue de artificiais, que são desenvolvidos através de um *design*. O termo *Design Based Research* foi introduzido na área educacional, na década de 90, nos artigos de Ann L. Brown (1992) e Allan Collins (1992), à medida que as experiências desenvolvidas como um meio de treinamento para realizar pesquisas, testar e refinar projetos com base em princípios de *design*, como intervenções sobre quando, como e para aqueles que podem trabalhar. Apesar de fazer mais de décadas, a pesquisa com abordagem DBR (DRB COLLECTIVE, 2003) chamou a atenção dos pesquisadores na área de educação em ciências, contendo características peculiares desde o planejamento até sua implementação no contexto real da sala de aula.

Com a intenção de dinamizar a sequência didática, apropriamos-nos também de uma abordagem conhecida como TLS (*Teaching-Learning Sequences*), que representa um conjunto operacional de atividades que estruturam uma sequência de ensino e aprendizagem flexível e adaptável a outras situações, dentro de cada realidade. É capaz de gerenciar produtos educacionais mais sistematizados para elaboração e evolução de intervenções educacionais, não apenas com o objetivo de propor soluções para problemas complexos de prática escolar, mas na perspectiva de projetar, implementar e avaliar a estrutura didática, com base empírica, com inter-relações entre o processo de ensino- aprendizagem de determinado conteúdo, sujeito a adaptações, dependendo das circunstâncias.

O termo TLS surge no contexto europeu de pesquisa educacional aplicado a partir dos trabalhos desenvolvidos por Lijnse (1995) sobre sequências didáticas que abordam tópicos específicos da ciência, elaborando produtos para a implementação da sala de aula e toda a metodologia envolvida no processo que engloba sua posterior avaliação. Nesses termos, o pesquisador é um sujeito ativo, ao longo do processo de implementação da TLS, criando ideias inovadoras para o contexto escolar e disposto a colocá-las em prática.

A abordagem TLS vai além da elaboração simples de um produto educacional para as vantagens específicas. É um método de implicações em práticas diferenciadas, que estão aliadas, desde o momento em que se decida trabalhar com determinado conteúdo, às possíveis intervenções pedagógicas, durante o processo de elaboração de atividades, ao próprio referencial teórico adotado na proposta, bem como ao uso de teorias de ensino- aprendizagem que contribuam para os procedimentos e atitudes a serem estabelecidos.

Propostas de pesquisa com abordagem DBR-TLS tomadas como aportes teórico-metodológicos, ao longo de seu processo, não se restringem a teorias específicas relacionadas ao processo de ensino- aprendizagem, mas, por sua vez, se apoiam em teorias maiores - que

podem ser trabalhadas em conjunto- e interativas, permitindo que o professor-pesquisador se adapte de acordo com a realidade de sua dinâmica de trabalho. Diante desse fato, propomos um alinhamento desta abordagem, com foco nos elementos da ACT, por possuir elementos bastante coerentes para o escopo educacional, com a defesa de formação de cidadãos conscientes ante os impactos da ciência e dos meios tecnológicos.

Dessa forma, há a necessidade de os estudantes refletirem sobre questões, pressupostos, valores, objetivos, metas e limitações da ciência para com a sociedade, haja vista que a ACT valoriza o conhecimento razoável de determinados temas e sua importância científica, gerando consciência própria nos estudantes, para entender a cultura e a sociedade com objetivos humanistas ligados ao social, ao econômico e ao político, visando a formação do cidadão (FOUREZ, 1994; 2003). Chassot (2000) assegura que a ACT é uma dimensão para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida, envolvendo um conjunto de conhecimentos que visam capacitar o indivíduo para fazer uma leitura de mundo, possibilitando o entendimento e a tomada de consciência para se fazer parte de um meio no qual está inserido.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Pelo fato de analisar variadas relações que os estudantes fazem, para a construção de conhecimentos, apostamos na Pesquisa Qualitativa (GODOY, 1995) como opção metodológica da investigação. Dentre as características da pesquisa qualitativa, identificamos nessa abordagem elementos essenciais que embasam a nossa pesquisa, como (i) o ambiente natural como fonte de investigação que nos permitiu utilizar a própria sala de aula como espaço de pesquisa; (ii) o pesquisador com papel fundamental em todo o processo da pesquisa e com isso, o desempenho da mediação/orientação feita como um elemento ideal para o êxito da proposta; (iii) o caráter descritivo de análise da aplicação da sequência didática com enfoque indutivo no qual o professor-pesquisador pode interpretar a produção dos estudantes; (iv) a importância estabelecida pelos estudantes sobre o tema em estudo associando à sua vida, surgindo no contexto como uma preocupação proposta pelo professor-pesquisador; e, (v) a relação espaço-tempo na aplicação da sequência didática instituída na proposta do professor-pesquisador.

A sequência didática foi implementada em uma turma regular da série final do Ensino Médio de uma escola pública do município de Irituia, nordeste do estado do Pará, Brasil. Trata-se de uma escola pública estadual¹ que atende em três turnos e contava com cerca de 1033 estudantes do 6º ao 9º ano do ensino fundamental, 141 estudantes do ensino fundamental na Educação de Jovens e Adultos (EJA) e 630 estudantes do 1º ao 3º ano do Ensino Médio.

Selecionamos uma turma do turno vespertino que continha 33 estudantes, sendo que apenas 30 estudantes se propuseram a participar da pesquisa, o que representa uma boa amostragem para a implementação da sequência. Os demais asseguraram que não gostariam de colaborar por terem outras prioridades, logo, mantendo um bom *quórum*, seguimos com a proposta de pesquisa. Visando estimular a interação entre pares nas situações de aprendizagem e também para que não gerasse um volume grande de dados que poderiam dificultar a análise e o tratamento das informações pela questão de tempo e problemas de execução, sugerimos à

¹ Os dados constantes neste parágrafo representam a realidade informada e fazem referência ao Censo Escolar 2016, publicado e oficializado pelo Ministério da Educação.

turma que montassem grupos de até cinco estudantes, para que ficassem bem integrados, formando equipes de trabalho.

Durante a implementação, foram realizados dois encontros semanais nas segundas e quintas-feiras, no horário normal de aulas da turma, e na quinta nas três últimas aulas vagas. A turma notificou sobre a disponibilidade de horário em outro dia da semana, garantindo e se responsabilizando por construir os webfólios nos demais dias, inclusive aos finais de semana, caso fossem orientados sempre que precisassem. Dessa forma, acordamos a proposta com a maioria da turma, solicitando assiduidade, pontualidade e o compromisso de frequência durante toda a atividade, ficando sob o controle do professor-aplicador, primeiro autor deste artigo, a regularidade de participação das equipes nas atividades propostas.

4 TRATAMENTO DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Um dos instrumentos de registros feitos para a coleta de dados sobre a implementação da sequência didática sobre Física de Partículas foi o diário de docência, no qual fizemos anotações e informações sobre o andamento da pesquisa, algumas observações e reflexões geradas em conversas informais com os estudantes, a postura didática cotidiana, bem como as estratégias de ensino utilizadas.

O diário de docência é um instrumento utilizado para anotar as observações de regência durante a aplicação da sequência didática, bem como registrar impressões e diálogos com os estudantes sobre a pesquisa, os recursos didáticos usados, o material entregue às equipes, assim como as indagações, dúvidas e respostas dos estudantes sobre determinado assunto. Similar ao diário de campo, apresenta a funcionalidade de descrever o andamento da ação docente e os acontecimentos da vivência com a turma, para detalhar de forma precisa a postura na investigação-ação sobre o processo de ensino e a aprendizagem dos estudantes.

Portanto, o diário de docência apresenta uma síntese sobre os acontecimentos práticos que ocorreram na investigação/ação da implementação da proposta didática, para aqui analisar os fragmentos obtidos e encaminhar a dinâmica de trabalho. Não usamos a metodologia da ATD pelo fato de os comentários servirem mais para descrever como se deu o desenvolvimento e a implementação da sequência.

A sequência didática foi organizada em seis lições e, para cada lição, apropriamo-nos da ideia de os estudantes produzirem *webfólios* sob orientação mediada, dentro das perspectivas dos conteúdos a serem explorados e a serem postados em um *blog* educativo. A partir deste *blog*, foi feita a coleta dos registros dos *webfólios*. O *blog* foi essencial para permitir uma discussão entre os estudantes e também para postarem nele as questões para reflexão acerca das indagações presentes nas lições, sendo bastante flexível de modo a aceitar novas indagações a serem propostas.

A Educação em Ciências vem se apropriando de métodos procedimentais de análise textual como um processo qualitativo de pesquisa e nesse viés a proposta de Moraes e Galiazzi (2011) sobre a ATD se encaixa com muita presteza à análise dos *webfólios* elaborados pelos estudantes, a partir do empenho dos mesmos numa perspectiva de ensino de Física que busca promover a ACT. Assim, analisamos os *webfólios* seguindo as orientações da ATD e de forma coerente com a abordagem DBR-TLS acerca das produções dos estudantes, a fim de interligar o processo de descoberta e construção de elementos significativos do enfoque da ACT, por meio dos dados obtidos e as informações presentes nestes instrumentos para correlacionar com

outros fenômenos e discursos de uma aprendizagem consistente com as tendências atuais de ensino de Ciências/Física.

Para o tratamento dos dados e análise dos resultados, usamos os referenciais da ATD, para estruturar a investigação-ação em algumas etapas, visando contemplar o *corpus* da pesquisa. Após leituras incessantes em busca de elementos comuns nos *webfólios*, para evitar problemas comuns ortográficos e o uso de dados não confiáveis, ocupamo-nos em fazer (i) uma releitura dos *webfólios*, (ii) desconstruir os textos para fragmentá-los em elementos comuns, (iii) registrar as unidades em eixos de análise, (iv) categorizando-os, e (v) fazendo uma fundamentação na argumentação das análises estabelecidas nos *webfólios*.

Diante das leituras nos *webfólios*, verificamos algumas palavras comuns nos textos desenvolvidos pelos estudantes e isso facilitou a desconstrução destes textos, dos quais extraímos as questões mais recorrentes por lição (Tabela 1), para assim poder atribuir mais sentido à análise e relacionar categorias e eixos analíticos que surgem a partir da produção do conhecimento dos estudantes.

Tabela 1: Questões mais recorrentes por lição

Equipes	Lições				
	L1 ²	L2	L3	L4	L5
<i>Aram Partículas</i> ³	Q2 ⁴	Q1	Q2	Q3	Q2
<i>Einsteins das Partículas</i>	Q1	Q6	Q4	Q4	Q5
<i>Fisiloucos por Partículas</i>	Q1	Q3	Q6	Q4	Q3
<i>Partículas Chamosas</i>	Q2	Q2	Q6	-. ⁵	-
<i>Web Partículas</i>	Q1	Q3	Q1	Q1	Q3
<i>Partículas Top</i>	Q1	-. ⁶	-	-	-

Fonte: Elaborada pelos autores

Diante dessa situação, organizamos cinco eixos de análise, os quais emergem como categorias finais de análise dos *webfólios*, a partir das questões escolhidas pelas equipes, e que foram identificadas com maior recorrência por lição, a fim de sistematizar o volume de dados e não dificultar o tratamento das informações. De cada eixo de análise, encontramos os elementos com características da ACT que coadunam com o nosso objetivo de pesquisa.

A partir da Tabela 1, que apresenta as questões mais recorrentes identificadas nos *webfólios* em cada lição, pudemos estabelecer relações de pesquisas com as quais emergiram os eixos analíticos e pudemos também identificar os elementos da ACT, discorrendo sobre cada um, como segue a Tabela 2.

² L1 é o código para definir a Lição 1 da sequência didática e assim sucessivamente para demais.

³ Os estudantes tiveram autonomia para definir uma nomenclatura para as suas equipes, desde que estivesse relacionada ao tema estudado.

⁴ Q1 é o código para definir a Questão 1 de cada lição da sequência e assim sucessivamente para demais

⁵ Alguns membros dessa equipe passaram no vestibular e os que ficaram, sob a orientação do professor-pesquisador, não quiseram dar continuidade ao desenvolvimento dos *webfólios*.

⁶ Essa equipe ainda participou da Lição 1, mas durante a aplicação da Lição 2, nos avisaram que houve atritos entre os membros e gostariam de terminar a equipe inicial, dando continuidade à pesquisa em outras equipes.

Tabela 2: Eixos de análise e categorias desenvolvidas a partir dos *webfólios*

Configuração das questões	Eixos de análise	Categorias / Elementos da ACT
Q1L1 ⁷	A <i>World Wide Web</i> e a <i>internet</i> são aplicações tecnológicas distintas	a) Aspectos técnico-científicos b) Aspectos etimológicos
Q3L2	As “verdades absolutas” da ciência	a) Aspectos históricos b) Aspectos epistemológicos
Q6L3	Todo investimento financeiro nas pesquisas científicas é necessário para toda a sociedade	a) Aspectos tecnológico-sociais b) Aspectos financeiros c) Aspectos científico-tecnológicos
Q4L4	O Brasil e os interesses no entorno do CERN/LHC ⁸	a) Aspectos político-econômicos
Q3L5	Investimentos, novas partículas e os desafios das descobertas científicas	a) Aspectos sociais b) Aspectos midiáticos

Fonte: Elaborada pelos autores

Para esta análise, pudemos identificar elementos com características peculiares e com potenciais aspectos da ACT. Assumimos que esses elementos são acolhidos como categorias de análise, internas a cada eixo, por terem emergido do referencial de ACT integrado ao material empírico, como admite a ATD. A partir de cada eixo de análise expostos na Tabela 2, pudemos discorrer sobre a construção de conhecimento científico dos estudantes:

(I) A *World Wide Web* e a *internet* são aplicações tecnológicas com origem e funcionalidade distintas

Apesar de serem termos muito comuns na sociedade, as tecnologias da *World Wide Web* e da *internet* causam ainda uma série de confusões relacionadas à sua origem e funcionalidade. Pudemos notar que os próprios estudantes tinham essas dúvidas entre os termos que, apesar de estarem relacionados, não representam a mesma ferramenta. Desse eixo analítico extraímos dois elementos da ACT:

⁷ A configuração Q1L1 faz referência à Questão 1 da Lição 1, assim como as demais que seguem na Tabela 2.

⁸ Antigo acrônimo de *Conseil Européen para a Pesquisa Nucléaire*, no qual foi construído o maior trabalho de engenharia – o LHC, em inglês *Large Hadron Collider*, um acelerador de partículas capaz de analisar fenômenos de microescala ao macrocosmo.

a) Aspectos técnico-científicos

Alguns trechos dos *webfólios* produzidos pelos estudantes apresentam a relações entre a *World Wide Web* e a *internet*, já que as duas ferramentas ainda são comumente confundidas. Os estudantes da equipe Einsteins das Partículas constataram que

que tudo começa com o surgimento da internet durante a Guerra Fria, porque os militares americanos sentiram a necessidade de fazer trocas de informações seguras entre as bases; assim como ocorreu na criação da WWW (World Wide Web) no laboratório de física do CERN, já que este foi criado com o objetivo de compartilhar dados científicos entre máquinas. (EQUIPE EINSTEINS DAS PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

Da produção dos estudantes, observamos que existe um consenso entre essas ferramentas tecnológicas, conforme a sua origem e finalidade, como nos assegura Dumas (2014), enfatizando que, apesar de as pessoas acharem a *internet* uma ferramenta tão normal nos dias atuais, apesar de poucos conhecerem as razões de sua origem e finalidades, o mesmo acontece com a *World Wide Web*, que enriqueceu a primeira ao ser desenvolvido. Outra equipe sentiu-se despertada a tratar o tema de forma mais clara, mas lidando com as informações de modo bastante similar a anterior, enfatizando que

de acordo com nossas pesquisas, pudemos observar que a rede mundial de computadores, ou *internet*, **surgiu em plena Guerra Fria criado com objetivos militares, seria uma das formas das forças armadas norte-americanas de manter as comunicações em caso de ataques inimigos** que destruíssem os meios convencionais de telecomunicações [...]. Já a *World Wide Web* foi criada com o **objetivo de permitir acesso à internet de forma mais prática, com uma expansão bastante útil para os físicos**, pois seu criador, Berners-Lee, na época **procurava meios para solucionar o problema de perdas de dados de pesquisas** feitas no laboratório de CERN. (EQUIPE PARTÍCULAS CHARMOSAS, 2016, grifos nossos)

Apesar de mudarem a ordem lógica do texto, as equipes trouxeram informações bem precisas, principalmente pelo fato de usarem fontes de pesquisas confiáveis na *internet* e sempre acompanhadas pelo professor-pesquisador aplicador para evitar *sites* que fornecessem dados imprecisos e que não pudessem conferir com o conhecimento científico.

A partir de leituras e pesquisas que realizamos, pudemos observar que **a internet surgiu no auge da Guerra Fria para facilitar o meio informacional entre os militares [...]** enquanto a *WWW (World Wide Web)*, também conhecida simplesmente como *web* é **um sistema que armazena dados executados através da internet.** [...]. (EQUIPE WEB PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

Observamos que algumas equipes justificaram a escolha do assunto pelo fato de ficarem curiosas em relação ao tema e mostrar para as demais essa distinção existente. Fonseca-Filho (2007) afirma que a *internet* foi a área da computação que mais evoluiu na comunicação de dados e se espalhou muito rápido, sendo bastante popular. Já a *World Wide Web* foi desenvolvido por Berners-Lee como um modelo inicial, que usa suas outras criações como as *URLs*, o *HTML*, e o *HTTP*. Outra equipe destaca

Observamos que **a origem da WWW (World Wide Web) foi na Europa, em um laboratório de ciências pelo físico Tim Berners-Lee com o objetivo de compartilhar informações de ciência básica [...]. Já a internet foi desenvolvida**

pelos militares norte-americanos para manter as comunicações em caso de ataque. [...] (EQUIPE PARTÍCULAS TOP, 2016, grifos nossos)

As equipes compreenderam a distinção entre a *internet* e a *World Wide Web* relacionando sua origem e funcionalidade de forma clara. Paoliello e Furtado (2004) comentam que a *WWW* se expandiu muito na sociedade, quando associada ao uso de hipertextos, e que a evolução dos meios de telecomunicações influenciou diretamente na propagação da *internet*.

O próprio Berners-Lee (2001) define a *World Wide Web*, *Web* ou *WWW* como um espaço abstrato povoado por páginas, as quais estão interconectadas de texto, vídeos, imagens e animações com os quais todos podem interagir, e relata que é comum as pessoas ainda fazerem confusão na diferença desses termos, uma vez que a *World Wide Web* é esse universo imaginário e a *internet* onde se encontram os computadores. Acrescenta, além disso, que a *WWW* poderia ser um espaço mais criativo, mas, apesar de grandes problemas, se mostra muito feliz pela “incrível riqueza de material existente na *Web* e na diversidade de formas em que ele está sendo usado” (tradução nossa)⁹.

Tratamos, portanto, esse aspecto como um elemento da ACT em que os estudantes sabem distinguir e estabelecer a diferença entre um resultado científico e o que as pessoas propriamente dizem em sociedade, como nos aponta Fourez (1994; 2003) que tece valiosos argumentos sobre a apropriação da aprendizagem na promoção de uma cultura científica e tecnológica.

b) Aspectos etimológicos

Uma equipe foi além da discussão técnico-científica, trazendo outros conceitos e definições por considerarem o tema interessante com potencialidade para permitir uma discussão sobre o assunto, além de desencadear as dúvidas que muito intrigava.

Pudemos observar que a origem da WWW (World Wide Web) começa no ano de 1989 na Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear, mais conhecida como CERN, a partir da ideia de um físico britânico chamado Tim Berners-Lee, o qual propôs um projeto para a gestão de informações [...] e melhorar a execução das atividades. Já a Internet é uma rede mundial de computadores especiais conectando milhões de dispositivos de computação, que surgiu a partir de pesquisas militares no auge da Guerra Fria, na década de 1960 (mais exatamente no ano de 1969), a qual foi criada com fins militares pelos Estados Unidos [...]. É comum as pessoas não atentarem à diferença entre *internet* e *Internet* (com “i” minúsculo e maiúsculo), também confundindo *WWW* (ou *Web*) com *Internet*. Primeiro, destacamos que a *Internet*, com o “i” maiúsculo, representa a rede global e pública, ou seja, o conjunto de todas as redes, já a *internet*, com “i” minúsculo, representa o conjunto de redes de computadores interligadas, tais como redes particulares. (EQUIPE FISIOUCOS POR PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

Essa equipe trouxe, à tona, uma discussão interessante para melhor o entendimento do assunto sobre os referenciais a partir de um levantamento independente feito em suas pesquisas e tratavam a diferença entre os termos “*internet*” grafado com “i” maiúsculo e minúsculo, fazendo uma analogia entre a “*Internet*” como se fosse um *Shopping Center* e a “*internet*” como as várias lojas que compõem o *Shopping*. A turma achou muito interessante essa

⁹ Mais informações sobre o assunto estão disponíveis na página de Tim Berners-Lee no site da W3C (<https://www.w3.org/People/Berners-Lee/>). Versão em inglês.

informação, e pudemos observar que as demais equipes não observaram essa distinção. Os trechos grifados, nos registros dos *webfólios* produzidos pelas equipes, nos mostram que os estudantes conseguiram distinguir a origem da *WWW* com a da *internet*, bem como sua finalidade.

Para Nogueira e Ulbricht (2008), “a internet hoje representa um dos mais bem sucedidos exemplos dos benefícios da manutenção do investimento e do compromisso com a pesquisa para o desenvolvimento da informação” (p. 3) e a *WWW* representa uma parte importante da *internet*, constituído por recursos hipermidiáticos ligados entre si que podem ser visualizados e executados na própria *internet*, dando ampla liberdade às pessoas que podem usar ferramentas sem autorização prévia.

Embora apenas uma equipe tenha ido além, suscitando a categoria etimológica, vale a pena acatar essa análise para evidenciar o potencial que a sequência didática apresentou em estimular a busca independente por conhecimentos adicionais. Esse incentivo à autonomia é também propósito da ACT.

Mais que isso, Fourez destaca que a ACT não é propriamente uma série de conhecimentos a serem acumulados pelas pessoas, mas uma apreciação sobre o conhecimento científico e o sentido instrumental das tecnologias advindas da investigação prática de um fenômeno (1994; 2003). Nesse sentido, entender a diferença etimológica entre as mais variadas tecnologias garante o estímulo intelectual que elas suscitam, implicando em uma visão crítica e humanista da forma como essas tecnologias moldam o meio social que estamos inseridos.

(II) As “verdades absolutas” na ciência

Identificamos, nas reflexões produzidas pelos estudantes junto aos *webfólios*, uma tendência de análise muito consistente quando se fala em progresso científico, pois, segundo alguns destes estudantes, o que hoje é pregado pela ciência como “verdade absoluta”, amanhã pode ser refutado e novas leis/teorias ocupam o espaço daqueles para explicar novos fenômenos, muitas vezes, com maior detalhamento. Muito conhecimento científico é produzido por cientistas teóricos e experimentais, sobretudo para explicar fenômenos do nosso cotidiano, que são importantes para entendermos como a própria ciência se estrutura e se consolida.

Desse segundo eixo analítico, identificamos dois elementos da ACT dos quais os estudantes conseguiram refletir sobre essa discussão, como seguem.

a) Aspectos históricos

As equipes conseguiram trazer, em suas produções, um pouco de história da ciência para relacionar às suas reflexões, visando dar um tratamento maior sobre o motivo de aceitação ou não das pessoas sobre as teorias científicas.

Desde o princípio da ciência, encontramos relatos de não aceitação das explicações e métodos científicos, isso é normal, afinal, vivemos em sociedade e nem sempre concordamos facilmente. Um exemplo é o **heliocentrismo**, que foi questionado e abominado por aqueles que acreditavam que a Terra era o centro do Universo. **A história se repetiu quando começaram os primeiros estudos e teorias sobre o átomo.** (EQUIPE EINSTEINS DAS PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

De fato, os estudantes trazem consigo uma bagagem de informações bem estruturadas sobre a aceitação da ciência pela sociedade, principalmente pela análise dos modelos mencionados. Cabe discutir o heliocentrismo e as teorias atômicas, que deram uma verdadeira

reviravolta na sociedade, passaram por situações de testes constantes até uma maior aceitação sobre essas verdades pelas pessoas. Não foi e nem será uma tarefa fácil para os cientistas que buscam explicar os fenômenos naturais e, posteriormente, convencer as pessoas de que seus modelos explicativos estão corretos.

E, ao se tratar dessas “verdades absolutas” para a ciência, temos uma discussão interessante que cabe a nós destacar como esses termos instigaram os estudantes a saber e a refletir a respeito desses termos e sobre o que tem por trás dessas “verdades” na comunidade científica.

Diante de nossas pesquisas, observamos que **teorias não são fatos científicos, mas ideias aceitas por alguns cientistas**. Estas, às vezes, já passadas como “**verdades absolutas**”, **mas não são! São verdades pessoais** que, com o tempo e descobertas de outros fatos científicos, se tornam “pura tolice” ou, às vezes, comprovadas como verdade absoluta, **até indagarem novas proposições**. [...]. **As verdades da ciência persistem por um tempo, até que novos conceitos de informações sejam implantados**. (EQUIPE ARAM PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

Os termos assinalados trazem uma opinião muito pessoal sobre o que os estudantes refletiram sobre as “verdades absolutas” na ciência. De fato, a equipe supracitada posicionou-se sobre o que alguns cientistas acreditam ser verídico, porém todo o processo de descobertas e explicação de novos fenômenos são testados várias vezes para que sejam confirmados, mas tudo iniciou com as impressões pessoais de um ser humano como todos os outros, apesar de ter muita imaginação e ideias que podem explicar as hipóteses de todo o Universo. A princípio, as equipes indagaram-se sobre essas “verdades absolutas” na e para a ciência e por que elas não são tidas como absolutas, e, em seus relatos, demonstram que é possível obter outros resultados como novos estudos e pesquisas, surgindo novos métodos para contestar ou apresentar outras verdades a respeito de teorias e o que tem por trás dessas verdades, muitas vezes são “não absolutas”.

Diante do contexto da ACT, percebemos excertos implícitos sobre a relação que as equipes fazem com produção da ciência e da tecnologia ao longo da história, e Fourez afirma a necessidade de conhecer os aspectos históricos como processo de construção da própria humanidade, tornando uma habilidade do estudante essa compreensão para se fazer alfabetizado cientificamente (1994; 2003).

b) Aspectos epistemológicos

Outra equipe se questiona sobre a importância das “verdades absolutas” e os domínios da ciência, posicionando-se acerca do assunto.

Mas **o que é a “verdade absoluta”?** Eis uma questão que inquietou nossa equipe! **Talvez seja assunto para a filosofia ou para a religião, mas está definitivamente fora dos domínios da ciência**. Assuntos científicos são relacionados a fatos observáveis, fortalecer-se por evidência, **o método científico se ampara em fatos observáveis e tais fatos estão ligados a nossa capacidade ou a nossa curiosidade em compreendê-los**. Possamos assim exemplificar essa afirmação com **o modelo padrão das partículas elementares**. (EQUIPE WEB PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

Os estudantes se antecipam ao fazer referências a uma verdade tida como absoluta que é o modelo padrão das partículas elementares, apesar de ainda não ter tratado especificamente sobre o assunto. Aproveitando a oportunidade, relatamos que este modelo é uma das teorias

mais bem aceitas para explicar a estrutura da matéria, inclusive a própria origem do Universo, mas que até mesmo os cientistas ainda não aceitam como uma “verdade absoluta”, pois muito ainda há para ser feito e descoberto, no entanto, representa um grande salto da comunidade científica ao propor a explicação dos fenômenos relativos à matéria e ao universo.

Neste exemplo, observa-se a possibilidade despertada pela TLS para a discussão sobre a natureza do conhecimento, a epistemologia. Tal discussão em procedimentos tradicionais de ensino dificilmente afloram no nível médio, principalmente sob iniciativa de estudantes. Assim, evidencia-se o potencial indutor de autonomia e de discussão qualificada contido na sequência didática.

Diante dos resultados dos aspectos epistemológicos da ciência identificados nos *webfólios*, Fourez (1994; 2003) confirma a necessidade tanto de conhecer a origem da produção científica como as tecnologias, com a finalidade de compreensão de uma ciência provisória e sujeita a mudanças no decorrer da história, haja vista que uma situação-problema e informações estão sujeitas a alterações dependendo do acúmulo de novos estudos e pesquisas, assim como de interações sociais e históricas.

(III) Todo investimento financeiro nas pesquisas científicas é necessário para toda a sociedade

Desenvolvemos este eixo analítico pelo fato de os estudantes trazerem reflexões muito pertinentes sobre as aquisições bilionárias geridas pelo CERN e destinadas à própria ciência, para a busca de respostas sobre os fenômenos do cotidiano da sociedade.

De fato, muitas pessoas não apoiam investir tanto no CERN por acharem que esse laboratório de pesquisas está mais interessado em desvendar a estrutura da matéria e explicar a origem do Universo, porém muito se enganam. No terceiro eixo analítico, trazemos dois elementos da ACT, que discorreremos como segue:

a) Aspectos tecnológico-sociais

Os estudantes entenderam que todo esse investimento é necessário e traz diversos benefícios sociais, principalmente ao se falar do desenvolvimento de novas tecnologias.

Como sabemos, **a tecnologia é hoje a parte inerente da vida do ser humano** do modo que não conseguimos nos ver separado dela, que **pode ser aplicada em outras áreas como na medicina, na educação, na exploração do pré-sal aqui no Brasil e em grandes revoluções que é o caso da criação da WWW**. [...] (EQUIPE WEB PARTICULAS, 2016, grifos nossos)

A equipe supracitada discute, ainda, que se deve investir mais em ciência para produzir tecnologias que venham a beneficiar a sociedade em vários setores, enfatizam aplicações como na medicina, na educação e em campos petrolíferos que estão ligados a área econômica do país, e principalmente retomam a revolução que foi gerada após a criação da WWW. Além disso, não se pode prever que as tecnologias desenvolvidas podem trazer danos para a sociedade, como poderíamos pensar no mundo sem que os cientistas não buscassem revolucionar a tecnologia, sem pensar no que poderia vir a acontecer.

Apesar de as próprias equipes discutirem, na sala, sobre os benefícios e/ou malefícios que esse investimento pode trazer para a sociedade, a maioria se posiciona sempre sobre o ganho que as pessoas terão em diversos setores, como se vê pela reflexão da equipe a seguir.

Todo esse investimento é necessário, pois todo esse investimento tecnológico está ajudando futuros trabalhos e **desenvolvendo altas tecnologias** que poderá ajudar na **área da saúde**, [...] para **compreender fenômeno da natureza** e, até mesmo, **tratar vários tipos de doenças como o câncer, por exemplo**. (EQUIPE PARTÍCULAS CHARMOSAS, 2016, grifos nossos)

A equipe confirma, durante as discussões em sala, que de início estava com um pouco de dúvida e receosa sobre o tema, mas por meio de suas pesquisas puderam analisar que realmente o CERN trata-se de um projeto no qual já houve muito investimento, porém trará benefícios sociais, como já estão fazendo na produção de aparelhos capazes de ajudar a tratar o câncer, ajudando toda a humanidade.

Essas reflexões mostram que os estudantes compreendem bem que a sociedade impõe domínio sobre os produtos científicos e tecnológicos, do mesmo modo que estes refletem o meio social no qual estão inseridos, reconhecendo seu papel e sua representação para o progresso do bem-estar da humanidade ao longo da história. Dentro da proposta da ACT, Fourez (1993; 2004) defende o espírito crítico dos estudantes sobre a ciência e tecnologia e o reconhecimento do seu uso racional para o benefício das pessoas.

b) Aspectos financeiros

Um fato importante é que investir financeiramente em ciência é investir em benefícios para a humanidade, mesmo sabendo que, juntamente aos benefícios, problemas podem surgir. Além disso, é necessário ter em mente que investir em ciência não significa apenas pensar em escrever mais publicações, textos, livros, mas pensar também no retorno social que vai cumular para o bem-estar social.

Ao se falar sobre informações do Grande Colisor de Hádrons, uma equipe trouxe algumas reflexões sobre o investimento realizado no maior acelerador de partículas do mundo.

Essa informação é de extrema importância, pois comprova que **todo investimento de 10 bilhões de dólares no acelerador de partículas LHC (Large Hadron Collider) não foram em vão. Todo investimento financeiro, nas pesquisas, pode trazer outros resultados do que apenas respostas para questões do Universo, podem trazer soluções para problemas cotidianos beneficiando toda a sociedade**. Embora não fosse o principal objetivo de sua criação, **o LHC mostra que pode ajudar e muito a humanidade em mais de um aspecto, seja ele físico, químico ou biológico**. (EQUIPE FISILOUCOS POR PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

A equipe se posicionou sobre o assunto para relacionar à física, pois muitos pensam que esta ciência só serve para encher livros com *“fórmulas sem significado”*, mas que podem atribuir valores e contribuições que vão além do simples conhecimento e influencia muito nas nossas vidas, em diversas áreas e enfatizaram a medicina, como alguns aceleradores de partículas que foram desenvolvidos para tratar o câncer.

Outra equipe situa sua reflexão em relação às críticas que muitas pessoas fazem em relação aos bilionários investimentos feitos pelos países nos aceleradores de partículas.

É comum se ouvir **críticas quanto ao alto custo da pesquisa científica**. [...]. **Entrar para participar do LHC/CERN com US\$10 milhões é um privilégio que jamais conseguiríamos se tivéssemos que investir o valor real de tão grandiosa envergadura. “Por que investir em Física de Altas Energias? E o que esse empreendimento poderá nos trazer?”** [...] – Perguntamos: **quantos trilhões de dólares a WWW**

(World Wide Web) já gerou para a humanidade? [...]. (EQUIPE EINSTEINS DAS PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

A própria equipe posiciona-se em relação às críticas que muitas pessoas fazem em relação aos bilionários investimentos feitos pelos países nos aceleradores de partículas. Ao mesmo tempo que discorre sobre essas críticas, traz reflexões do quanto de benefícios já foram dados como retorno para a humanidade, como a criação da WWW.

Fourez (1993; 2004) ressalta que é necessária a produção de saberes científicos para o desenvolvimento de tecnologias que garantam estruturas sociais à humanidade. Entendo, assim, a necessidade de investir em ciência básica, assim como os estudante tomam essa postura ao relacionar os investimentos no CERN/LHC, apresentando suficientes argumentos sobre o valor da pesquisa científica para o desenvolvimento tecnológico.

c) Aspectos científico-tecnológicos¹⁰

Outra equipe achou interessante destacar o papel da ciência e da tecnologia para a humanidade pelo fato de proporcionar explicação para os fenômenos a sua volta.

Como sabemos **desde o princípio, o homem busca meios para descobrir sua origem e, por isso, a tecnologia foi essencial para dar os primeiros passos.** Acreditamos que **se não existisse a ciência e a tecnologia a nosso favor muitas perguntas ainda não estariam respondidas,** mas graças aos grandes investimentos econômicos que a ciência tem feito em pesquisas, **contribuiu de forma significativa para áreas da saúde, da economia e lazer** e hoje podemos compreender a existência de muitas coisas. (EQUIPE ARAM PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

De fato, trabalhar o papel da ciência e da tecnologia em sala de aula é uma ação pedagógica eficaz para a produção conhecimento dos estudantes, pois potencializa as habilidades e competências necessárias para a produção de conhecimento e é capaz de promover a integração social, o desenvolvimento para a cidadania e possibilita maior envolvimento dos estudantes diante do processo de aprendizagem.

A ACT dos estudantes é evidenciada por mostrar um posicionamento mais compreensivo sobre o papel das produções tecnológicas e o papel da ciência ao longo da história da humanidade e que, de certa forma, contribuiu e contribui para muitas áreas sociais. Nesse sentido, Fourez (1993; 2004) aborda que os estudantes devem possuir uma visão mais ampla e enxergar as teorias científicas como uma construção humana, capaz de atender os anseios que se refletem na sociedade.

(IV) O Brasil e os interesses no entorno do CERN/LHC

Não só o Brasil como muitos países participam dos diversos investimentos geridos no entorno do maior acelerador de partículas do mundo: o LHC. Mas isso não representa apenas interesses em produzir conhecimento científico no CERN, pelo fato de haver em vários outros locais do mundo aceleradores de partículas em menor escala, com representatividade menor, contudo desenvolvendo grandes feitos na ciência e na produção de tecnologias.

¹⁰ Esses aspectos se diferem dos tecnológico-científicos, pois usamos a primeira palavra para dar mais ênfase sobre a segunda: aspectos técnico-científicos apresentam mais peculiarmente a técnica/tecnologia produzida a partir dos conhecimentos científicos, já os aspectos científico-tecnológicos enfatizam o papel da ciência e da tecnologia e suas implicações sociais.

Conseguimos identificar, nesse eixo de análise, um elemento da ACT.

a) Aspectos político-econômicos

As equipes também discutiram o motivo de tantos investimentos dos países em ciência básica no CERN/LHC, trazendo reflexões em seus *webfólios*.

Com isso, trouxeram uma reflexão da participação do Brasil nesse investimento.

Há três anos, **diplomatas brasileiros mediaram a assinatura de uma carta de intenções entre o Ministério da Ciência e Tecnologia e o CERN**. O CERN convocou seu conselho e **autorizou a entrada do Brasil, a um custo anual de US\$ 10 milhões**. [...]. **Mas, desde então, nada ocorreu**. [...]. O diretor deixou claro que, **com o governo fora do CERN, as empresas nacionais não poderão participar da licitação de peças e serviços que o acelerador de partículas lançará**. (EQUIPE EINSTEINS DAS PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

Os dados grifados representam informações do investimento brasileiro e da participação do país no LHC/CERN, podendo ajudar em muito no desenvolvimento das pesquisas científicas e tecnológicas com representação das empresas nacionais nas licitações de produtos lançados. De acordo com a equipe, seus membros ficaram curiosos para saber a ligação do Brasil nesse investimento, mas que, segundo algumas fontes que pesquisaram, o maior interesse da entidade europeia no Brasil está na produção nacional de nióbio, haja vista que aqui se produz cerca de 75% deste minério no mundo.

Não é à toa que os países fazem parte da cooperação internacional de ciência e tecnologia da qual o CERN/LHC integra, primeiro porque reúne estratégias econômicas nacionais e o interesse dos Estados em aplicar as descobertas nacionais em soluções para os problemas sociais, além disso ampliam as atividades econômicas e desenvolvem novos empreendimentos entre os países colaboradores (DUARTE, 2008). Quanto ao Brasil, são milhões de reais anuais investidos, e esse acordo envolve intercâmbios e colaborações de mão-de-obra como cientistas a atuarem no CERN, garantindo apoio institucional a longo prazo.

Outra equipe apresentou sua inquietação para saber o motivo da participação do Brasil no LHC e em aceleradores de partículas nacionais.

[...] **Os grandes países não abrem mão dessas novas tecnologias e informações**, pois compreendem o valor (não só científico) das mesmas, pois **os resultados obtidos no colisor de partículas afetam áreas como medicina, biologia, tecnologia (informática) e em outros assuntos que afetam o modo de vida humano**. [...]. **O Brasil, mesmo que discretamente, está entrando nesse universo das partículas**, com pouco investimento e um olhar discreto está de olho nos experimentos científicos com relação a partículas, **pois também os físicos brasileiros reconhecem a importância do universo das partículas**. (EQUIPE FISIOUCOS POR PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

É notório o grande investimento que os países fazem em aceleradores de partículas e, mesmo em momentos de instabilidade econômica nacional, estes não saem do projeto, prospectando sempre valores orçamentários em um futuro não tão distante, na busca de riquezas e detenção de conhecimentos, como os grandes países. O Brasil participa ainda discretamente, porém não só os físicos como o próprio governo já esperam grandes retornos no estudo das partículas elementares.

Uma visão de mundo mais integradora sobre as ciências e as tecnologias produzidas é um dos elementos da ACT que Fourez (1993; 2004) estabelece, mas requer do estudante uma tomada de decisões sobre fatores políticos e/ou econômicos que cercam a produção científica. Os estudantes vão além dos interesses existentes no entorno do LHC e trazem discussões pertinentes sobre a participação do Brasil na corrida pelo desenvolvimento científico e tecnológico acerca das partículas elementares, e que posso reconhecer como uma habilidade dos estudantes sobre a visão política de mundo.

(V) Novas partículas, o papel da mídia e os desafios das descobertas científicas

Muitos investimentos já foram feitos e continuam sendo promovidos no CERN/LHC, bem como em outros aceleradores de partículas com escala menor, porém ainda há muitos desafios a serem resolvidos pelos países investidores.

Deste último eixo analítico, identificamos dois elementos da ACT, destacados a seguir:

a) Aspectos sociais

As equipes buscaram refletir sobre esse assunto, principalmente após a descoberta da mais famosa partícula conhecida como bóson de Higgs, ou popularmente “a partícula de Deus”.

Informações sobre o Bóson de Higgs são tão difíceis de encontrar como ela própria, que finalmente foi detectada em 2012. E, por mais que tenha tido grande cobertura da mídia, **a maioria da população mundial não entende o seu significado e importância por ainda não apresentar benefícios concretos** para a sociedade. Constatamos que os cientistas podem estar tentando **criar uma nova vida, melhorar o desempenho de nosso cérebro e nosso corpo, criar novos materiais ou avaliar as mudanças climáticas**, não importa, somos todos afetados. [...]. Houve uma **mudança no modelo padrão**, incluindo essa partícula elementar, porém deixando a força da gravidade de fora, haja vista que até o momento não detectaram os grávitons. (EQUIPE EINSTEINS DAS PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

A essa altura os estudantes já conseguiam debater bem mais que no início da aplicação da sequência didática, pelo fato de trazerem muitas informações e muito consistentes sobre a variabilidade de mudanças que ocorreram na comunidade científica, após grandes descobertas nos aceleradores de partículas. Além disso, os registros da equipe já incluíam até a posição que as pessoas juntamente com a mídia estão tendo acerca do assunto, seja para tratarem do assunto de modo peculiar ou mesmo para amedrontar a humanidade sobre o que pode vir a ocorrer com esse investimento no CERN/LHC.

Um indivíduo alfabetizado cientificamente consegue identificar elementos no meio social resultante da produção científica e tecnológica (FOUREZ, 1993; 2004), sabendo que é a construção do conhecimento científico que fomenta as atividades dos cientistas para a produção de tecnologias e benefícios empreendidos à sociedade em geral. Dessa forma, compreende os princípios da ciência, seus conceitos e hipóteses e, sobretudo, possui a capacidade de aplicá-los a partir das necessidades sociais.

b) Aspectos midiáticos

Alguns estudantes discutiram, na sala com a turma, o fato de terem achado muitas fontes de pesquisas que denigrem a imagem do CERN. Isso de certa forma os assustou, por não terem tanta certeza sobre o assunto, principalmente sobre os eventos que produziram miniburacos negros no LHC. Diante disso, emergiu a preocupação em saber quais as fontes pesquisadas

pelas equipes para evitar opiniões pessoais indesejadas de usuários da *internet* que viessem a causar furor na turma, sempre deixando os estudantes muito livres, mas sempre com esse cuidado e cautela na origem das informações.

Outra equipe trouxe reflexões sobre o papel da mídia sobre as descobertas realizadas no CERN/LHC.

A descoberta do Bóson de Higgs, mais conhecida como ‘Partícula de Deus’, ocorrida no laboratório do CERN foi classificada como “A chave para entender a formação do universo”. **Sendo que muitas pessoas se perguntam como uma partícula minúscula que custou US\$ 10 bilhões para ser localizada seria importante, fazendo com que surgisse assim inúmeras críticas seja pela falta de informação ou entendimento do assunto. Portanto a mídia tem um papel importante na disseminação da ciência, embora haja distorção de alguns dados ou fatos é muito importante que os cientistas divulguem, expliquem melhor o valor potencial de suas pesquisas para que as pessoas venham entender que as novas descobertas iniciam uma nova era que podem trazer grandes avanços tanto para a ciência como para a sociedade.** (EQUIPE WEB PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

Enfaticamente demonstram a crença das pessoas diretamente nas mídias sem buscar novas fontes para melhor entender o assunto antes de se fazer suas críticas. As pessoas, de fato, se preocupam com os investimentos feitos nos aceleradores de partículas, mas deixam claro que as diversas mídias tanto informam, contribuem como podem até atrapalhar na divulgação das descobertas científicas.

De certa forma, a mídia tem um poder muito grande sobre as pessoas e as influencia diretamente, é tanto que os debates que envolvem a mídia e a produção da notícia científica tem gerado muitas pesquisas e estudos sociais, pois há vários fatores que interferem na propagação das notícias como a sensibilidade existente do corpo editorial, os conhecimentos adquiridos pela equipe responsável pela divulgação e até mesmo o lado político existe na fonte de comunicação.

Outra equipe trouxe esses desdobramentos que os cientistas enfrentam com a mídia, sendo grandes desafios no LHC/CERN, pois de certa forma é uma realidade global essa preocupação das pessoas gerada pela desinformação ou até mesmo pelo medo do desconhecido.

Os cientistas que trabalham no CERN não devem ligar para qualquer tipo de crítica, **o dever da ciência é buscar conhecimento, respostas para as questões do universo**, independentemente de opinião das pessoas. [...]. **A mídia deve agir de maneira imparcial, não exaltando demais o CERN, mas também não condenando o laboratório**, deve agir de tal maneira que traga a informação para a população o suficiente para estarem informadas sobre o que acontece no CERN. (EQUIPE FISILOCOS POR PARTÍCULAS, 2016, grifos nossos)

A equipe traz uma postura bem consolidada de que é dever da ciência gerar novos conhecimentos para as inquietações das pessoas e mídia de se manterem imparciais frente às novas descobertas para não persuadir a população, seja mostrando os grandes feitos ou os prováveis perigos que o CERN/LHC pode representar para o planeta.

Dos argumentos encontrados nos *webfólios* é interessante notar a postura dos estudantes sobre o que a mídia comenta sobre o papel da ciência e da tecnologia. Fourez (1993; 2004) já tratava de situações em que os estudantes deveriam entender a ciência e as implicações tecnológicas no meio social, porém tem que saber fazer a distinção necessária entre o que é um saber científico de opiniões subjetivas que alguns sujeitos propagam e, nessa situação, ter uma

visão mais ampla sobre a implicação social da ciência e da tecnologia é estar alfabetizado cientificamente.

5 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS

A presente pesquisa emergiu da inquietação docente diante das práticas dominantes do ensino de Física nas escolas públicas de Ensino Médio. Diante disso, desenvolvemos a presente proposta didática vislumbrando um novo olhar para a postura docente acerca da produção do conhecimento científico que, muito distante ainda, se encontra das salas de aulas, apesar de os estudantes serem bombardeados por inovações científicas e tecnológicas no seu meio social.

Diante de nossa pesquisa e conforme propõe a ACT, a ação didática pode perpassar pela formação dos estudantes na compreensão dos fenômenos que estão ocorrendo continuamente no meio social. Isso nos recorreu a uma prática docente diversificada, quando pudemos nos equiparar com o máximo de estratégias didáticas pertinentes ao processo de ensino para que facilite aos estudantes uma aprendizagem menos propedêutica e disciplinar e, desta forma, tornar possível novas conexões entre os diversos ramos dos saberes científicos e suas implicações no contexto social.

Para a produção de conhecimento dos estudantes, foram propostas algumas situações-problemas com questões que envolviam discussões sociais, político-econômicas, ambientais e também mais técnicas, inclusive, aquelas que necessitavam de associação com conhecimento de outros assuntos da Física. Os estudantes tinham total autonomia para a escolha de uma situação-problema por lição, podendo até formular outras, e sempre alicerçados pela orientação do professor-pesquisador para a produção do conhecimento com vistas à ACT, vislumbrando ideias, visões de mundo, opiniões e pensamentos sobre o estudo em questão, bem como na busca por referências bibliográficas seguras e confiáveis de informações quanto ao pretendido na discussão.

É importante destacar que, além dos dados discutidos no escopo desta pesquisa, o desenvolvimento na linha do saber técnico na área de Física das Partículas também faz parte da produção dos estudantes, porém, devido o excesso de dados produzidos, optamos por fazer uma análise sobre aquelas mais escolhidas pelas equipes. Essa situação de pesquisa nos remete ao fato de que o uso de *webfólio* como instrumento de avaliação e de produção de conhecimento, quando deixa a autonomia para os estudantes optarem pelo que querem discorrer, possa nos fornecer tantos dados que dificulte uma análise discursiva mais precisa sobre a totalidade do que se foi elaborado, a ponto de que, se fôssemos incluir todas as informações aqui, deixaria o nosso leitor enfadado e, porventura, mostrasse a nossa falha sobre o que de fato buscávamos identificar nas produções.

Quanto ao uso dos *webfólios*, nos quais os estudantes puderam discorrer sobre o tema e postar em um *blog* foi, além de interessante, uma prática pedagógica diferenciada, que permitiu maior interação entre os mesmos e dinamizou a aprendizagem. O uso do *blog* como recurso avaliativo se deu pela forma de como se facilitava a interação estudantes e professor-pesquisador em busca do conhecimento científico. No entanto, a sequência foi estruturada de modo a conduzir professores do ensino médio a utilizar-se de recursos didático-pedagógicos diversificados que vão além da sua prática.

Nossos eixos de análise surgem a partir do momento que identificamos que os *webfólios* não apresentam uma visão dos estudantes de modo superficial e analisamos as situações-problemas mais recorrentes. As equipes demonstram um conhecimento que ultrapassa as

fronteiras das lições apresentadas no momento que trazem exemplos e fatos para justificar as respostas das questões escolhidas. Isso mostra o potencial dos estudantes sobre a produção de conhecimento científico e culmina no minicongresso escolar como meio de trazer novas informações e divulgar conhecimento à comunidade escolar.

A partir do material empírico analisado e a posterior identificação de cinco eixos de análise, a produção dos estudantes revelou elementos característicos da abordagem da ACT como aspectos técnico-científicos, etimológicos, históricos, epistemológicos, aspectos de comunicação de massa, científico-tecnológico, sociais, financeiros, tecnológicos, econômicos e políticos. A produção possui qualidade, e a proposta aplicada mostrou resultados consistentes entre o objetivo da pesquisa e intenção didática, demonstrando ligações claras a partir da prática pedagógica desenvolvida e os aspectos já salientados pelo enfoque da alfabetização científica e tecnológica para a formação cidadã.

No que concerne à ACT dos estudantes, podemos afirmar de forma determinista que os elementos identificados nos *webfólios* coadunam de maneira mais geral com o que propõe Fourez (1993; 2004) e nos permitiu identificar estudantes com capacidade plena de discutir as descobertas da ciência e das tecnologias desenvolvidas para o meio social. Além disso, apropriaram-se de conceitos científicos, integrando valores formativos, alinhando conhecimentos que foram além do que estava proposto em sala de aula e se aprofundando sobre uma dimensão mais ampla sobre os conhecimentos científico-tecnológicos a partir das lições da sequência didática.

Portanto, para além das considerações explanadas, reiteramos que a construção da sequência didática, apoiada no referencial da DBR-TLS, favoreceu a aprendizagem dos estudantes como propõe a ACT, principalmente pela qualidade do material material fornecido e pela produção dos estudantes que se deu, a partir do controle na qualidade das fontes pesquisadas, a contínua e “cuidadosa” orientação docente para os referenciais a serem adotados, bem como o acompanhamento passo-a-passo da aplicação e em todo o gerenciamento da proposta, elementos que deram ênfase à alta qualidade na escrita e produção de conhecimento dos *webfólios* pelos estudantes.

REFERÊNCIAS

BERNERS-LEE, T. **Frequently asked questions by the Press: spelling of WWW.** 2001. Disponível em <https://www.w3.org/People/Berners-Lee/FAQ.html#Spelling>. Acesso em 20 de janeiro de 2016.

BROCKINGTON, G. **A Realidade escondida: a dualidade onda-partícula para alunos do Ensino Médio.** Dissertação de mestrado. São Paulo: IF/FEUSP. 2005.

BROWN, A. L. Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. **The Journal of Learning Sciences**, vol. 2(2), p14-17, 1992.

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

COLLINS, A. **Toward a Design Science of Education.** Technical report n.1. New York: Center of Technology in Education, 1992. Disponível em <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED357733.pdf>. Acesso em 12 de maio de 2015.

COSTA, M. da. **Uma abordagem histórico-didática com auxílio de multimídias para o ensino de partículas elementares do ensino médio.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática), Universidade Estadual de Londrina, Curitiba, 2015.

DBR COLLECTIVE, Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. **Educational Researcher**, vol. 32 (5) pp. 1-5, 2003.

DUARTE, R. P. Cooperação Internacional para o Desenvolvimento em Ciência e Tecnologia: a participação brasileira na organização europeia para pesquisa nuclear (CERN). **J. Technol. Manag. Innov.** 3(4), 2008.

DUMAS, V. **A origem da internet:** a história da rede de computadores criada na Guerra Fria que deu início à Terceira Revolução Industrial. 2014. Disponível em http://www2.uol.com.br/historiaviva/reportagens/o_nascimento_da_internet.html. Acesso em 12 de janeiro de 2016.

FONSECA-FILHO, C. **História da computação:** o caminho do pensamento e da tecnologia. – Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. 205 p.

FOUREZ, G. **Alphabétisation Scientifique et Technique:** essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. Bruxelas: DeBoeck-Wesmael, 1994.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências (Crisis in science teaching?). **Investigações em Ensino de Ciências.** v8(2), pp. 109-123, 2003.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **In: Revista de Administração de Empresas**, v.35, n.2, mar/abr. 1995.

KNEUBIL, F. B. Explorando o CERN na física do ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013.

LIJNSE, P. Developmental research as a way to an empirically based didactical structure of science. **Science Education**, v. 79, n. 2, p. 189-199, 1995.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for Science education research. **International Journal of Science Education**, 16, 515-535, 2004.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva.** Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

NICOLAU-JÚNIOR, J. L. **Estrutura didática baseada em fluxo:** relatividade restrita para o ensino médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2014.

NOGUEIRA, L. C.; ULBRICHT, V. R. **A Web 2.0.** 2008. Disponível em <http://portal.anhembi.br/sbds/pdf/3.pdf>. Acesso em 02 de fevereiro de 2016.

PAOLIELLO, C. M.; FURTADO, A. L. **Sistemas de informação para comércio eletrônico.** Departamento de Informática da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2004. Disponível em <ftp://ftp.inf.puc-rio.br/pub/docs/techreports/04_27_paoliello.pdf>. Acesso em 02 de fevereiro de 2016.

SIQUEIRA, M.; **Do visível ao invisível:** uma proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio. Dissertação de Mestrado. São Paulo: IF/FEUSP, 2006.