

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL ENSINO DE FÍSICA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA – MNPEF – POLO 21**

**PARTÍCULAS ELEMENTARES E INTERAÇÕES: UMA
PROPOSTA DE MERGULHO NO ENSINO E
APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA INTERATIVA**

VALÉRIA BONETTI JERZEWSKI

**Rio Grande
Setembro de 2015**

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**PARTÍCULAS ELEMENTARES E INTERAÇÕES: UMA
PROPOSTA DE MERGULHO NO ENSINO E
APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA INTERATIVA**

VALÉRIA BONETTI JERZEWSKI

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Matemática, Estatística e Física da FURG, dentro do Programa de Pós-Graduação vinculado ao Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Polo 21, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz

Rio Grande
Dezembro de 2015

**PARTÍCULAS ELEMENTARES E INTERAÇÕES: UMA PROPOSTA DE
MERGULHO NO ENSINO E APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA INTERATIVA**

Valéria Bonetti Jerzewski

Orientador:

Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz

Dissertação de Mestrado submetida ao Instituto de Matemática, Estatística e Física da FURG, dentro do Programa de Pós-Graduação vinculado ao Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Polo 21, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Dr. Guilherme Frederico Marranghello - UNIPAMPA

Dr. Cristiano Brenner Mariotto - FURG

Dr^a. Águeda Maria Turatti - FURG

Dr. Luiz Fernando Mackedanz (orientador) - FURG

Rio Grande
Dezembro de 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Bonetti, Valéria Jerzewski

Partículas Elementares e Interações: Uma proposta de mergulho no ensino e aprendizagem através de uma sequência didática interativa - Rio Grande: FURG/IMEF, 2015.

viii, **XX** f.: il.;30cm.

Orientador: Dr. Luiz Fernando Mackedanz

Dissertação (mestrado) – FURG / Instituto de Matemática, Estatística e Física / Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), 2015.

Referências Bibliográficas: f. **XX- XX** .

I. Mackedanz, Luiz Fernando. II. Universidade Federal do Rio Grande, Instituto de Matemática, Estatística e Física, Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.
III. Título.

AGRADECIMENTOS

Prezados! “Há momentos para tudo nessa vida. Momento de cuidar de mim, do filho, dos pais, esposo e se divertir com os amigos. Momento para madruguar estudando. Momento para trabalhar até altas horas. Momento de realizar sonhos, que em muitas vezes distantes seriam. Momento de choramingar e rir da fadiga. E momento de improvisar isso tudo, ao mesmo tempo. Agora, chegou o momento, se permitir, de ter um instante para cuidar de mim e percorrer pela receosa e extraordinária prazerosa edificação do conhecimento por meio da investigação. Penso que seja um momento de muitas alegrias e fortaleça ainda mais minha admiração pela Universidade que está contribuindo para que possa construir isso tudo. Espero que possa sonhar em momentos ainda melhores, momentos, que já estão se tornando presente”.

Santa Rosa (RS), 12 de Novembro de 2015.

Em 12 de novembro de 2015, fui abençoada com essas palavras, que, além de me emocionarem a cada leitura, me deram coragem nos momentos de dificuldades durante a composição do trabalho. De maneira muito especial, estas palavras resumem o que a experiência do mestrado representou e representará para sempre em minha trajetória de vida. Foram momentos de *“rir e choramingar”*, de *“cuidar dos outros”* e *“cuidar de mim”*. *“Momento de fazer isso tudo ao mesmo tempo”*, de fazer grandes amizades e conhecer o sentido do compartilhamento e da generosidade.

Mais que momento de encontros e desencontros com nosso artifício de estudo, o mestrado também foi um momento de encontro com Deus. A partir disso tudo, destaco aquele que cuidou de tudo: agradeço a Deus por sua ilimitada generosidade e ternura que repousa meu coração nos instantes em que mais preciso. Obrigada por me dar saúde para vivenciar o *“tudo isso ao mesmo tempo”* e por ter modificado a minha história a partir do sentido do teu amor...

Obrigada aos meus queridos colegas da Escola Joaquim José Felizardo e a todos os estudantes integrantes que colaboraram de forma direta e indireta nessa transformação.

Agradeço aos meus pais, Pedro Darci e Rosália, por serem um exemplo de amor, dedicação e incentivo. Não faltaram esforços para que tudo isso se tornasse realidade.

Às minhas grandes amigas e irmãs que, Sheila e Cristiane, por simplesmente confiarem no meu trabalho e em tudo que sou e que ainda desejo ser.

Obrigada filho Luís Fabrício, por ser a parte mais linda e pura da minha vida! A ti dedicarei todas as minhas e nossas vitórias!

Ao meu esposo, Luis Vanderlei, pelo incondicional companheirismo, por estar sempre aberto à troca/interação de informações. De forma muito especial, agradeço pela paciência e, por, no período da escrita, mergulhar junto comigo em algumas discussões para que eu, simplesmente, não seguisse sozinha.

À minhas amadas amigas, Suzana, Circe e Márcia, pela amizade e por estar sempre presente compartilhando as alegrias e conquistas da vida. Obrigada pelo incentivo diário nessa reta final, entre eles, o de dividir comigo a doçura do meu filho Luís Fabrício.

Ao orientador, professor Dr. Luiz Fernando, a quem devo muito do que sou e do que ainda serei. Se hoje posso comemorar, é porque tive um grande mestre que me incentivou desde o início a *“percorrer pela receosa e extraordinária prazerosa edificação do conhecimento por meio da investigação”* e, sobretudo, a descobrir que o segredo da vida é vivê-la de forma plena e inteira a cada momento, por mais desafiador que seja. Muito obrigada por me ensinar a amar a Universidade, por acreditar em mim e proporcionar oportunidades de sonhar e concretizar muito mais do que imaginava. Obrigada pela amizade, conversas, em que “nunca me deixou sozinha” e pela generosidade de dividir seus sonhos comigo.

Aos amigos e colegas do Mestrado que compartilharam a cada instante tamanha generosidade de dividir o peso dessa caminhada desde os primeiros momentos, e por compartilhar de meus maiores sonhos. Muito obrigada pela amizade e pela parceria nas inúmeras caronas até o ponto de ônibus.

As amigas Graciela e Vera, que ganhei de Deus no Mestrado, e que deu um tom muito especial ao que entendo por amizade. Obrigada por acreditar em nossos sonhos e sentir a vida na mesma intensidade que eu. Que possamos compartilhar as mais gostosas risadas juntas por muitos anos.

Aos professores do Mestrado, que tiveram conosco tamanha gentileza e disponibilidade de sempre, por de modo muito especial ter compartilhado reflexões decisivas para este trabalho.

Agradeço ainda a CAPES pelo financiamento desde o início do mestrado; à Universidade Federal do Rio Grande pela acolhida e por tantas oportunidades que provocaram atrito durante minha formação.

A todos, muito muito muito obrigada!!!

RESUMO

PARTÍCULAS ELEMENTARES E INTERAÇÕES: UMA PROPOSTA DE MERGULHO NO ENSINO E APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA

Valéria Jerzewski Bonetti

Orientador:
Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz

Dissertação de Mestrado submetida ao Instituto de Matemática, Estatística e Física da FURG, dentro do Programa de Pós-Graduação vinculado ao Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Polo 21, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Nesta dissertação apresento uma proposta de modernização curricular para o Ensino Médio por meio de introdução de temas de Física Moderna e Contemporânea. Com a opção de trabalhar a área de Ciências da Natureza como um todo, o componente curricular de Física vem perdendo seu espaço, sendo um constante desafio para o professor à inclusão destes temas no currículo. Para isso, aplicamos uma Sequência Didática Interativa (SDI), composta de várias Unidades Didáticas, no Ensino Médio, sobre Partículas Elementares e suas Interações, apresentando de forma diferenciada e dialogada, levando em consideração as indagações e conhecimentos prévios dos estudantes, além de fazer uma investigação da aprendizagem com a aplicação das Unidades Didáticas. A metodologia utilizada foi catalogada na teoria de mediação de Vygostsky. As atividades foram aplicadas na turma do terceiro ano do Ensino Médio em uma escola público do município de Santa Rosa/RS. Minha avaliação das atividades, permite perceber que, desde que a Sequência Didática Interativa leve em consideração os tópicos introdutórios, de maneira que a mesma esteja constituída de trabalhos e atividades diferenciadas, é possível alcançar com grande êxito uma aprendizagem significativa para os alunos. Para ensinar este tema, é preciso inovar nas metodologias utilizadas, despertando a curiosidade e desafiando os alunos a tornarem-se pesquisadores como forma de aprendizado. Como resultados destas diversas estratégias, mantemos a atenção e o interesse da turma onde a SDI foi aplicada, apesar de ser um tema diferente dos tradicionais e não estar definido no

currículo. Assim, percebemos o caráter motivacional que a inovação traz às aulas de Física Moderna.

Palavras-chave: Física de Partículas Elementares; Aprendizagem Significativa; Teoria da Mediação

ABSTRACT

ELEMENTARY PARTICLES AND INTERACTIONS: A PROPOSAL OF DIVING IN TEACHING AND LEARNING THROUGH AN INTERACTIVE DIDACTIC SEQUENCE

Valéria Jerzewski Bonetti

Advisor:
Prof. Dr. Luiz Fernando Mackedanz

Abstract of master's thesis submitted to FURG's Math, Statistics and Physics Institute, in Graduation Program linked to Professional Master Degree National Graduation in Physics Education (MNPEF), Pole 21, in partial fulfillment of the requirements for Physics Education Master Degree.

In this thesis, we present a proposal of curricular modernization for High School through introduction of topics from Modern and Contemporary Physics. With the option of working the area of natural sciences with an unique curriculum, the Physics component is losing its space and is a constant challenge for the teacher to the inclusion of these topics in the curriculum. For this, we apply an Interactive Didactic Sequence (IDS), composed of various Teaching Units, in high school, about elementary particles and their interactions, presenting a differentiated and dialogued way, taking into account inquiries and previous knowledge of the students, in addition to an investigation of learning by applying the Teaching Units. The methodology used was cataloged in is Vygotsky's Mediation Theory. The activities were implemented in the third year of high school class in a public school in the municipality of Santa Rosa/RS. My evaluation of activities allows realize that as long as the Interactive Didactic Sequence consider the introductory topics, so that it is made up of different jobs and activities, you can achieve great success with a significant learning for students. To teach this subject, we need to innovate in the methodologies used, arousing the curiosity and challenging students to become researchers as a way of learning. As a result of these various strategies, we keep the attention and interest of the class where SDI was applied, although it is a different theme of traditional and not be defined in the curriculum. Thus we see the motivational character that innovation brings to Modern Physics classes.

Keywords: Elementary Particle Physics; Meaningful Learning; Theory of Mediation

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Contribuição de quatro cientistas para a evolução do Modelo Atômico: Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr
- Figura 2: Evolução dos Modelo Atômico
- Figura 3: Livro sugerido para o ensino da Física de partículas
- Figura 4: Livro sugerido para o ensino da Física de Partículas
- Figura 5: Um dos grupos de estudos elaborando cartazes para apresentação do seminário
- Figura 6: Modelo Padrão de Partículas Elementares
- Figura 7: Modelo do LHC com seus detectores em busca das Partículas
- Figura 8: Representação de uma Partícula Elementar
- Figura 9: Representação de uma Partícula Elementar
- Figura 10: Figura do átomo criada pelos estudantes
- Figura 11: Estrutura Elementar da Matéria estudada pelos estudantes
- Figura 12: Representação das Partículas Elementares
- Figura 13: Representação dos Grávitons e as Partículas já definidas e organizadas
- Figura 14: Montagem do Mapa Conceitual tipo árvore
- Figura 15: Interações Fundamentais e Partículas Mediadoras estudada pelos alunos
- Figura 16: Partes da estruturação do Mapa Conceitual tipo Árvore
- Figura 17: Demonstração do Confinamento das Partículas

Figura 18: Montagem do Mapa Conceitual

Figura 19: Mapa Conceitual das Partículas Elementares

Figura 20: Jogo Virtual Sprace Game

Figura 21: Jogo Virtual Sprace Game

Figura 22: Estudantes confeccionando as Histórias em quadrinhos

Figura 23: Modelo de História em Quadrinhos criada pelos estudantes

Figura 24: Estudantes confeccionando as Histórias em quadrinhos

PROPOSTA DE NAVEGAÇÃO

	Carta ao Oceano	12
1	O que pulsa dentro de mim	16
2	Pistas de caminhos usando os Temas Estruturadores	25
3	Por Onde Passei...	37
4	Um traçado cartográfico da Sequência Didática Interativa	43
5	A trajetória metodológica da Sequência Didática Interativa	50
6	Descrição das atividades desenvolvidas a partir da Sequência Didática Interativa	57
	Referências Bibliográficas	99
	Anexos	107

CARTA AO OCEANO

Prezado(a) leitor(a)!

Santa Rosa (RS), 25 de Setembro de 2015.

É com imensa alegria e satisfação que dou início não apenas a um mergulho na escrita de uma educadora a procura de pistas, na trajetória do mestrado, mas a etapa final para a realização de um sonho, talvez o maior e mais vivo que tenha imaginado até agora. Desde já, agradeço pelo empenho na leitura e, principalmente, por buscar o traçado da cartografia pulsante que proponho a partir do que observei nesta trajetória virtual das Partículas Elementares. Com a difícil conversa que estabeleci com o que me deixa apreensiva em minha região, relativo as experiências que já observei durante minha trajetória, bem como meus conhecimentos pessoais que descrevem o que sou. O diálogo com as Partículas Elementares vem desde a graduação movendo coisas dentro de mim. A constante busca de pistas que me levassem a confrontar metodologia e teoria, tenho observado uma postura de vida na pesquisa, onde tantas esferas que nos constituem e nos afetam agem no processo de edificação do conhecimento científico. Aqui sinto, aproximo, tato a realidade que nos cerca em cada detalhe, e que constitui uma “cartografia pulsante”. Este nome que dei em um primeiro momento, de maneira instantânea, foi apenas uma maneira que encontrei de me referir à trajetória que percorri durante este percurso no oceano, relacionando inúmeras falas dos estudantes e trocas de conhecimentos que observei no decorrer desta etapa. Conforme fui me aproximando e me inserindo no mundo das Partículas Elementares, percebi que o método da cartografia (KASTRUP et al, 2012; DELEUZE e GUATTARI, 1995) é uma experiência de análise na qual o pesquisador se coloca dentro da investigação e que não pode ocorrer sem a conversação e o confronto metodológico/teórico baseado na experiência. Assim, ao vivenciar o ensaio da cartografia, percebi que ao falar de “cartografia pulsante” não estava mais me referindo somente a esse trabalho de pesquisa sobre Partículas Elementares, mas ao próprio treinamento que estou vivenciando e que começou a despertar em mim uma compreensão de cartografia que não está conhecida e explicitada em bibliografias pesquisadas. A cartografia pulsante é então resultado da articulação que fiz entre as diversas partículas e as coordenadas teóricas que orientam e movimentam meus espectros de mundo, com os diálogos da

paisagem expansiva que me inquietam e que estão se movendo dentro de mim. Um grande desafio está lançado: tanto no encadeamento das ideias metodológicas, empíricas, teóricas, quanto na escrita, que revela uma organização em que todos os elementos estão vivos e se articulam e dão origem a múltiplas interpretações. Com tudo isso, passo a perceber-me o tempo todo observando e refletindo minhas ações e dos educandos. Sabemos o quanto pode ecoar ousado para uma pesquisa de mestrado, no entanto, pois recusar essa caminhada seria negar a construção de meu próprio objeto de estudo: a cartografia pulsante. Seria abandonar aquilo que os elementos da pesquisa, todos pulsantes, agenciavam quase que instantaneamente ao pensar. Como gostaria de poder expressar visualmente essa caminhada.

Assim sendo, diria que desde que decidi fazer essa viagem, fui registrando assuntos e aos poucos constituindo linhas pontilhadas a partir do mergulho que fiz dentro do átomo. Ao chegar em determinado ponto de abrangência e simultâneo registro, comecei um movimento de volta aos pontos e linhas pontilhadas, procedendo o preenchimento dos intervalos entre um assunto e outro a partir de articulações metodológicas e teóricas e do encontro com uma pluralidade de cenários baseados na experiência. Foi nesse exercício de ir e vir, consolidando e aprofundando traçados, que observei ter chegado a uma noção de cartografia pulsante. Esse aprendizado, que aqui parece simples, mas que demorou muito para ser notado, foi me levando cada vez mais fundo na construção do conhecimento científico e contemporâneo, sem esquecer de experimentar sucessivos tensionamentos com os elementos da experiência. Assim, fui constituindo uma noção de cartografia. Não há como negar que toda pesquisa é influência. A cartografia pulsante é um procedimento de pesquisa em relação a vida, em que o pesquisador, ao fazer uma pesquisa científica educacional não presume a simples aplicação de teorias e de métodos, e muito menos o enquadramento de determinado cenário baseado na experiência dentro de um método pronto. Essa postura pressupõe acima de tudo compromisso e respeito do pesquisador para o envolvimento em uma organização científica que coloca em diálogo igualitário aos aspectos teóricos, metodológicos e empíricos dos pesquisados e do investigador, assumindo a elaboração de um mapa metodológico que se constrói, posteriormente à adoção da postura, a partir das agenciamentos do objeto. Na trajetória cartográfica vivenciamos um processo trabalhoso de elaboração textual. Tudo depende da perspectiva de olhar da pesquisadora e agora, do(a) leitor(a)! A pesquisa cartográfica nos dá

abertura à tomada de decisões a serem feitas durante a pesquisa, já que ao longo do processo são muitos os caminhos e desvios. E esta pesquisa continuará se renovando a partir de novas leituras que eu pratique, bem como a partir da leitura que você praticará. Ainda já tendo observado o início e o final da viagem pelo labirinto cartográfico, sei que essa definição não limitará a percepção, ao longo da leitura, do fluxo de compreensão e pensamento das pistas cartográficas pulsantes que observei na minha trajetória de a pesquisa.

Cartografar implica produzir cartas e comunicar o que se vê e intensifica. Ressalto ainda que escrever este texto tem, para mim, um sentido muito especial e intenso. Percebo a cartografia como uma possibilidade de fazer e registrar pesquisa na área das Ciências da Natureza, tendo em vista que essa forma de compreender o objeto de estudo permite a construção de um quadro sinóptico, sem fim, a partir da integração do contexto do objeto com as percepções e observações do pesquisador. Nesse sentido, me envolvi com reflexões ampliadas no âmbito da Ciências da Natureza, assim como para a compreensão do que vem a ser a escrita de uma pesquisa na conduta cartográfica. Por isso, entre as informações mais importantes está a de compartilhar com você, leitor(a), que minha proposta foi reconhecer a postura da cartografia a partir da trajetória de vida x pesquisa, em um breve discurso com alguns autores que estudam e praticam a cartografia por inteiro. Vale lembrar, quanto pode parecer incoerente fazer a opção por um levantamento quantitativo dentro de uma proposição de cartografia. No entanto, ao contrário do que se pode pensar, a cartografia não impede o uso e conexão de métodos e procedimentos metodológicos de vinculações teóricas ditas oponentes, mas sim exige que o cartógrafo esteja aberto a escutar e presenciar novas experiências.

Por essas e muitas outras contribuições, como as de meu orientador – mesmo escrevendo o trabalho em primeira pessoa do singular – observo de suma importância destacar que esse eu não se configura como um “eu solitário” também no ensaio da escrita desse trabalho. Pensando nisso tudo, as pistas apresentadas nesta escrita são resultados de olhares e interpretações também do meu orientador, de meus colegas de turma, de professores e autores com quem mantive contato ao longo de minha trajetória, de um parceiro de pesquisa que traços linhas e que tive o prazer de conhecer na reta final desse trabalho, e ainda de meus familiares e amigos. Adoto a cartografia (KASTRUP et al, 2012) como uma decisão de pesquisa, na qual o mediador se permite afetar pelo que estuda, violar as rotinas das

disciplinas e se colocar dentro da pesquisa, revelando suas inseguranças, fragilidades e comprometimento com o processo de produção do conhecimento e aprendizagem. Mesmo sendo essa uma escrita que registra os principais pontos de minha navegação por pistas, sei que estes são passageiros tanto para mim ao cultivar uma próxima leitura, assim como será para você ao ler, visualizar e sentir muitas outras argumentações e agregações. Finalizando, ou seja iniciando o mergulho no verdadeiro oceano, desejo uma maravilhosa leitura após este contato, sobre o que proponho como cartografia pulsante. Além disso, convido você a nadar neste oceano e desenhar novas trilhas e interpretações que minha visão e coração não conseguirão alcançar ao longo do trabalho. Novamente muito obrigada!

Capítulo 1

O que pulsa dentro de mim

Estimulada pelo pensamento de Vygotsky (2004), “a educação é a influência premeditada, organizada e prolongada no desenvolvimento de um organismo”.

Nesse contexto, pensar a educação da criança e do ser humano de modo mais amplo é pensar num contexto de possibilidades de interações sociais intersubjetivas estabelecidas ou que se estabelecem num processo de trocas mediadas pelo conhecimento, pela cultura e pela história inerentes a todos os seres humanos. A educação, de acordo com a vertente da Psicologia russa, é colocada em destaque, por partir do pressuposto de que os seres humanos apropriam-se da cultura para se desenvolver e também para que ocorra o desenvolvimento da sociedade como um todo. Sem a transmissão dos resultados do desenvolvimento sócio-histórico da humanidade seria impossível a continuidade do processo histórico. Meu interesse por Vygotsky, nessa perspectiva de estudo, análise e desenvolvimento humano, se dá principalmente pelo fato de que ele via o ser humano como possuidor de história, cultura e ferramentas culturais e sociais de transformação da realidade, possuidor de materiais que possibilitam a concreticidade das coisas vivas e inanimadas. (DRAGO, 2009)

Atualmente, a relação entre o ensinar e aprender é um dos maiores desafios da educação. Um dos grandes desejos meus e acredito que também de outros docentes é que seus estudantes possam compreender esta caminhada na realidade que os cerca e acompanhar os avanços científicos e tecnológicos, transformá-los e utilizá-los em conhecimentos para sua vida. Em todos os níveis de ensino, o ensinar não é tão evidente, ele é um desafio.

Segundo os recortes dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) existe uma proposta que esclarece a intensa necessidade de diversificar os temas e de inovar a ação pedagógica:

Para os PCNs, o ensino deve ser contextualizado e integrado à vida do aluno. Segundo os Programas o ensino deve “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. (PCNs, p. 230)

Por isso, acredito que o conhecimento deve ser contextualizado e interdisciplinar, valorizando a Física como algo que faz parte do mundo deles (BRASIL, 1998).

Conforme as orientações curriculares complementares aos PCNs (BRASIL, 2002, p.70) apontam que “*alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria [...]*”, atribuindo relevância a esta parte da Física no nível médio. Particularmente sobre a Física de Partículas, o referido documento destaca (ibid) como importante que “[...] a compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo de partículas [...]”.

Este nível de ensino se conceitualiza na formação humana integral e se organiza na perspectiva da integração entre trabalho, ciência, tecnologia e cultura. Neste sentido, considero necessária uma reflexão sobre os seminários integrados. Este componente faz relações de interdependência podendo constituir uma identidade para o educando. Neste artefato compreendo que a construção do conhecimento, se faz como uma produção do pensamento pela qual se apreende e se representam as relações que constituem e estrutura a realidade.

De modo geral pesquisas indicam que há grandes problemas para a inserção de Física Moderna e Contemporânea (FMC) em nível médio. As pesquisas de Terrazan (1992) e Moreira (1998) apontam que o maior problema da área é a falta de conhecimento deste tema pelos docentes do Ensino Médio. Estes autores mencionam que os docentes de Física do Ensino Médio justificam a não inclusão de FMC neste nível de ensino por analisar que o currículo de Física já é muito extenso e adicionar mais tópicos seria diminuir o tempo para ensinar Física Clássica. Terrazan (1992) propõe a extrema necessidade de fazer com que o docente de Física no Ensino Médio se envolva no procedimento de reformulação do currículo.

Ressalto que os programas de graduação e pós-graduação necessitam também modernizar seus currículos no sentido de mostrar aos posteriores docentes como abordar conceitos de FMC, usando uma linguagem mais próxima ao cotidiano dos estudantes do Ensino Médio.

Quanto ao tempo para inserir FMC, concordo com Terrazan (1992). O autor sugere que a inserção de FMC provenha das discussões das fronteiras dos modelos Clássicos. Desta maneira o docente ao mesmo instante em que trabalha conceitos relacionados a Física Clássica vai enriquecendo o currículo com conceitos de FMC. A meu ver esta proposta é pertinente. Acredito que aproveitando a exploração dos limites da Física Clássica, proposta por Terrazan (1992) o docente consiga inserir conceitos de FMC e o estudante alcance, ainda, entender que a Física é uma ciência em constante crescimento, em constante edificação, não um conceito extagnado, preso ao século XIX.

Ainda, Ostermann (2000) apresenta mais duas justificativas para inserir FMC no currículo do Ensino Médio: A Física Moderna é considerada conceitualmente difícil e abstrata; mas, resultados de pesquisa em ensino de Física têm mostrado que, além da Física Clássica ser também abstrata; é mais divertido para o professor ensinar tópicos novos. O ânimo pelo ensino procede do entusiasmo que se tem em relação ao material didático que está sendo proporcionado, as modificações estimulantes no caminho em busca de conceitos. É importante não abandonar os efeitos que o entusiasmo tem sobre o bom ensino.

A implantação da Física Moderna e Contemporânea no ensino médio também é defendida em diversos trabalhos no Ensino de Física (OSTERMANN e MOREIRA, 2000 e 2001; OSTERMANN e CAVALCANTI, 2001). O que comove à FMC, Ostermann e Cavalcanti (2001, p.13) salientam “[...] o entusiasmo dos estudantes em aprender, na própria escola, assuntos que lêem em revistas de divulgação, em jornais ou na internet, justifica definitivamente a necessidade de atualização curricular [...]”. O currículo do Ensino Médio é apontada como uma sugestão de atualização constante. Em grande parte das escolas do país, a abordagem é voltada para aplicação de expressões e resolução de problemas que exigem a simples aplicação das mesmas. Percebo que existem ações que levam o docente a introduzir temas de FMC em suas aulas do Ensino Médio, as quais podem ser impedidas, entre outros motivos, pela deficiência de materiais instrucionais avaliados em escolas. Então concordo com Ostermann e Moreira (2001, p.43), quando ao enfatizarem que: “colocar todas estas reflexões na prática da sala de aula é ainda um desafio”.

Várias ideias têm sido recomendadas em direção de um Ensino de Física mais próximo da realidade do estudante. Uma das controvérsias mais recentes é a

inclusão da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio Politécnico (EMP). O alvo principal é trazer o aluno para discussões contemporâneas na área da Física. Entendo que esse é ponto essencial para a melhoria da qualidade de ensino. Além disso, ao despertar a curiosidade do estudante, cria-se uma predisposição para receber conceitos novos, mesmo que estes sejam considerados, à primeira vista, difíceis ou complicados.

Nesta proposta, busquei captar o entendimento dos estudantes, onde pretendi expor conceitos e despertar o interesse dos mesmos e da população em geral sobre a Evolução dos Modelos para descrever a matéria desde a antiguidade até nossos dias. Os pioneiros a idealizaram a existência dos átomos foram os filósofos gregos Demócrito e Leucipo em, aproximadamente, 450 a.C. Segundo os mesmos, o universo seria formado por pequenas partículas indivisíveis. Daí a origem do nome “átomo”, que vem do grego “a” (não) e “tomo” (partes). Porém, essas ideias não puderam ser confirmadas na época, gerando apenas hipóteses.

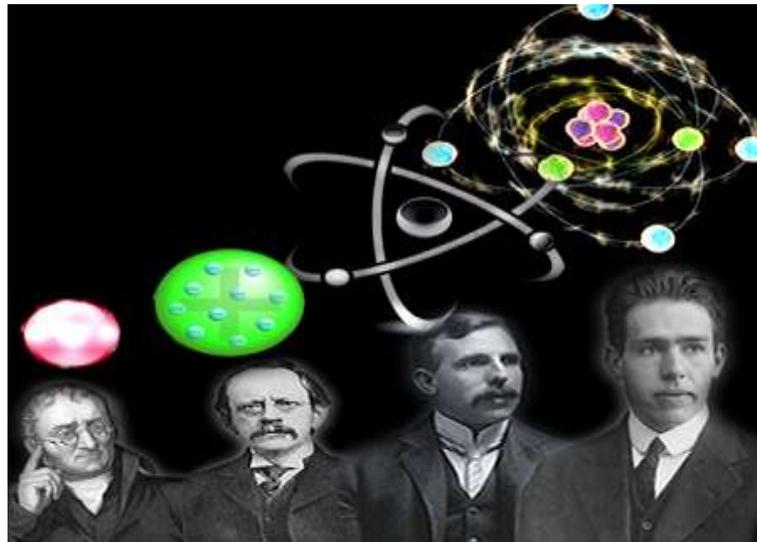


Figura 1: Contribuição de quatro cientistas para a evolução do Modelo Atômico: Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr (da esquerda para a direita) (Fonte: Mundo educação)

Mas, no século XIX, cientistas passaram a realizar análises experimentais cada vez mais precisas, em virtude dos avanços tecnológicos. Com isso tudo, não só se descobriu que o universo era realmente formado por pequenas partículas, mas também foi possível entender cada vez mais sobre a estrutura atômica. O novo modelo atômico surgiu de informações e descobertas de outros cientistas. Os conceitos que estavam corretos permaneciam, mas os que comprovadamente não

eram reais passavam a ser abandonados. Desta forma, novos modelos atômicos foram criados, até se chegar aos modelos aceitos atualmente. Ficou conhecida como a evolução do modelo atômico.

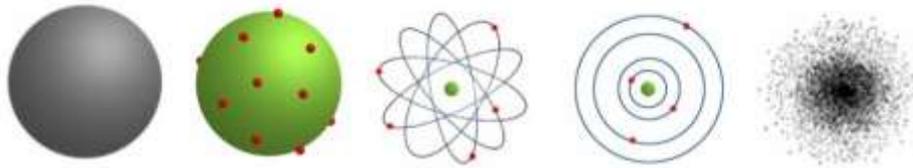


Figura 2: Evolução dos Modelo Atômico (Fonte: CFQ – Modelos Atômicos)

Para que isso realmente se torne significativo nas escolas, o ensino de Física deve ser constituído de forma que o estudante tenha contato com a linguagem própria da Física, que envolve conceitos e nomenclaturas bem definidos e que são anunciadas por meio de representação gráfica, tabelas ou analogias matemáticas.

Este novo ensino deve voltar a sua formação para a vida, promovendo raciocínio, de forma que causas e razões sejam compreendidas e que jovens possam exercer seus direitos e participem de discussões de sua comunidade, resultando em uma educação voltada para a cidadania. É a nova proposta do Ensino Médio, que visa a formação de jovens independentes de sua escolaridade futura (KAWAMURA e HOSOUME, 2003).

Proponho, nesta caminhada da escrita, estratégias que visem diminuir deficiências nos currículos de Física do Ensino Médio, pois se sugere um tema contemporâneo, Partículas Elementares e Interações, de forma contextualizada, visando promover uma formação atualizada, voltada para a cidadania, com a inserção de feitos sociais, culturais e históricos da produção do conhecimento.

Além de despertar a curiosidade dos estudantes, instigando-os e desafiando-os a buscar de maneira agradável e encantadora o assunto estudado. O tema propicia ao estudante o contato com a Física que está sendo idealizada atualmente, conforme propõe a Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991).

Posso dizer que a Física de Partículas, permite uma nova percepção do mundo microscópico, podendo contribuir para um olhar adaptado à ciência, levando em considerações conceitos e experimentações tendo a colaboração de diferentes cientistas. Com isso a Física de Partículas torna-se um tópico apropriado para

esclarecer o processo científico das teorias, bem como o funcionamento da Ciência atual na busca pela compreensão da natureza (SIQUEIRA, 2006).

Por ser um tema novo e desconhecido dos estudantes, inicio com um debate sobre o Histórico do Modelo Padrão das Partículas Elementares, para possibilitar formulações de conceitos. Desafio os mesmos a complementar o assunto com uma pesquisa na internet em sites sugeridos, levando-os a pesquisar sobre o Modelo Padrão das partículas elementares. Sugeri em seguida o uso de vídeos para aprimorar o conhecimento do estudantes.

É preciso insistir. Os conhecimentos precisam ser estudados e assimilados pelos educandos e, para isso, precisam ser vivenciados por eles. O estímulo e a compreensão dos conceitos analisados deve ser a partir de abordagens metodológicas e filosóficas da história da Ciência, como tema principal a evolução dos modelos atômicos.

A cartografia é então a oportunidade de gerar um relato acadêmico que permita dar vazão tanto à ciência global, ou seja, uma ciência integral, na qual o educador é pesquisador e pesquisado (KASTRUP et al, 2012). Isso porque, é nesse movimento inquietante e de envolvimento dimensional que se desenvolvem conhecimentos e o investigador precisa registrá-los, mesmo que para isso precise expor suas fragilidades, idas e vindas, inseguranças, tropeços e visões de mundo.

A construção ou a produção de conhecimento implica no exercício da curiosidade, sua capacidade crítica. Por isso, Freire (1999) afirma não ter dúvida alguma do enorme potencial de estímulos e desafios à curiosidade que a tecnologia propõe a serviço das crianças e dos adolescentes. Por isso, busquei a inserção das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) nas aulas de Física (VEIT e TEODORO, 2002), pois é uma forma de transformar um aglomerado de informações e pré-requisitos, em uma ciência/física articulada com o mundo tecnológico, a fim de proporcionar ao aluno sua compreensão e acesso a conceitos contemporâneos da própria ciência e/ou da Física (RICARDO e SILVA, 2005). Além de proporcionar um momento lúdico para a inserção de alguns conceitos trabalhados, uma vez que podem ser aliados na construção de conhecimentos para uma geração que está se tornando mais íntima de telas de cristal líquido do que de livros de papéis impressos.

É evidente, que no traçado das linhas do cotidiano, ha influência de tecnologias cada vez mais sofisticadas e que exigem novas habilidades a serem

desenvolvidas. De acordo com a visão oficial sobre educação em relação ao Ensino Médio, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) recomendam que:

os objetivos do ensino médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. (BRASIL, 1998, p. 207).

Apesar de eu saber e conviver com várias dificuldades encontradas no ensino e aprendizagem no componente Física nas escolas do país, o surgimento de pesquisas nesta área nos ambientes escolares e nas universidades, tem originado possibilidades de mudanças dessa realidade, principalmente com o incentivo para a atualização dos profissionais nesta área da educação.

Uma das discussões está em torno da contextualização, a qual consiste em se fazer relações ao contexto do estudante e objeto; o papel do estudante como participante e não como sujeito indiferente; a ação de compreender, inventar, reconstruir; a relação com as áreas e aspectos presentes na vida social, pessoal e cultural do aluno, entre outros. O que, segundo Vygotsky (2004), prioriza a função mediadora da cultura e da linguagem na formação do Ser Humano, dando significado para o mesmo. Ele defende que a educação vai muito além do desenvolvimento das potencialidades individuais. A passagem das relações interpessoais para as intrapessoais vai constituindo o ser humano com novas capacidades que, por sua vez, estará interferindo nesse próprio contexto, contribuindo para a sua modificação. Os educandos não se inserem no processo de ensino e aprendizagem por não perceberem aplicações dos conceitos em seu cotidiano. A constituição do sujeito a partir das interações realizadas num contexto cultural, não acontece de forma isenta deste. Abrir espaços para tornar alunos mais críticos, construir uma visão da Física que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade (BRASIL, 2002) são metas que se encontram nos documentos elaborados pelo Ministério da Educação (MEC), como por exemplo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2013).

A inserção das Unidades Didáticas Investigativas no ensino de Física (ver, por exemplo, ARAÚJO (2012) para detalhes) é uma metodologia de ensino que visa variar as formas de resgatar a construção do conhecimento no aluno, se apropriando de interações, crenças, valores, sentimentos e desejos, afetando as relações e, conseqüentemente, o processo de aprender. Estas seis Unidades Didáticas Investigativas são instrumentos que permitem incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação.

Quando aproximei os conceitos físicos de nossos estudantes, na educação básica, mostrando as aplicações em seus cotidianos, observei que esta é uma maneira de tornar a ciência mais acessível e presente em suas vidas. Percebi que, para cada debate iniciado, outros temas surgiram e todos possuíam um fator comum. Neste instante, procurei propor algumas medidas que podem ser tomadas para tornar o aprendizado dos alunos mais significativo. Por este motivo, posso afirmar que esta pesquisa buscou apresentar aos alunos de Física um aprendizado contextualizado, de maneira criativa, de forma que estes se tornem críticos, e assim o conhecimento seja significativo para suas vidas.

Com a finalidade de gerar sugestões que integrem esta proposta, apresentei aos estudantes o objetivo geral desta caminhada, que é contribuir para a atualização do Ensino Médio, por meio da implantação do tópico “Partículas Elementares e Interações” no currículo de Física do Ensino Médio; bem como os objetivos específicos. Que são:

1. Desenvolver uma Sequência Didática Investigativa (SDI), constituída de 06 (seis) Unidades Didáticas (UD), para apoio do professor.
2. Subsidiar e motivar professores de Física a introduzirem em suas aulas tópicos de Física Contemporânea, em especial Partículas Elementares e Interações.
3. Proporcionar aos agentes uma visão mais crítica do desenvolvimento da Física, facilitando o entendimento e aprendizado dos mesmos no assunto abordado, adquirindo assim conhecimentos teóricos e conceituais.
4. Estimular a participação e a curiosidade dos alunos.
5. Instigar o pensamento crítico e reflexivo sobre Física de Partículas de forma contextualizada.
6. Possibilitar a interação entre educandos e educadores, numa perspectiva dialógica do trabalho a ser realizado.

7. Despertar a atenção dos alunos para os conhecimentos da vida cotidiana que envolvam os conceitos de Física de Partículas.
8. Construir uma proposta dinâmica e de fácil compreensão pelos professores, alunos e a população em geral, para um melhor conhecimento da origem e a evolução da matéria, despertando o interesse no assunto Partículas Elementares e suas Interações.

A partir destes objetivos, nos permitimos traçar nossos planos de caminhada, sempre registrados através das anotações da cartografia pulsante. A seguir, começamos a descrever esta caminhada.

Capítulo 2

Pistas de caminhos usando os Temas Estruturadores

As Orientações Complementares aos PCN Ciências da Natureza, normalmente chamadas PCN+ (BRASIL, 2002) apresentam seis temas estruturadores para compreensão e organização do ensino de Física.

Fazendo um balanço desse documento, em geral, ele apresenta como finalidade a preparação do estudante em relação ao seu futuro, não somente visando a continuidade dos estudos, mas para qualquer de suas escolhas futuras, dando sentido ao ensino de Física, desenvolvendo uma visão de mundo atualizada e compreendendo o processo histórico da mesma, desenvolvendo novas tecnologias para aplicação no seu dia a dia (ARAÚJO, 2012).

Para acontecer a promoção e a conexão entre os componentes da área de Ciências da Natureza e iniciar o estudo da Física de uma maneira abrangente, de forma a propiciar o desenvolvimento de variadas habilidades e competências nos alunos, caberá ao docente, dentro das condições que lhe cabe, desenvolver seu trabalho organizando seus objetivos para dar ênfase na formação de um cidadão solidário e agente em transformação, diante de um mundo em constante modificação tecnológica.

Desta forma, a componente curricular Física tem como competências a serem desenvolvidas: a investigação e compreensão, representação e comunicação e contextualização sócio-cultural. Tal desenvolvimento pode ocorrer em torno de assuntos concretos, que irão se referir a conhecimentos e temas de estudo (KAWAMURA e HOSOUME, 2003). De acordo com BRASIL (2002), estes temas de discussões ou de estudos, na medida em que pronunciados com conhecimentos e competências, se tornam elementos estruturadores da ação pedagógica, ou seja, em Temas Estruturadores.

Para que o potencial pedagógico e o desenvolvimento de competências por parte dos alunos possam ser otimizados, a leitura e a compreensão do texto devem propor aprofundamento gradual do conhecimento em processo de construção, culminando em discussões, atividades variadas e produção de diversos textos pelos alunos.

Nesta trilha de representações, trabalhei com seis Unidades Didáticas, para melhor desenvolvimento dos temas estruturadores expostos, explorando seu potencial, promovendo maior integração entre os componentes curriculares das Ciências da Natureza.

Existe uma necessidade de que a escola verifique os conceitos associados e suas respectivas práticas educativas. As PCN+ sugerem temas estruturadores que pronunciam competências e conceitos e apontam para novas práticas pedagógicas.

Os temas estruturadores sugeridos (BRASIL, 2002) são:

Tema 1: Movimento, variações e conservações (unidades temáticas: fenomenologia cotidiana, variação e conservação da quantidade de movimento, energia e potência associadas aos movimentos, equilíbrios e desequilíbrios).

Tema 2: Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social).

Tema 3: Som, imagem e informação (unidades temáticas: fontes sonoras, formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens, transmissão de sons e imagens).

Tema 4: Equipamentos elétricos e telecomunicações (unidades temáticas: aparelhos elétricos, motores elétricos, geradores, emissores e receptores).

Tema 5: Matéria e radiação (unidades temáticas: matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática).

Tema 6: Universo, Terra e vida (unidades temáticas: Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão humana do universo).

Para se conduzir um ensino de forma compatível com uma promoção das competências gerais, é importante tomar como ponto de partida situações mais próximas da realidade do aluno. O primeiro passo de um aprendizado contextualizado pode vir da escolha de fenômenos, objetos e coisas do universo vivencial. Problemas do mundo real tendem a propiciar, frequentemente, soluções mais criativas e são presumivelmente mais significativos e motivadores que problemas artificiais.

Dentre esses temas e suas unidades temáticas, seguem competências mais específicas, que assinalam o objetivo da aprendizagem e servem de parâmetro para o professor avaliar suas práticas em sala de aula e verificar se estão sendo

abordandas as competências esperadas. Desses temas estruturadores, é possível extrair, dentro do tema 5, conceitos disciplinares significativos para o estudo de Física de Partículas, de forma contextualizadora e interdisciplinar. Para isso, porém, é necessário aprender a pensar de forma integrada a ordem e a desordem, pois elas estão em permanente articulação na essência da vida e nem nos damos conta. E isso é elemento central na perspectiva da complexidade (MORIN, 2009; MORIN, 2010).

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

Com base no assunto exposto, estratégias devem ser disseminadas para que estas temáticas propostas possam ser estudadas no Ensino Médio.

Em primeiro lugar temos que entender o que significa competência. Considerei os principais significados propostos no dicionário **Aurélio Eletrônico**¹:

1. Faculdade concedida por lei a um funcionário, juiz ou tribunal para apreciar e julgar pleitos ou questões.
2. Qualidade de quem é capaz de apreciar e resolver certo assunto, fazer determinada coisa; capacidade, habilidade, aptidão, idoneidade.
3. Oposição, conflito, luta.

No item 01, se trata de um poder delegado a alguém para fazer julgamentos, tomar deliberações. Enfatizemos aqui dois aspectos: competência requer uma instituição ou órgão com legitimidade para esta atribuição e que confere ou transfere aos seus possuidores um poder. O item 02 caracteriza estes poderes em termos de aptidão, capacidade, idoneidade de uma pessoa. O significado 3 assinala o contexto (situações de oposição, conflito ou luta) em que a competência se aplica. Depreende-se da suposição do dicionário que o melhor exemplo de competência é aquela que se verifica, ou que deveria se verificar, no sistema jurídico. Entende-se também que a competência menciona a situações nas quais as pessoas abrangidas em um estado de conflito ou oposição não podem ou não sabem elas mesmas darem conta da dificuldade, recorrendo à justiça para que se decida pelo melhor recurso para o conflito.

1 <http://www.dicionariodoaurelio.com>. Acesso em: 12 de jun. 2015.

Como adaptar estes significados para a área da educação? Por que fazer isto? O que se conserva, o que se modifica em relação ao que está proposto no dicionário? O que se guarda é que uma instituição – a escola – mantém o direito e a obrigação de regularizar o ensino que transmite aos alunos. Esta instrução corresponde ao desenvolvimento de competências e habilidades, não profissionais no sentido exato, mas fundamentais seja para a aprendizagem de uma profissão, seja, principalmente, para o cuidado da própria existência. Sua natureza complexa, interdependente, exige tomadas de decisões e enfrentamentos em totalidade de muitas oposições, conflitos, oportunidades diversas ou impedimentos e problemas que se expressam de formas múltiplas.

Pensando na educação básica, como citado, as competências a serem desenvolvidas não são coerentes a profissões em sua especificidade. Como se viu no dicionário, a definição tradicional de competência refere-se à capacidade ou habilidade de um profissional, regularizado por uma instituição, para apreciar, julgar ou decidir situações que envolvem conflito, luta, oposição. Um exemplo é o de uma pessoa que está doente e recorre a um médico para ser tratada.

Do ponto de vista dos gestores e dos educadores, ou seja, dos profissionais da educação, o mesmo sobrevém; espera-se que eles sejam adequados para cuidar das necessidades fundamentais dos educandos e que tenham disposição de ler, escrever etc. Nenhuma delas pode fazer isto por si mesma. Seus recursos são insuficientes e em caso de conflito relacional, brigas, disputas, nem sempre podem chegar por si mesmas a uma boa solução destes impasses. Nestes dois exemplos, contornos para a aprendizagem escolar e dificuldades ou problemas relacionais, gestores e educadores são profissionais qualificados, ou devem ser, para transformarem estas limitações em oportunidades de construção de conhecimento.

Ao desenvolver habilidades e competências propicia aos alunos a utilização de estratégias de ensino e aprendizagem específicas e variadas, cuja essência deve sempre estar relacionada com os objetivos específicos do educador e com as necessidades e a realidade dos alunos e da escola. Nas mesmas devem ser consideradas o contexto em que cada estudante está inserido, promovendo a integração entre eles e o mundo em que vivemos. Ao ser iniciado o estudo da Física de Partículas e Interações, por exemplo, pode ser abordada também uma iniciação à natureza da Ciência acoplada ao seu contexto sociocultural e à linguagem da Física.

Para que um produto educacional tenha potencialidade, o desenvolvimento de competências deve ser focado na leitura e compreensão do texto, propondo aprofundamento gradual do conhecimento em processo de construção do mesmo, finalizando em discussões, atividades diferenciadas e produção de diversos textos pelos estudantes.

Com o estudo proposto em uma das UD's aplicadas, uma possível abordagem do Modelo Padrão das Partículas Elementares e Interações contemplam os Temas Estruturadores "Universo e sua origem", "Compreensão Humana do Universo", que pode servir de introdução para o estudo de "Matéria e Radiação". Com essa abordagem, fica exemplificado, também, um ensino de Física mais conceitual e menos formalístico, e conseqüentemente mais significativo para o aluno e agente do desenvolvimento das competências e habilidades que precisam ser adquiridas por ele.

De acordo com as PCN+ (BRASIL, 2002), as habilidades e competências devem ser reorganizadas e planejadas, para melhor facilitar a compreensão dos conceitos nos alunos. Um fato a destacar é a contextualização, a abordagem para realizar a já mencionada, indispensável e complexa tarefa de atravessar o caminho lógico das competências com a lógica dos objetos de aprendizagem.

Segundo Rosário (2008), a cartografia

não se declara neutra, pelo contrário, é parte do objeto; procura tensionamentos, subjetivações e afecções; não toma distanciamento, mas se aproxima do que vai ser estudado, refletindo-se nele; não se constrói sobre modelos metodológicos prontos, mas sobre a trajetória do pesquisador; não propõe a busca da verdade, e sim um caminhar, um ponto de vista sobre o mundo, procurando conhecimentos, suas versões e sua expressividade (ROSÁRIO, 2008, p. 206, grifo nosso).

Os conceitos escolares programados, as aulas tradicionais e a desvinculação com o progresso tecnológico social não caracterizam um ensino por competência. É necessário mediar conceitos científicos voltados para a cidadania, oferecendo oportunidades para os que os mesmos compreendam os fenômenos físicos científicos e conheçam as leis de tais fenômenos.

As pesquisas realizadas no Ensino de Física e as mudanças ocorridas nas últimas décadas, representam a demanda por métodos que utilizam a organização do currículo do ensino básico de forma a contemplar o Ensino de Física por competências, através de implementação de atividades que despertam o interesse

dos alunos, a motivação, a vontade de aprender, a autonomia, o debate e o pensamento crítico para efetivar a construção imersa na realidade socioambiental do aluno.

Utilizei, como orientação para o planejamento realizado para um semestre letivo, as unidades temáticas contida nos PCN. A organização das 06 UD estruturantes foi para um semestre letivo de aplicação, sendo que o Ensino Médio no estado do Rio Grande do Sul é composto de três anos letivos, distribuídos em cada ano 1000 (um mil) horas de estudo em aula para o ensino diurno e 800 (oitocentas) horas para o ensino noturno. A organização da SDI obedece a uma mera separação com fins explicativos. Não representa uma ordem temporal dos conceitos a serem mediados. Entretanto, essa separação pode ajudar a iluminar alguns fatores negligenciados na maneira tradicional de ensinar a Física de Partículas.

A EDUCAÇÃO : UM “PORTO SEGURO” PULSANTE

Sempre quando falo em um conflito global, começo a ter em mente um conflito também na educação. Ações sociais frente a problemáticas sociais tem se notado em grande deficiência em nosso país. Não apenas tem falhado na formação de indivíduos capazes de pensar os importantes problemas econômicos, políticos, ambientais e sociais de camada mundial, como também tem reservado seu profundo conceito político e, particularmente, seu potencial para formar homens e mulheres capazes de raciocinar de forma econômica e social distinta, através da qual se pode superar o conjunto de profundas crises que vivemos e que se manifestam em crescentes disparidades e discriminações.

Nesse sentido, grandes abordagens como a da Educação Popular, define-se que o educador é um sujeito com saberes específicos, ou seja, diferentes dos saberes dos estudantes, sem que isso signifique atribuir aos saberes dos docentes maior ou menor valor, mas, sim, aceitar que são saberes adequados da experiência do docente. A esse respeito, Freire (1986) ressalta:

A experiência de estar por baixo leva os alunos a pensarem que se você é um professor dialógico, nega definitivamente as diferenças entre eles e você. De uma vez por todas, somos todos iguais! Mas isto não é possível. Temos que ser claros com eles. Não. A relação dialógica não tem o poder de criar uma igualdade impossível como essa. O educador continua sendo diferente dos alunos, mas – e esta

é, para mim, a questão central - a diferença entre eles, se o professor é democrático, se o seu sonho político é de libertação, é que ele não pode permitir que a diferença necessária entre o professor e os alunos se torne antagônica. A diferença continua a existir! Sou diferente dos alunos! Mas se sou democrático não posso permitir que esta diferença seja antagônica. Se eles se tornam antagonistas, é porque me tornei autoritário. (FREIRE, 1986,p. 117).

Torna-se fundamental dar significado a ricas práticas da educação, no contexto especial de disputa de sentidos, caracterizado pela submissão majoritária das políticas públicas ao protótipo do capital humano, em oposição à emergência de movimentos sociais, de paradigmas alternados que buscam restabelecer o caráter de direito e projeto ético e político à prática educativa.

É indispensável fazer uma significação global, buscando soluções diferenciadas para a economia dominante. Não posso guardar silêncio. Devo exigir respostas aos nossos questionamentos, buscando a compreensão dos fatos e soluções para os mesmos. Acredito eu, que faço parte da construção de saberes. O resgate de um pensar de Educação Científica e Tecnológica mobiliza equipes interdisciplinares. A construção de uma cidadania crítica, de científicos cidadãos, forma agentes capacitados em uma corrente contemporânea. Agentes capazes de vincular-se a movimentos que reivindicam uma transformação da ordem social, com vistas à justiça social e ambiental, com a intenção de entender e discutir soluções aos problemas de nosso planeta. A educação que todos nós precisamos para um mundo que queremos vem sendo tema no desenvolvimento da construção dos Projetos Pedagógicos em nossas escolas, na conjuntura atual. Trata-se de estabelecer um sentido emancipador dos processos, entendidos como o desenvolvimento de recursos da comunidade para fazer política, gerar conhecimentos, potencializar os saberes e aprendizagens que se produzem nas ações democráticas, organizações participativas, uniões com organizações e a permanente e necessária “ponderação radical pragmática” (FREIRE, 1996).

Tudo isso implica em um circuito cortês e cognitivo, uma mudança paradigmática na maneira de entender a educação, uma fissura a novos pontos de vista sobre os objetivos sociais, tais como: do bem viver, dos bem comuns, os da ética do cuidado, entre outros, sobre os quais se devem abrir um grande cerco de discussão e socialização. Uma educação para a mudança e para a transformação pessoal e social.

Novos paradigmas e pontos de vista devem ser a representação para movimentos nos novos assuntos em destaque. Outros diversos conceitos consequentes têm por finalidade buscar um movimento cidadão, capaz de envolver os diferentes intérpretes no artifício educativo-trabalhadores na educação, estudantes e a comunidade em geral.

Outro fato importante em destaque é que precisamos lutar por uma mudança profunda na educação, contribuindo com experiências pedagógicas inovadoras (FINO, 2011), construindo um processo autocrítico nos educandos, onde envolve a democratização da ciência e tecnologia. Precisamos de um saber contextualizado, oriundo de informação científica, tomado de decisões democráticas.

Uma escola com educação científica é necessária no contexto do mundo que vivemos. Ela vem engajada em projetos concretos, compromissos sociais, fundamentada na investigação e com grande autoestima dos alunos, educadores e comunidade em geral.

Tudo isso é consistente com a percepção libertadora da educação popular, que se sustenta de múltiplas experiências pedagógicas para formar outra cidadania, capaz de cuidar e planejar a própria vida, de conviver entre seres humanos em harmonia com o ambiente em que vive. É necessário reivindicar o direito a aprender. Uma educação pertinente, relevante, transformadora, crítica, deve ter como fim a promoção da dignidade humana e a justiça social e ambiental.

A educação que queremos demanda gerar estrategicamente uma educação que contribua para uma redistribuição social dos conhecimentos e do poder, que potencialize o significado de autonomia, solidariedade e diversidade que promulgam os novos movimentos sociais. O fato é promover uma educação crítica e transformadora que preserve os direitos humanos e os de toda comunidade de vida, que promova especificamente o direito a participação cidadã nos espaços de tomada de decisão.

Para o Brasil contemporâneo, vemos a necessidade mediar estratégias pedagógicas em nossas escolas. Perguntas e enquetes não são os únicos recursos para conhecer as concepções prévias dos alunos com relação aos fenômenos e conceitos estudados na educação científica. Nele temos valores, relações sociais, ligados a tecnologias digitais. E ainda, estímulos, informações, interação física e interação virtual, atenção, memória, seleção de estímulos, emoção e recompensa. Com isso tudo, os profissionais em educação têm que estar convivendo e

aprendendo a controlar seus próprios comportamentos, assim como os de seus agentes/estudantes que estão envolvidos. É preciso também estar atento ao fato de que não basta apenas conhecer as concepções prévias, se elas não forem utilizadas nas estratégias de ensino/aprendizagem, de maneira que é necessário sempre discutir e retomar essas concepções ao longo do processo educativo do contexto sociocultural em que vivem.

DIÁLOGO COM A EPISTEMOLOGIA DA CIÊNCIA: UM CAMINHO PARA ORIENTAÇÃO

Com o intuito de indagar o emprego dos temas estruturadores na construção do conhecimento pelos educandos de forma significativa, em sala de aula, foi planejado e construído de forma minuciosa um material didático (em anexo) para a inserção de Física de Partículas na forma de Sequência Didática Interativa (OLIVEIRA, 2013) com 06 Unidades Didáticas (UD). Este material busca integrar temas estruturantes no Ensino de Física, de forma contextualizada, dinâmica, enunciada com o desenvolvimento de habilidades e competências, buscando um aprendizado significativo. Com tudo isso, neste tópico, trazemos algumas referências epistemológicas científicas que embasam o desenvolvimento desta Sequência Didática Interativa (SDI), logo as Unidades Didáticas.

Inicialmente, mostramos os principais conceitos que fundamentam este trabalho de pesquisa e servem de base para o desenvolvimento da mesma. Os pressupostos em que nos apoiamos é a visão de Feyerabend e o Pluralismo Metodológico.

Paul Feyerabend (1997) faz uma análise da ciência que projeta na perspectiva de um circuito de pressupostos epistemológicos, ontológicos, antropológicos e pedagógicos, que ultrapassam um ajuste puramente metodológico. Propõe que o trajeto no mundo que almejamos descobrir, como uma instituição em sua grande maioria desconhecida. Ele enxerga a ciência, como um modo de idealizar, dando-lhe significado, compreensão a uma e muitas ideias. Diz ainda que não temos fatos novos e sim fatos sempre sujeitos ao contágio fisiológico e histórico-cultural em destaque.

Com tudo isso, podemos pensar que história da ciência e dos fatos que alimentamos e mediamos no dia a dia com os educandos não deixa de ser um

“labirinto de interações”, como se refere Feyerabend (1997). A educação científica deve ser harmoniosa, com atitude humanista, libertadora e gratificante, junto à tentativa correspondente de descobrir os segredos da natureza e do homem (FEYERABEND, 1977). Essa organização de hipóteses se faz presente no entendimento de conhecimento:

O conhecimento ... não é um gradual aproximar-se da verdade. É, antes, um oceano de alternativas mutuamente incompatíveis (e, talvez, até mesmo incomensuráveis), onde cada teoria singular, cada conto de fadas, cada mito que seja parte do todo força as demais partes a manterem articulação maior, fazendo com que todas concorram, através desse processo de competição, para o desenvolvimento de nossa consciência. Nada é jamais definitivo, nenhuma forma de ver pode ser omitida de uma explicação abrangente, a tarefa do cientista não é mais a de buscar a verdade ou a de louvar a Deus ou a de sistematizar observações ou a de aperfeiçoar previsões. Esses são apenas efeitos colaterais de uma atividade para a qual a sua atenção se dirige diretamente e que é tornar forte o argumento fraco, tal como disse o sofista, para, desse modo, garantir o movimento do todo (p.40-41).

Ao assinalar meus conceitos e pesquisas tenho que fundamentar-me em diferentes artifícios de conhecimentos. Neste sentido, para mim, pesquisadora/mediadora, é fundamental a assimilação dos conhecimentos em todos os contextos, ou seja, usar os mesmos a favor da compreensão. Para Feyerabend, não existe um conjunto de regras ao conhecimento científico. O histórico da ciência é muito complexo e rico nas suas articulações. Posso buscar enormes alternativas para a construção e contextualização do conhecimento. Deste modo, proporciono aqui, temas abordados e levantados de forma que os artifícios e hipóteses de como obtermos conhecimentos variados, possa ser articulado para o desenvolvimento de nossa aprendizagem, especificamente no Ensino de Física, para que juntas possamos desenvolver as 06 (seis) Unidades Didáticas (UD), cujo desenvolvimento será relatado neste trabalho.

A QUESTIONADA E SURPREENDENTE CONTEXTUALIZAÇÃO

Primeiramente, devemos considerar o significado da palavra contextualização. De forma geral, contextualização é o ato de vincular o conhecimento a sua origem e a sua aplicação. O conceito de contextualização entrou em discussão com a reforma

do ensino médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação - LDB nº 9.394/96 – (BRASIL,1996), que tem como expectativa a compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano. Assim como, os PCN (BRASIL, 1998), que são roteiros que orientam a escola e os educadores na aplicação de uma nova amostra, organizados sob dois grandes eixos estruturadores principais: a interdisciplinaridade e a contextualização.

Em seu artigo 28º, a LDB indica como isso pode ser estruturado, por expor que “os sistemas de ensino promoverão as adaptações necessárias à sua adequação às peculiaridades da vida rural e de cada região, especialmente” (BRASIL, 1996). Isso significa que o ensino deve levar em conta o dia a dia e a realidade de cada região, as experiências vivenciadas pelos educandos, suas possíveis áreas de atuação profissional, como eles são capazes de operar como cidadãos; enfim, ensinar levando em conta o contexto dos estudantes.

O conceito da contextualização sugere a intervenção do estudante em todo o processo de ensino e aprendizagem, fazendo as interações entre os conhecimentos. O estudante será mais do que um mero espectador, como costumava ser no ensino clássico, mas ele passará a ter um desempenho central, será o astro principal; como um influente que pode resolver problemas e mudar a si mesmo e a sociedade em que vive. Sendo assim, para que o estudante possa ter o prazer e o gosto pelo conhecimento, entendendo sua importância, o docente precisa definir de que maneira irá mediar os conceitos definidos e, depois, adotar as decisões didáticas e metodológicas necessárias para que o ambiente de aprendizagem contextualizada seja eficaz.

Outro ponto importante a destacar no trabalho do professor é criar situações comuns ao dia a dia do educando e o fazer interagir ativamente de modo intelectual e afetuoso, mostrando este cotidiano na sala de aula e aproximando-o do conhecimento científico. Isso é sempre possível, pois os contextos de experiências vivenciadas pelos educandos e pela escola são diversos e praticamente inesgotáveis, e podem ser aproveitados para vida e dar significado ao conhecimento.

Os assuntos que podemos abordar são aspectos relacionados a problemas ou fenômenos físicos, econômicos, sociais, ambientais, culturais, políticos, etc. Não necessariamente podem estar diretamente ligados aos educandos, mas fazer menção também aos seus familiares, desde que os mesmos estejam de uma certa forma envolvidos com a circunstância apresentada.

Segundo Siqueira e Pietrocola (2006) na modificação do saber, para o ambiente de aprendizagem na sala de aula – a Transposição Didática (CHEVALLARD, 1990), uma cadeia de fatores influenciam no aprendizado do novo conceito a ser estudado. Ele se adapta a uma sequência, em uma linguagem, em exercícios e atividades, tendo como finalidade o aprimoramento do aprendizado.

Assim, se os conceitos forem bem administrados, de acordo com Brasil (2000),

(...) ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino promove aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. A contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas (p. 78).

Ao fazer uma análise sobre a contextualização, percebe-se o quanto essa é importante no ensino de Física em nossas escolas. Os estudantes absorvem essas expectativas. Por isso que devemos repassar aos professores em formação os resultados assim adquiridos ao longo de pesquisas nesta área, conseguindo dessa maneira iniciar a reestruturação de seus conceitos iniciais, pois a mudança partirá dos docentes através de suas ações e do planejamento e, sala de aula.

Para que a contextualização torne parte do dia a dia de cada professor, no planejamento de suas aulas, é um desafio que deve ser tratado tanto na formação inicial quanto na continuada (LOBATO, 2011). Outra maneira que pode dar subsídio ao professor, é o desenvolvimento de objetos de aprendizagem contextualizados, onde o professor possa se sentir mais a vontade e seguro em suas práticas pedagógicas.

Desse modo, diante do revelado, percebemos que para que o ensino seja contextualizado não podemos fazer uma generalização dos conceitos estudados, mas levar em consideração todos os recursos envolvidos neste contexto. É indispensável que a contextualização se torne um fator presente para tornar a aprendizagem mais significativa em nossos educandos. Quando fizemos associações de nossas experiências de vida cotidiana com os conhecimentos adquiridos espontaneamente, esse elemento se torna expressivo para o aluno.

Capítulo 3

Por Onde Passei...

São muitos os caminhos por onde passei, pois as pistas da investigação se dão de forma não linear e essencialmente dotada de definição. Nesse exercício, registrei alguns dos principais pontos e traçados que delinearão meus caminhos de interpretação até chegar à dissertação.

Quando se fala em aprendizagem no contexto coletivo, lembro de Paulo Freire. Este reporta a concepção do diálogo, em que é uma relação horizontal, onde o educando e o professor/educador são sujeitos e fazem e refazem o decorrer da história (FREIRE, 1992). Esta minha interação com os educandos se dá através do coletivo e do diálogo, o que torna meu trabalho de professor mais dinâmico e cooperativo. Tomo esta prática, de valorizar o aluno e instigá-lo de forma coletiva, contribuindo para uma aprendizagem significativa no processo ensino-aprendizagem.

Conforme Freire (1992), o diálogo coletivo deve ser compreendido como “o encontro amoroso dos homens, que mediatizados, pelo mundo, o pronunciam, isto é, o transformam, e, transformando-o, o humanizam para a humanização de todos” (p. 43). Eu que faço parte e represento a classe dos educadores neste momento, percebo a necessidade de nos relacionarmos uns com os outros, interagindo cada vez mais, integrados com o mundo e catalogando com a realidade em que vivemos.

Não é muito fácil encontrar métodos/pistas que trazem informações sobre o tema determinado. Porém, quando eles surgem, são de fácil acesso, no entanto, trazem diversas informações a respeito da Física de Partículas. Por exemplo, temos revistas e livros de divulgação científica. Esses materiais aparecem, então, como uma possibilidade de introdução para o debate desse tópico. Partindo da verificação principal de que o ensino de Partículas Elementares no Ensino Médio constitui um desafio para nós docentes escolares (MOREIRA e OSTERMANN, 2000), temos que ter como finalidade a investigação dos sentidos atribuídos pelos educandos do Ensino Médio, assim como a pesquisa e a reflexão sobre a importância do ser educador, conhecer e pesquisar não somente os conceitos introdutórios didáticos, mas também o contorno do tema estudado para cada estudante no cotidiano (NÓBREGA e MACKEDANZ, 2013). Destaco também a importância da física de

partículas para esses educandos após a aplicação das UD's e qual a contribuição delas para o entendimento do tema abordado.

COMO COMECEI A CAMINHADA...

O método cartográfico consiste na própria experimentação do objeto em relação ao processo. O estar junto, acompanhando e relatando o processo de pesquisa chamou a minha atenção em melhor descobri-lo. Tanto que após a definição por este método, comecei uma constante busca de como eu iria me orientar por este, o que iremos aqui explicar. Com o método denominado cartografia pulsante, a representação está muito presente em termos de reprodução e reflexão nos fatos apresentados. A distinção entre sujeito e objeto existe para garantir que o saber produzido possa ser validado de modo coletivo.

Sendo assim, é um resultado de um mapa tracejado de escrita, misto de fluxo de descobertas e reflexões sobre as mesmas, dentro de um panorama amplo. Cartografar é acompanhar os processos em tudo o que lhe põem o desejo em movimento (KASTRUP et al, 2012). Minha visão cartográfica se construiu a partir da relação com o próprio objeto em relação ao processo envolvido, idealizando procedimentos à medida que nossa relação objeto X processo acontecia. Peregrinando, pesquisando, nosso foco de atenção inicial é na criação de documentos de processo, ou seja, um diário de bordo, onde ali ficam registrados todos os apontamentos físicos e concretos do processo criativo. Para Salles (1998), os registros são retratos temporais de uma geração que agem como códigos do percurso criativo. Estamos conscientes de que não podemos ter acesso direto ao elemento mental que os apontamentos materializam, mas sim estes podem ser analisados de forma física através da qual esse fenômeno se manifesta. (p. 17).

A identificação pelo método cartográfico se deu pelo fato de que o mesmo acompanha uma ideia, registra os caminhos pelos quais iremos seguir, e deixa-nos maravilhados pelos depósitos de curiosidades ao percorrer a caminhada da pesquisa. O método está na relação entre objeto e processo e por isso se faz indispensável pesquisar atuando para entender as questões iniciais, analisando e dirigindo para entender questões de desempenho. E, em função disso, é algo a ser descoberto e constantemente problematizado.

Ainda podemos pensar que a cartografia é um método que busca desenvolver estágios de acompanhamento de processos e para isso se diferencia de métodos

rigorosos que buscam representar o objeto retirando-o de seu fluxo e afastando-o do sujeito. Isso significa que podemos ter uma possível resposta para se tomar como orientação, mas ainda restam outras a esclarecer.

Por muitos anos, tal termo ficou limitado ao campo das ciências geográficas, mas atualmente não é mais usado somente neste sentido. Passou a ser analisado no aspecto da multiplicidade e da pluralidade, ou seja, a cartografia de Deleuze e Guattari (1995), busca em diferentes territórios as especificidades necessárias para compor uma área eficaz.

Sendo assim, uma pesquisa cartográfica procura, em diferentes estágios, as especificidades para constituir uma nova visão, ou seja, não visa construir um roteiro que sirva de guia para todas as visões, até porque cada olhar é único e modifica com as experiências do observador, neste caso o pesquisador/educador. Porém, nesse caso, busca compreender as dinâmicas, os andamentos e as intensidades que se mostram nos elementos. Este método se difere de métodos severos, a cartografia não aponta isolar o elemento de suas tensões históricas nem de seus atrelamentos com o mundo e a sociedade em que vive (KASTRUP et al., 2012). Pelo contrário, a finalidade da cartografia é justamente esquematizar um circuito de energias à qual o elemento ou fenômeno em questão se encontra interligado, descrevendo suas processualidades. Desse modo, é extraordinário pontuar a experiência cartográfica como uma procura pelo aprofundamento do modo de apreciar o elemento e de construir a investigação. A cartografia desmistifica expressões concluídas. É importante e necessário pensar que ela não é um método pronto e abotoado para se aplicar em uma investigação, mas podemos pensar nela como uma decorrente de processos metodológicos, que vai sendo estabelecida a partir dos diversos caminhos que o educador faz no decorrer da sua investigação.

APRENDIZAGEM: TRILHAS PARA CULTIVAR SIGNIFICADOS.

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio:

(...) toda relação didática está definida dentro da escola, a noção de competências pretende que o aluno mobilize seus conhecimentos em contextos distintos daquele em que aprendeu, para se relacionar com o mundo. Num tempo posterior, a escola e o professor saem de cena,

e espera-se que o aluno continue a manter uma relação independente com os saberes escolares constituído. (BRASIL, 2009, p. 48)

A obra-mestra de ensinar norteia o trabalho do educador e compreende algumas habilidades por parte do docente. Dentre elas, a mudança de conhecimento para contemplar a aprendizagem de forma expressiva. A troca didática ocorre no espaço escolar como uma evolução de saberes, visando promover a formação de conceitos por parte do aluno. Nesse campo, os saberes escolares no ato de ensinar podem ser construídos por competências com o intuito de eliminar a distribuição fragmentada e repetitiva dos conceitos para tornar os ensinamentos escolares proveitosos, contextualizados e de possíveis reflexões em seus aspectos práticos e igualitários.

A Teoria Histórico-Cultural (VYGOSTKY, 2004) é, hoje, referência para muitos estudos em Educação. Ela contribui para a compreensão da formação social do sujeito e sua interpretação do papel diferenciado que a educação possui neste processo, a habilita como concepção de homem e de mundo em condições para fundamentar a concretização de uma prática pedagógica docente que, filosoficamente, leve a compreensão de que educar é um ato político, ético e moral, contextualizado numa cultura e representante de uma história, realizado num artifício de aprendizagem assinalado por múltiplas intercessões.

Aproximar os conceitos científicos, em especial os físicos, de nossos estudantes em toda a educação básica, mostrando as aplicações em suas vidas é uma maneira de tornar mais acessível, de ótimo significado para os estudantes e livre de concepções alternativas e/ou errôneas que geram pré-conceitos.

Nesta perspectiva, entendi que é imprescindível repensar no ensino de Física. É necessário trabalhar com nossos estudantes do Ensino Médio elaborando outras táticas metodológicas que gerem a contenda e a análise sobre temas atuais e que apreciem os conhecimentos prévios dos mesmos, na finalidade de contribuir para a construção do grandioso conhecimento científico.

Um tópico importante a ser destacado no aprendizado é a pré-disposição para aprender. Os educadores desenvolvem materiais inovadores para mediar o conhecimento potencialmente significativo, porém quando aplica-os em sala de aula, alguns estudantes não apresentam uma disposição para o aprendizado. Para que a

aprendizagem se torne significativa, de acordo com Moreira e Masini (2001), o estudante deverá ter um condicionamento de relacionar o objetivo do novo material, de maneira não arbitrária e não literal, à sua composição cognitiva.

Para os Parâmetros Curriculares Nacionais par o Ensino Médio:

A aprendizagem significativa pressupõe a existência de um referencial que permita aos alunos identificar e se identificar com as questões propostas. Essa postura não implica permanecer apenas no nível de conhecimento que é dado pelo contexto mais imediato, nem muito menos pelo senso comum, mas visa a gerar a capacidade de compreender e intervir na realidade, numa perspectiva autônoma e desalineante. (BRASIL, 2000, p. 22).

Conforme as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2009), algo que nos chama a atenção é o fato que devemos gerar momentos em que os educandos sejam estimulados a expor suas ideias e perceber a importância delas dentro e fora do contexto de ensino. Isso nos leva a acreditar que essa seja uma das formas de ser conseguir uma aprendizagem significativa.

Segundo Santos (2008):

A verdadeira aprendizagem se dá quando o aluno (re)constrói o conhecimento e forma conceitos sólidos sobre o mundo, o que vai possibilitar-lhe agir e reagir diante da realidade. (...), não há mais espaço para a repetição automática, para a falta de contextualização e para a aprendizagem que não seja significativa. (p. 73).

Uma forma de cultivar significados na aprendizagem pode ser classificada em duas tipologias não excludentes, sendo que uma se refere ao que se aprende e a outra como se aprende (MOREIRA e VEIT, 2010).

Quando pensamos em aprendizagem de representações, está se referindo ao tipo mais básico de aprendizagem significativa, na qual os demais acoplam. Esse tipo de aprendizagem abrange a atribuição de significado a um determinado marco, ou uma palavra. O marco passa a organizar para o que está aprendendo aquilo que seus indicativos significam.

A aprendizagem de conceitos, ainda pode ser analisada sendo uma aprendizagem de representações, pois conceitos também são representados por marcos. Porém, os conceitos são comuns, representam abstrações da propriedade essencial do respectivo que indica harmonia em fatos ou elemento.

O fato de cultivar significados para a aprendizagem se dá no instante em que um novo conceito ou informação é fundamentado nos teores já existentes do

conhecimento cognitivo dos alunos. Nesse contexto, a aprendizagem passa a ser mais dinâmica e prazerosa, pois os estudantes se sentem motivados e valorizados. Moreira (2006) afirma que, para Ausubel:

A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação de nova informação com um estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos, proposições relevantes, preexistentes nas estruturas cognitivas do aprendiz (p. 152).

Moreira (2006) nos informa que Ausubel “vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimentos são ligados a conceitos mais generalizados, mais inclusivos” (p. 7-8).

Para Ausubel, o processo de ensino e aprendizagem está focado no desenvolvimento de conceitos, que são previamente construídos pelos estudantes no seu cotidiano. Este conjunto de conceitos ou idéias, entendido como estrutura cognitiva, sobre determinado assunto encontra-se armazenado na estrutura cognitiva dos indivíduos, e/ou uma hierarquia de conceitos. A aprendizagem só se torna significativa quando novos conhecimentos serão incluídos aos já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes (MOREIRA, 2006).

Quando Novak integra a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, estabelece uma nova teoria da educação que enfatiza o fato de que a educação é compreendida como um conjunto de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras. Portanto, a partir deste contexto que surgiram os *Mapas Conceituais*, os quais trouxeram um grande subsídio para uma enorme dinamização e aperfeiçoamento dessa teoria, sendo utilizado neste trabalho inclusive, dando um grande suporte na aprendizagem dos alunos (NOVAK, 1999).

Moreira (2010) defende a aplicação dos Mapas em sala de aula, para facilitar a compreensão dos alunos nos conceitos estudados. Para o autor, os Mapas Conceituais fazem o arranjo e a hierarquização de conceitos que objetivam o preparo conceitual de uma associação de conhecimento.

Capítulo 4

Um traçado cartográfico da Sequência Didática Interativa

O primeiro passo para este labirinto de informações foi a elaboração de uma Sequência Didática Interativa (SDI) sobre “Partículas Elementares e Interações”. Ao aproximar a estrutura conceitual da matéria que se quer estudar aos estudantes, agentes neste processo, tem-se criado estratégias para a aprendizagem.

A proposta do trabalho apresentada neste mapa de conceitos, a partir da SDI está fundamentada na pesquisa qualitativa. Dei preferência por este tipo de método de pesquisa, devido às ações que em que o trabalho foi sendo desempenhado. O mesmo aconteceu em uma escola de Educação Básica, onde fiz a análise do contexto. Como as SDI nos dá uma liberdade de planejamento, foram observadas muitas peculiaridades de uma escola popular, dentre elas a flexibilidade do currículo e o calendário escolar.

Devido à flexibilidade dos currículos nas escolas, a análise foi qualitativa por ser a mais adequada no momento da investigação. Isso ocorreu por ser uma escola de educação básica, onde tem diversas atividades e programas proporcionados pela mantenedora em turno integral, que integram os alunos em diversas ações. A importância por este tipo de análise é compreender o significados que os sujeitos da investigação (educandos) atribuem a suas ações e ao conhecimento adquirido. Para que isso ocorra é indispensável à participação ativa do investigador (professor/mediador) que se insere na trajetória do interesse (sala de aula). A abordagem desta análise está fundamentada na teoria de mediação de Vygotsky (2004).

Coerente com esses referenciais, a proposta de construção e aplicação da SDI ocorreu devido à liberdade de planejamento que pode ser utilizado. Assim, como uma das finalidades desta análise é a inclusão dos temas estruturadores em sala de aula, uniu-se os dois métodos, Temas Estruturadores e SDI (ARAÚJO, 2012).

Contudo, nesse sentido, partimos para o planejamento do material, o qual ocorreu em três etapas, a partir dos pressupostos teóricos contidos nas PCN+ (BRASIL, 2002), onde os temas estruturadores são propostos. A primeira incidiu em

uma conversa informal com a equipe gestora da escola para compreendermos o que essa sabia e pensava sobre os documentos oficiais, temas estruturantes, sequências didáticas, entre outros; e após esse diálogo com os docentes, iniciou-se o planejamento. O planejamento da SDI ocorreu de forma a considerar todos os pressupostos teóricos, explicitados neste trabalho e as contribuições da equipe gestora da escola que participaram do primeiro momento de construção do material. O planejamento da mesma foi projetada, priorizando que qualquer educador possa utilizá-la, e deixando-a aberta para modificações em relação à ordem das atividades propostas. Posteriormente a proposta foi apresentada para outros mestrandos e professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), em um Workshop na Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Minas Gerais, para uma análise crítica do material, antes da aplicação, pois assim poderiam ocorrer reformulações e adaptações. Por último, partimos para a aplicação do material para avaliarmos sua potencialidade em relação à elevação de um aprendizado significativo dos estudantes, o qual será exposto no próximo capítulo. Dessa forma, neste capítulo apresentamos o motivo da escolha de se trabalhar com uma Sequência Didática Investigativa, as principais características do material titulado e por fim um pequeno recorte das falas dos entrevistados que a analisaram antes de sua aplicação.

As Sequências Didáticas Investigativas (SDI) e Unidades Didáticas (UD) são estilos rotativos de idealização, preparação, mediação e coordenação das atividades construídas em sala de aula. Esta maneira de planejar ressalta os conhecimentos que o aluno traz, assinalando e colaborando para o desenvolvimento de propostas interdisciplinares. De acordo com Moraes e Gomes (2007), o mesmo princípio utilizado nas Unidades Didáticas, se aplica a ideia de Unidades de Aprendizagem, Situações de Estudo (SE) ou Campos de Estudos (CE), a denominação irá depender do autor, porém o discurso pedagógico será semelhante.

Zabala (1998) determina Unidades Didáticas como:

[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos. [...] Estas unidades têm a virtude de manter o caráter unitário e reunir toda a complexidade da prática, ao mesmo tempo que são

instrumentos que permitem incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação. (p. 18)

Estas unidades de forma alguma ampliam apenas uma maneira de relacionar conceitos, pelo contrário, sempre agregam, ainda que não explicitamente, conceitos procedimentais e atitudinais. Nasceram de forma a organizar o currículo a partir das reformas educativas acontecidas em diferentes países ao longo das últimas décadas. Proporcionam raízes de diferentes modelos educacionais, como a Pedagogia de Projetos, do início do século 20, experimentada e abraçada presentemente como Projetos de Aprendizagem (MORAES e GOMES, 2007). Este tipo de metodologia, também está conectada ao movimento construtivista, o qual entende que estudamos quando somos capazes de elaborar uma representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo que pretendemos aprender (Solé e Coll, 2009) e que preza a importância do envolvimento ativo dos estudantes para o aprendizado.

Segundo Moraes e Gomes (2007):

São modos coletivos e participativos de construção de currículos, inserindo-se na perspectiva dos movimentos pós-modernos de valorização do diferente, do respeito às diversidades e da criação de oportunidades para que as diferenças possam manifestar-se. (p. 263)

A EXPERIÊNCIA DE LEITOR QUE REGISTRA....

No decorrer do processo de investigação, percebi a representação traçada e rascunhada em minha “cartografia pulsante”, interpretando tanto os pontos quanto as conexões e trajetos que me levaram de um lugar ao outro, e me vi provocada de modo bastante desconcertante, no momento da escrita da dissertação. Como anotar e narrar o pensamento em agitação que tem múltiplos inícios e ainda mais pontos de saída, para não falar em término? Na cartografia acabamos criando mapas que visualmente parecem mais labirintos onde há início e muitos fins. E no qual os inícios e os fins podem ser quaisquer dos pontos. Têm-se então inúmeras maneiras de ler os assuntos demarcados e as passagens trilhadas.

Compete registrar ainda o quanto faz parte de meu perfil o hábito de buscar registrar o que estou fazendo, pensando, lendo, vivendo. Creio que por meio da elaboração de tabelas, e mais tabelas, sinto segurança em minhas batalhas, por isso, o exercício da cartografia teve uma porção extra de desafio.

Diante disso, em um dado instante da pesquisa, foi imprescindível tomar decisões de como começar a narrativa do trabalho, já que para expor minha caminhada – como em qualquer outro trabalho acadêmico – seria necessária uma condução linear na construção do texto, que por sua vez, não impedirá o leitor de trilhar rotas de pensamento e interpretação totalmente diferentes da apresentada.

Ainda tendo uma proposta predominantemente teórica, percebo que a construção do texto do trabalho só é possível pelo atravessamento dos dados das *realidades* observadas na educandário onde trabalho, e onde este estudo foi aplicado. Estes, mais que ilustrativos, são na verdade informações que tensionados com as bases teórico-metodológicas constituem a interpretação e o texto em si, principalmente por estar falando de cartografia, que de modo sucinto pode ser caracterizado como uma conexão de mapas mentais e interpretativos de realidades sempre flutuantes.

Mesmo através do registro cartográfico, como já referido, nem sempre se está preparado para encarar de pronto suas revelações. Por isso, considero curioso observar que essa Sequência Didática Interativa (SDI) e o tensionamento teórico e empírico tem uma espécie de composição “mágica”, como reconhece Lopes (2010), quando um assunto do senso comum se transforma em tema de pesquisa e pelo amadurecimento teórico e construção conjunta com o empírico, nasce um objeto de estudo.

Após muitas idas e muitas vindas, consegui traçar o que possivelmente vem a ser um registro desta longa trajetória de bom emprego da SDI em uma turma de alunos do Ensino Médio.

Como mencionei anteriormente, fui registrando pontos principais, aos quais, posteriormente, retornei costurando informações empíricas, teóricas e metodológicas, formando não mais um conjunto de pontos, mas linhas que marcam a caminhada de compreensão da SDI.

A FÍSICA DE PARTÍCULAS: UMA VISÃO DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Como pude observar, para que um novo saber permaneça ou resista nos livros didáticos e alcance o professor e a sala de aula, deve apresentar as características indicadas como salientes por Chevallard (1991). Assim, se nós professores pretendemos inserir a Física de Partículas no Ensino Médio, esse novo saber deverá apresentar estas características. A partir de agora, vou delinear e analisar a Física de Partículas Elementares enquanto saber a ensinar, através da Transposição Didática (CHEVALLARD, 1991).

A Física de Partículas é uma área da Ciência Contemporânea que busca compreender de que forma os constituintes elementares da matéria interagem e que procura responder a duas questões primordiais: quais são os constituintes elementares da matéria? Quais são as forças e leis fundamentais que agem sobre essas representações?

Na constante busca desses elementos, ela fez com que a visão de mundo fosse modificada, passando por várias maneiras de ser interpretada até chegar à forma atual. Além disso, as pesquisas atuais nessa área trouxeram um grande avanço tecnológico para a sociedade como um todo, mas sabemos que existe muito ainda a ser pesquisado. Sabe-se ainda muito pouco sobre o Universo, apesar dos estudos modernos terem trazido luz sobre diversos assuntos. Muitas questões ainda estão por ser respondidas, fazendo com que configure, atualmente, entre as três grandes áreas de maior investimento na pesquisa científica (Genoma Humano, Cosmologia e Partículas Elementares), mostrando estar presente na pesquisa de ponta, na fronteira da ciência.

Tentei mostrar aqui que é necessário apresentar essa área de conhecimento para o Ensino Médio, tentando expor aos jovens alunos uma visão mais atual da estrutura da matéria, acessando o mundo microscópico, que é descrito com teorias para as interações, e, ainda, fazer com que eles interajam mais com a ciência, compreendendo um pouco do que está sendo pesquisado hoje nos Grandes Laboratórios mais sofisticados do mundo, como o Centro Europeu de Pesquisas Nucleares, (CERN). Sendo que esse conceito pode mostrar um pouco mais sobre o funcionamento da ciência, que é dinâmica e passível de mudança, contribuindo, assim, para uma aproximação maior do educando com a ciência e extinguindo alguns estereótipos trazidos por seus preconceitos sobre a Física e o cientista.

O assunto pode ser tratado historicamente, com apresentação das diversas teorias que se sucederam, levando os alunos a perceberem que os conhecimentos científicos não são verdades absolutas, sendo um aspecto importante da visão atualizada das ciências. (ALVARENGA, 1994, p.191)

Como área de conhecimento, a Física de Partículas procura descrever as partículas e as interações entre elas através do Modelo Padrão. Apesar de não ser o único modelo que busca descrevê-las, é o mais aceito pela comunidade científica, podendo ser considerado consensual por grande parte dos cientistas. Acredito que, se pedisse aos físicos qual o modelo que descreve a estrutura da matéria atualmente, provavelmente, responderiam o Modelo Padrão.

Dessa forma, a Física de Partículas traz uma atualização do saber que já se encontra em sala de aula, através de um novo espectro da natureza, feita pelo Modelo Padrão atual. Nele, o modelo de átomo, que antes era constituído de partículas até então elementares (próton, elétron e nêutron), passa a ser concebido de outra maneira, com os quarks (constituintes dos prótons e nêutrons) e os elétrons, induzindo a uma visão contemporânea e atual do átomo, tentando romper com o modelo planetário tão freqüentemente apresentado nas aulas de Ciências da Natureza.

O Modelo Padrão, hoje atualizado, descreve a influência mútua entre as partículas, mostra que pode ser visto como uma troca de partículas mediadoras, denominadas Bósons. “A Física de Partículas Elementares pode servir para uma releitura da Física Clássica, como por exemplo, as interações que, do ponto de vista da FMC, são entendidas através da troca de uma partícula mediadora.” (OSTERMANN e MOREIRA, 2000, p.394).

Todavia, não é necessário rejeitar totalmente a visão clássica de campo, podendo esse ser aproveitado para a análise de objetos macroscópicos, onde se tem uma grande quantidade desses bósons, tornando a definição do campo contínuo. Assim, como a cinemática newtoniana ainda é válida para velocidades baixas, o campo clássico ainda se torna válido para descrições macroscópicas.

Também, o que pude perceber e compreender em abundância, são conceitos sobre as interações discutindo a radiação cósmica e as outras radiações (alfa e

beta), levando ao entendimento maior do princípio de funcionamento de equipamentos que utilizam raios-X, o princípio da tomografia, e até do processo de geração de energia nas usinas nucleares. Assim, justifica-se a presença da Física de Partículas no currículo por ser um conhecimento que está longe do alcance de algumas pessoas, apesar de muito presente na sociedade moderna.

A Física de Partículas, ensinada em nível do Ensino Médio, é um dos grandes desafios para a transposição didática (BROCKINGTON, 2001), pois não há ainda um elemento que esteja atualizado somente para a sala de aula, não tendo um paralelo no conhecimento controlado, já que não se tornou um conceito que, de fato, esteja presente no saber ensinado. Essa parte da Física que se encontra nas bibliografias atuais do Ensino Médio não apresenta nenhum desafio para o estudante, nem para sua capacidade criadora. Os conceitos estão ainda fortemente estruturados de forma tradicional, ou seja, nos protótipos dos conceitos que já se localizavam em manuais anteriores ou outras bibliografias.

No caso da Física Moderna e Contemporânea, principalmente a Física de Partículas, é necessário uma disposição e criatividade didática, a qual esteja intimamente ligada aos estudos prévios, mas permitindo a criação de objetos didáticos que podem ser validados, quanto a sua significância, através de relatos independentes de aplicação de professores.

Capítulo 5

A trajetória metodológica da Sequência Didática Interativa

Ao longo desta caminhada relacionando e construindo a SDI, mantenho o compromisso com a produção do conhecimento e, principalmente, o envolvimento com a compreensão da realidade da Comunidade Escolar, onde a Escola e sua possível transformação social estejam inseridas. A trajetória da aplicação da SDI é um processo de aprendizado que marcou a elaboração deste trabalho e delineado por idas e vindas, sobretudo, impulsionado pelo desafio de romper e, afinal, “desobedecer” a visão estanque e objetiva que ainda tenho do mundo, da região, da comunidade escolar e da comunicação, mesmo quando tudo a minha volta emana complexidade e é essencialmente constituído a partir de contradições.

A modernização curricular é um tema importante de investigação no ensino de Física. As múltiplas pesquisas elaboradas nessa direção expõem que é possível atualizar os currículos do Ensino Médio por intermédio da introdução de temas de Física Moderna e Contemporânea. Tenho um intuito com este trabalho de contribuir para as pesquisas no nível do “como fazer”, mostrando uma dessas possibilidades.

Assim elaborei uma Seqüência Didática Interativa sobre Física de Partículas que introduz os principais conceitos dessa área, os quais acredito estar ao alcance dos alunos. Pensei que com a elaboração da SDI, estaria apta a responder a seguinte questão: **Como mediar a aprendizagem de conceitos relacionados à Física de Partículas para estudantes do Ensino Médio?**

Para me auxiliar na análise dos dados, busquei na literatura uma metodologia que se enquadrasse da melhor maneira possível ao desenvolvimento do trabalho e à ferramenta de análise. Encontrei na Transposição Didática (CHEVALLARD, 1990), uma maneira mais fiel para a coleta de dados e as diversas formas possíveis para isso.

Para que a pesquisa possa ser apropriada pelos colegas docentes, precisei promover o confronto entre dados, evidências, informações coletadas sobre determinado assunto e conhecimento teórico acumulado a respeito dele. É importante frisar que a pesquisa, como atividade humana e social, traz junto diversos

valores, preferências, interesses e princípios que acabam por orientar o pesquisador, que faz uso desses aspectos do ponto de vista da sua época.

Quanto à metodologia de pesquisa, devemos ter presente a necessidade de trabalharmos com uma pesquisa moldada pela reflexão e busca por padrões específicos da amostra considerada. Inicialmente, a metodologia utilizada pelas ciências naturais e biológicas (essencialmente, pautada no método Cartesiano) foi tomada de empréstimo e aplicada em campos específicos das ciências humanas, como a psicologia e a sociologia etc. Por muito tempo, pensou-se que a pesquisa em educação pudesse seguir os modelos das ciências exatas, nas quais se pode isolar uma variável e analisar a sua influência no fenômeno em questão. No entanto, nas ciências humanas, de maneira geral, isso não ocorre. Os objetos de análise são complexos e, entre outros problemas, não há possibilidade de tratá-los de maneira generalizada.

Esta reflexão passa pela noção da necessidade de equilíbrio no ato de cartografar, o que não implica a igualdade do ponto de vista entre as "partes" teórica, metodológica e empírica. Na verdade, o equilíbrio é mensurado pela necessidade do objeto de estudo que em dados momentos pode "exigir" mais elementos teóricos do que empíricos, e vice-versa. No exercício cartográfico, sobretudo em uma investigação de cenários, não há como não haver elementos das três esferas necessárias à constituição do conhecimento científico. Grosso modo, diria que é por si só uma postura que percebe teoria, metodologia e empiria em perfeita comunicação.

Contudo, no desenvolvimento das pesquisas nessa área, esse paradigma foi deixado de lado. Desta forma, a pesquisa em Educação passou por uma reformulação, "criando" uma outra maneira de coletar e analisar dados, dando conta do caráter dinâmico e complexo que há na Educação. Trata-se da investigação qualitativa. Como a atual, uma vez que ela pode fornecer uma visão mais apurada do fenômeno educacional. Acredito também que esse tipo de pesquisa possa levar a resultados mais significativos do que uma pesquisa quantitativa, já que estamos lidando com um ambiente complexo. O sistema didático (aluno – professor – conhecimento), juntamente com as relações entre pessoas e conhecimento, torna-se, assim, algo muito complexo, que não permite ser analisado e quantificado.

O papel do pesquisador, na pesquisa qualitativa, não é considerado neutro, quando em atividade ele não pode ser parcial, interferindo nos processos de tomada

e análise de dados com suas ideias, valores e princípios. Assim, o pesquisador é como um transporte inteligente e ativo entre os conhecimentos que ele tem acumulado na sua área e as novas evidências que serão estabelecidas a partir de sua investigação. Usei este trabalho para acrescentar novos conhecimentos sobre o objeto investigado. Contudo, essa contribuição poderá conter uma carga particular, que é a visão do pesquisador, pois esse não consegue ser totalmente neutro sobre o assunto. Essa é uma característica bem definida na pesquisa quantitativa. Isso faz com que o pesquisador qualitativo seja diferente do pesquisador quantitativo. Por isso escolhi a Cartografia! Por eu fazer parte da pesquisa, assim como os educandos ali inseridos.

Utilizei elementos da investigação qualitativa que pode fornecer dados para analisar o processo no qual o conhecimento se estabelece em sala de aula, ou seja, busquei dados em um ambiente que já conhecia: a sala de aula, focando na estrutura dos conceitos produzidos.

Como mencionei anteriormente, desenvolvi uma Seqüência Didática Interativa sobre Física de Partículas e aplicamo-la em uma escola pública da rede estadual do Rio Grande do Sul, buscando assim o ambiente real da sala de aula para obter dados significativos possíveis. Para analisar os dados produzidos ao longo da cartografia, utilizamos a Teoria da Transposição Didática, que já mostrou ser capaz de lidar com a sobrevivência de saberes escolares em sala de aula (PINHO, 2000; RODRIGUES, 2001; BROCKINGTON, 2005). Como parte considerável, analisei se esses novos conceitos sobrevivem ou não no sistema didático, através das regras sugeridas pela Transposição Didática. Desta forma, poderemos falar em um novo conceito que venha a contribuir para a renovação e atualização curricular de Física.

Como esta pesquisa exige que se avalie as possibilidades de introdução de saberes contemporâneos no cotidiano dos estudantes em sala de aula, optamos por utilizar a Transposição Didática como forma de avaliar esse processo. A metodologia utilizada só poderia ser qualitativa e apoiada nas concepções presentes na Transposição Didática. Acredito que, neste caso, ela possa levar a uma melhor análise e a uma melhor visão do processo de modificação do saber, mostrando um cenário mais amplo da SDI e das atividades. Lembro ainda que a Transposição Didática, como referencial de análise, não tem o intuito de tecer juízo de valor sobre o conteúdo em si, dizendo se ele é bom ou ruim. O seu objetivo é dizer se esse novo

saber poderá permanecer na sala de aula, tornando-se um saber escolar. Como destaca Alves Filho (2000):

A Transposição Didática não é boa nem ruim – faz-se indispensável imperativa, pois torna ensinável os saberes. Ela mostra como a didática opera para facilitar o ensino de conteúdos do saber sábio. A transformação de objetos de saber em objetos de ensino se faz imprescindível para que ocorra de fato um processo de ensino aprendizagem. (p.234).

Posso afirmar que esta pesquisa é, de alguma forma, um relato de uma longa viagem empreendida, vasculhando um lugar que já foi muitas vezes visitado: o sistema didático. Não há, com isso, nada de muito original em um passeio no local já conhecido, porém, essa nova viagem (pesquisa) passa a ser um modo diferente de olhar e pensar determinada realidade a partir de uma experiência e de uma apropriação de conhecimento, próprio do nosso olhar. E, a partir de meus questionamentos e dos alunos, descrevo minhas novas evidências sobre esse lugar, contribuindo para uma descrição mais detalhada desse ambiente. Somente dessa forma posso delimitar, cada vez melhor, o conhecimento sobre o ambiente investigado.

Ao planejar a SDI, baseada nos temas estruturadores (BRASIL, 2002), um dos pontos principais a se alcançar com a aplicação é ter um ensino de Física contextualizado, onde o estudante estende as relações construídas na sala de aula de Física para o cotidiano. A sequência aborda o conteúdo apresentando uma maior interatividade para os educandos, o que, para alguns, tornou mais fácil compreender a Física quando se percebe a proximidade que ela tem de nosso cotidiano. Em outros discursos, notamos que os estudantes passaram a perceber elementos da Física que eles não sabiam estar presentes no seu dia-a-dia, e isso fez com que estes se envolvessem mais no aprendizado.

Com base no que foi exposto, neste conjunto percebo o quão importante é a metodologia de ensino para um aprendizado. A metodologia pode ser a mais simples possível utilizada em sala de aula, mas dependendo da forma como esta é abordada e da recepção do estudante, pode se tornar nobre e um ponto importante para o

ensino e aprendizagem, seja do componente curricular Física, sejam das mais diversas áreas.

A SDI, através dos relatos dos colegas de mestrado e parceiros de escola, contemplou várias metodologias de ensino, e a partir de relatos, principalmente dos estudantes, ficou claro que estas fazem a diferença dentro de uma sala de aula, ou seja os estudantes conseguem desenvolver uma compreensão dos conceitos durante o desenvolvimento de todas as atividades propostas na Sequência. Para o ensino de Física isso é essencial, devido à maioria das aulas não diversificarem, utilizando metodologias inovadoras. Não precisamos de materiais extraordinários e de alto custo financeiro, pois com materiais simples é possível fazer uma atividade experimental, integrando a arte com a ciências e proporcionando belas aulas contextualizadas.

A TOMADA DE DADOS

Um aspecto respeitável da pesquisa qualitativa é a tomada de dados, pois esses não são meramente dados colhidos para uma análise estatística (quantitativa) e sim observações sobre um objeto complexo, que se modifica constantemente. Esta reflexão passa pela noção da necessidade de equilíbrio no ato de Cartografar (KASTRUP et al., 2012), o que não implica a igualdade do ponto de vista quantitativo entre as "partes" teórica, metodológica e empírica. Isso faz com que a análise dos dados seja feita levando em consideração fatores sociais, econômicos, históricos, entre outros. Ou seja, na análise deve-se levar em conta como os dados foram tomados. Devemos ainda considerar a nossa interferência no processo. Mesmo tentando ser imparcial na coleta e análise dos dados, sempre iremos interferir no ambiente, caracterizando esta pesquisa como participante. Ainda, entendemos que o professor, quando investigador de sua prática, não consegue se isentar do processo, o que justifica o uso da Cartografia. Desta forma, buscaremos várias fontes de dados para chegarmos às conclusões mais fiéis possíveis.

No exercício cartográfico, sobretudo em uma investigação de cenários escolares, em sala de aula, não há como não haver elementos dos três campos necessários à constituição do conhecimento científico. Grosso modo, diria que a Cartografia é por si só uma postura que percebe teoria, metodologia e empiria em perfeita comunicação!

A exibição de dados foi feita de diversas maneiras, para que assim eu pudesse obter informações suficientes para análise. As três fontes utilizadas foram o Questionário Prévio, elaborado pela pesquisadora e respondido pelos Estudantes, Análise e Produção dos Textos/Seminários e Confecção do Mapa Conceitual Tipo Árvore. A escolha destes instrumentos foi pela adequação ao tempo dos alunos, inclusive podendo serem usadas como avaliações participativas, ao longo do semestre em que a SDI foi aplicada.

Entendo por documentos “quaisquer materiais escritos que possam ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano.” (PHILLIPS, 1974, p.187, *apud* LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p.38). Desta maneira, serão avaliadas todas as atividades coletadas, todas as indagações que foram respondidas, a síntese construída pelos alunos, o Mapa Conceitual tipo árvore e a História em quadrinhos criados por eles.

A finalidade desta busca/investigação foi tentar fazer um resgate das terminações extraídas pelos alunos nas distintas discussões e também, as suposições levantadas por eles na confecção das atividades sugeridas, recomendando a maneira que ele está refletindo e estruturando os diferentes conceitos debatidos.

A aplicação da SDI no segundo semestre de 2014, foi na escola Escola Estadual de Educação Básica Professor Joaquim José Felizardo – CIEP, localizada na periferia, no Bairro Auxiliadora, cidade de Santa Rosa (RS). Nesta escola, a SDI foi aplicada em uma turma da terceira série do Ensino Médio Politécnico, do noturno, em seu horário normal de aula e obedecendo ao calendário escolar.

Por serem alunos do noturno, as aulas tinham uma grade diferente da grade das turmas do diurno. Tivemos a oportunidade de recolher todo o material escrito pelos alunos. Esses materiais também serviram de fonte de análise para esse trabalho, a qual pude fazer uma comparação na aprendizagem entre os alunos.

A turma era formada por 22 alunos que se encontravam matriculados, sendo que efetivamente, somente 17 participavam ativamente e presentes nas aulas. Em geral, a turma apresentava comportamento e aprendizagem mediana, na avaliação dos professores que nela lecionavam. A faixa etária dos alunos variava entre os 17 e os 23 anos.

As condições sócio-econômicas deles eram mais homogêneas: a grande maioria pertence à classe baixa. Grande parte dos alunos trabalhava durante o dia e

à noite assistia as aulas. A turma foi bem receptiva com a SDI e tive a impressão de que, em nenhum momento, houve uma rejeição dela. Estranharam no primeiro momento, pois tinham que fazer bastante leitura e apontamento de dados dos livros. Isso fez com que eles pensassem e discutissem mais entre si sobre o assunto, já que os livros e elaboração das síntese eram sempre estudados em grupos.

Muito se fala em melhorar o ensino de Física nas escolas do RS e no Brasil e, para isso, são feitas diversas enquetes que procuram apontar quais são os principais problemas enfrentados nesta área. Porém, muito dessas pesquisas não chegam a peça principal da mudança, o educador. Este, em sua prática diária, acaba não participando muito dessas pesquisas e, assim, não sabe como solucionar os problemas que, por sua vez, conhece bem.

Penso que estas pesquisas devem sim interagir mais com os docentes, não só do 3º ano Ensino Médio, mas de outras séries também. É de extrema importância a criação de mais cursos de formação continuada, encurtando o espaço entre pesquisas e professor para que, desta forma, as propostas que buscam a melhoria do ensino não sejam esquecidas, ou feitas em vão, como diz Carvalho:

Nenhuma mudança educativa formal tem possibilidade de sucesso se não conseguir assegurar a participação ativa do professor, ou seja, se, de sua parte, não houver vontade deliberada da aceitação e aplicação dessas novas propostas de ensino. (CARVALHO, 2004, p.8)

Os educadores desempenharam um papel de grande importância na estruturação das atividades nas escolas, pois são os norteadores de novas ideias, participando ativamente no processo da Transposição Didática. Eles também participaram ativamente das atividades do processo escolar, discutindo melhores adaptações a serem feitas para que os estudantes possam compreender e trabalhar todas as atividades. Assim, a presença deles, tanto na confecção quanto na aplicação, é de extrema importância, criando um vínculo entre realidade dos alunos e a das escolas.

Capítulo 6

Descrição das atividades desenvolvidas a partir da Sequência Didática Interativa

Esta Sequência Didática Interativa (SDI) foi implementada no terceiro trimestre, utilizando 40 horas aulas. Foram utilizadas duas aulas semanais de 52 min cada, que competem ao componente curricular Física, nesta escola. Como faço parte do corpo docente da escola, a investigação foi inserida no currículo da escola. Os alunos se dividiram em grupos (trios) para fazer as atividades propostas pela SDI. Passamos agora a relatar o desenvolvimento das atividades presentes na SDI.

Descrição da Primeira Unidade Didática (UD): Conhecimentos Prévios, Introdução, Leitura, Interpretação dos Livros Sugeridos sobre Partículas Elementares.

Esta Unidade teve como objetivo introduzir os conceitos gerais sobre Partículas Elementares e Interações através de slides e artigos científicos que tratam sobre o assunto abordado e instigar os alunos sobre o assunto, comunicando que as mesmas questões serão respondidas ao longo das Unidades Didáticas.

Na primeira hora-aula de aplicação da SDI, os alunos foram informados que se iniciava uma SDI sobre a Física Contemporânea com o tema Partículas Elementares. Apresentei-lhes o projeto e como seria. Em seguida, na segunda aula, os estudantes responderam um questionário prévio, já regularizado, no intuito de investigar os conhecimentos prévios dos mesmos acerca do assunto Física de Partículas e Interações, através de situações-problemas.

Foram feitos comentários sobre os assuntos abordados, o método de trabalho a ser utilizado e o tipo de avaliação da proposta. Solicitei que os estudantes, ao responderem o questionário, fossem sinceros e tentassem de fato responder da melhor forma possível, não deixando de responder uma só questão e justificando sua resposta. Salientei que não deveriam se preocupar se as respostas estivessem corretas ou incorretas, porque o que eu queria era investigar o tema que iria abordar.

A turma levou cerca de uma hora aula para responder o questionário. Durante a leitura e interpretação das questões, alguns educandos fizeram perguntas acerca das questões do modelo atômico, como era, quantas partículas já tinha sido descobertas, o que era o Bóson de Higgs. Também surgiram questionamentos a respeito da interpretação fundamental das questões.

A investigação do conhecimento dos estudantes foi de suma importância para meu trabalho. Aqui consegui fazer uma ponte para o aprendizado dos mesmos. A teoria da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2002) ressalta que para ensinarmos devemos levar em conta o que o aprendiz já sabe; senão o conhecimento não terá onde se fundamentar. Para realizar este levantamento sobre o que os estudantes pensavam a respeito de alguns conceitos da Física de Partículas, foi entregue um questionário (Anexo A) contendo 22 situações-problema relacionadas ao Modelo Padrão.

Ao analisar as respostas dos estudantes, levei algumas considerações de Ausubel *apud* Moreira (2002). Segundo ele, as concepções prévias dos estudantes podem ser conceitos que não são verdadeiros conceitos científicos, mas que podem evoluir para estes. Pode ocorrer que certos conceitos possam ser construídos somente se certas concepções prévias forem abandonadas, o que quer dizer que, neste caso, o conhecimento prévio pode funcionar como obstáculo epistemológico, atrapalhando o entendimento do conhecimento científico. Assim, é fundamental que o professor saiba o que seu aluno pensa, para dessa forma agir como mediador na modificação ou reestruturação do conceito envolvido.

Ao realizar a análise, pude confirmar a concepção de que muitos alunos já possuem certa noção do conhecimento científico envolvido nas respostas, mas o que falta em muitos é a formalização na verbalização destas. Em outras, porém, detectamos que as respostas têm certa lógica, porém estão distantes do conhecimento científico.

Os alunos levaram cerca de cinquenta minutos para resolver as situações-problemas. Algumas questões tiveram algumas diferenças nas respostas. Por exemplo na definição do Modelo Atômico aceito atualmente, a maioria dos integrantes respondeu que seria o modelo quântico. Alguns responderam o modelo de Bohr. Já as questões onde solicitamos a quantidade de quarks e o que são quarks, os alunos na grande maioria justificaram que não sabiam como responder. Um estudo prévio (RODRIGUES, 2014) mostra que tais conceitos não são muito

claros para os estudantes, uma vez que os conteúdos relacionados à Física de Partículas, em geral, só são endereçados como curiosidades na sala de aula.

Outro ponto interessante que observei, é que a questão sobre as antipartículas não está bem clara e definida a conceitualização para os estudantes, pois a grande maioria respondeu que não sabia, ou não tinha conhecimento. Mas, confesso que fiquei feliz quando observei as respostas, principalmente quando responderam o Bóson de Higgs e LHC. Em algum momento notei que tinham alguma ideia do que era. A grande maioria definiu corretamente as opções verdadeiras, porém não conseguiram justificar perfeitamente.

Ao final da análise das situações-problemas, constatei que um grande número de educandos, apresentou deficiências similares a conceitualização sobre Partículas Elementares. Eu tinha consciência que isso aconteceria, por isso o planejamento da SDI, validando a investigação feita com os estudantes.

Na segunda e terceira semanas (aulas três a seis), os alunos trabalharam sempre em grupos de três. Nestas semanas os estudantes tiveram como objetivo problematizar sobre os conceitos de Átomo, Partículas Elementares, Antipartículas e Interações, expondo as dificuldades para a compreensão dos mesmos. Também explicaram os conceitos sobre Física de Partículas de forma contextualizada ao dia-a-dia dos alunos.

Para que eu pudesse construir uma proposta didática com os educandos, primeiramente, fazemos a sugestão dos dois livros de divulgação científica que abordam o tema Física de Partículas.

A primeira sugestão de livro é “O Discreto Charme das Partículas Elementares” de *Maria Cristina Batoni Abdalla* (capa reproduzida na Figura 1), onde trata de compreender o Universo em seus domínios micro e macroscópico e construir modelos e teorias que façam a junção destes dois extremos tão distantes e separados por uma enorme ordem de grandeza. Isso tem sido um dos grandes desafios da Física Teórica das últimas décadas.

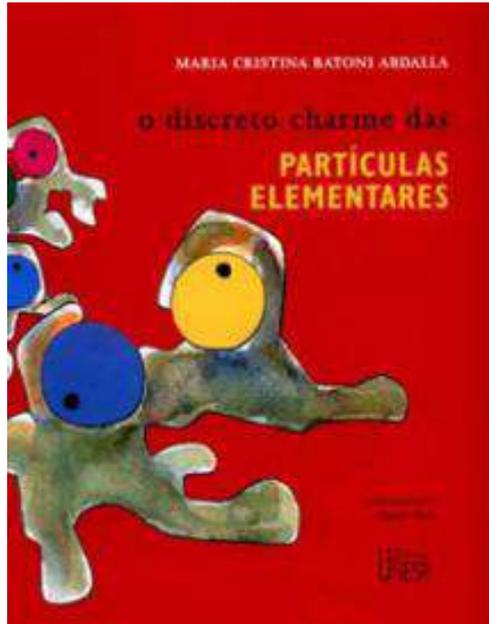


Figura 3: Livro sugerido para o ensino da Física de partículas.

O segundo livro é “O Mágico dos Quarks” de *Robert Gilmore* (capa reproduzida na Figura 2), um campeão internacional de vendas. É considerado uma alegoria científica e utiliza os personagens clássicos de “O mágico de Oz” para explicar de maneira clara e divertida conceitos da física de partículas.

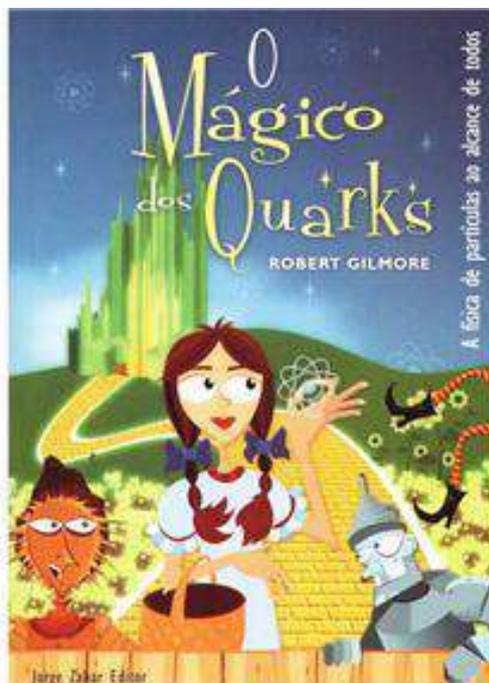


Figura 4: Livro sugerido para o ensino da Física de Partículas.

As duas sugestões são de linguagem simples, direta, precisa e fluente, com particular charme e estilo, da elegância e da organização que caracterizam o mundo

das chamadas partículas elementares e os campos de forças fundamentais que descrevem as suas interações. Após a análise e observação dos livros em pequenos grupos, sugeri que os estudantes fizessem a leitura, apontamentos e análise dos dois livros. Na sequência, construímos um texto relacionando as principais Partículas Elementares e Interações.

A construção deste texto em pequenos grupos levantou os primeiros entendimentos dos jovens sobre o átomo e as partículas elementares, esclarecendo assuntos relevantes, provocando uma real aprendizagem, ou seja, tornou o tema dinâmico, atraente, significativo e atualizado para os educandos, realizando uma dinâmica de trabalho confortável, onde eles constroem seus próprios conhecimentos.

Algo importante que destaco está relacionado à teoria de Vygotsky, que atribuiu a linguagem como de grande importância na aprendizagem. Segundo ele, palavras são fundamentais para elaboração de conceitos.

Os estudantes ficaram muito empolgados com a leitura e apontamentos dos livros. Criou-se, então, um momento de seminário, onde cada grupo pudesse apresentar sua interpretação e apresentação dos livros sugeridos. Cada grupo apresentou de forma criativa suas explicações. Elaboraram cartazes (Fig. 3), apresentaram slides com multimídia e dramatização. Até paródias e pequenas poesias foram proporcionadas.

Assim as hipóteses são feitas a partir de investigações, leituras, bate-papos e, por fim, resumem-se tudo isso em pontos de partida para a construção e ampliação do conhecimento (PORTES, 2010).

Esta atividade da Unidade Didática 01 levou oito horas aula de 48 minutos, com o seminário incluso, totalizando quatro semanas.



Figura 5: Um dos grupos de estudos elaborando cartazes para apresentação do seminário (Fonte: acervo da autora)

Após assistir as explicações dos alunos no seminário, surgiram vários questionamentos a respeito do tema abordado. Então na semana seguinte, na sétima e oitava hora-aulas, a partir dos livros sugeridos, questionei os alunos durante a explanação relacionando e explicando a constituição do Modelo Padrão e características das partículas. Teve discussões muito relevantes, curiosidades sanadas a respeito da constituição do universo, quantidade de partículas e suas nomenclaturas. Também se deu um momento introdutório aos estudantes para organizar os conceitos propostos pelos livros.

Alguns alunos de forma espontânea constituíram esquemas, uma espécie de fluxograma sobre as partículas elementares. No final das explicações, alguns estudantes me procuraram para opinar sobre as atividades que tinham acontecido até o momento. Segundo os mesmos, as atividades até então desenvolvidas foram muito significativa para eles, onde comentam o que surgiu, a partir da leitura, da interpretação, do momento de reflexão e de explanação dos conhecimentos até adquiridos.

Ainda ressalvo, avaliando a aprendizagem dos estudantes nesta UD, que a maioria dos grupos participou de todas as atividades sugeridas. Todos de forma interativa se agregaram nos momentos de leitura, estudo dos livros e apresentação dos seminários. Tinham muita curiosidade em desvendar a leitura dos volumes.

Assim como é importante elaborar atividades que desafiam os estudantes, é de forma respeitável, gerar momentos em que os mesmos possam expressar os conceitos que levantaram. Para Vygostky, a interação social, criada com estas atividades, produz momentos fundamentais para o desenvolvimento cognitivo. São momentos em que o estudante pode escutar e ser escutado, interagir com o mediador: o educador.

Descrição da Segunda Unidade Didática (UD): Descobrimo e Conceitualizando cada Partícula e Antipartícula através de Pesquisas na internet

Esta atividade foi realizada na quinta e sexta semanas, ou seja, aulas nove a doze Orientei os estudantes a elaborar uma síntese cronológica comentada. Na quinta semana, nas duas aulas, os alunos foram levados até o laboratório de informática da escola. Cada estudante tinha disponível um computador para executar a pesquisa. Ali, os alunos fizeram uma análise e pesquisa dos assuntos até então estudados. O uso de Ambientes Virtuais também foi disponibilizado. Orientei aos estudantes a fazerem momentos de conhecimento da História da Ciência e do átomo, descoberta de prótons e nêutrons como constituintes do núcleo, tipos de radiações, leis de conservação, neutrinos, interações fundamentais da natureza, classificação das partículas, antipartículas e suas propriedades, novas partículas, modelo padrão e propriedades dos quarks. A partir da pesquisa em vários sites, os estudantes relacionaram e compararam os tamanhos das partículas. Pesquisaram as massas das mesmas e suas devidas energias. O relato de alguns alunos foi curioso. Disseram não imaginar que ao nosso redor existiriam coisas tão pequenas.

A sexta semana foi destinada a sistematização dos conceitos ali gerados, construindo uma síntese, ou seja, um texto com informações sintetizadas. Para que eu pudesse avaliar a aprendizagem dos mesmos, houve mediação por minha parte, intervenções e roteiro para organizar as idéias. A sistematização foi elaborada em pequenos grupos.

Nestas aulas, pude perceber a quantidade expressiva de conhecimentos que os educandos ainda não possuíam. Orientei-os para deixar claras ideias e conceitos pesquisados até então. O conhecimento sobre a Física de Partículas e o Modelo Padrão ainda era superficial e vago. Muitas informações pesquisadas pelos estudantes, nas páginas da internet, não correspondia as que tinham analisado anteriormente nos livros. Por isso, apresentei um olhar cuidadoso no momento da leitura e correção das sínteses. Muitas das informações coletadas e apresentadas pelos alunos eram equivocadas.

Gosto de relacionar o que presenciei com os ensinamentos de Vygotsky. Ele lembra que o estudante é capaz de formar e aproveitar um conceito numa situação real com muita segurança, “mas achará estranhamente difícil expressar esse conceito em palavras, e a definição oral será, na maioria dos casos, muito mais limitada do que seria de se esperar a partir do modo como utilizou o conceito” (VYGOTSKY, 2008, p. 99). Os sujeitos conseguem descobrir corretamente o sentido das palavras sem definição. Analisado como estágio dos conceitos, onde a pesquisa mostra que só a partir dessa fase os indivíduos se tornam capazes de entender e determinar o significado das expressões.

Na semana seguinte, quando os estudantes receberam as sínteses novamente analisadas por mim, fiz uma explanação com eles sobre a falta de fundamentação teórica de algumas páginas da Web e o quanto alguns conceitos são errôneos. Ainda comentei com os mesmos, mostrando-lhes que tópicos de Física Contemporânea não são necessariamente complicados, como estava sentindo no primeiro momento da aplicação das atividades.

A partir das sínteses elaboradas pelos estudantes, organizamos em conjunto um texto contendo uma abordagem cronológica. Todos os dados coletados pelos estudantes foram aproveitados neste momento. Os temas abordados foram desenvolvidos baseando-se na epistemologia de Gastón Bachelard, em especial a “filosofia da desilusão” (LOPES, 1996). Essa abordagem permitiu um diagnóstico crítico da evolução do conceito de partícula elementar apresentada na Grécia Antiga, até a teoria do Modelo Padrão das Partículas Elementares aceito atualmente, enfatizando o papel do erro como elemento promotor do conhecimento científico (PINHEIRO, COSTA e MOREIRA, 2009). A epistemologia de Bachelard promoveu um reflexão sobre os temas nos estudantes, durante a elaboração do texto. Essa

análise crítica é de suma importância, pois o estudante pode compreender o real significado dos fatos para a história da ciência.

Para dar início ao texto, abordei o que os alunos trouxeram de suas pesquisas, as sínteses. No primeiro parágrafo relatamos no texto a contribuição dos gregos e os primeiros conceitos sobre a estrutura da matéria. No segundo parágrafo comentamos a revolução científica, a partir das pesquisas de Galileu, Descartes e Newton. Abordei também a elaboração da primeira tabela periódica dos elementos químicos, teoria atômica científica. No terceiro parágrafo, discutimos a Ciência do século XIX e o grande domínio que passa a desempenhar sobre a vida da população. No quarto parágrafo, tratamos de tópicos presentes na teoria atômica de Dalton, conceito de molécula e a contribuição de Medeleev na tabela periódica. Cabe ressaltar a importância do pensamento científico da época e as contribuições da Epistemologia e da Eletricidade para a teoria atômica; o valor dos experimentos realizados sobre a Teoria Cinética dos Gases e o conceito de átomo. É importante também destacar no texto para os estudantes entender as primeiras propostas do conceito de quantização, raios x, radioatividade e a detecção do elétron e diferentes caminhos que os cientistas percorreram para chegar a esta conclusão.

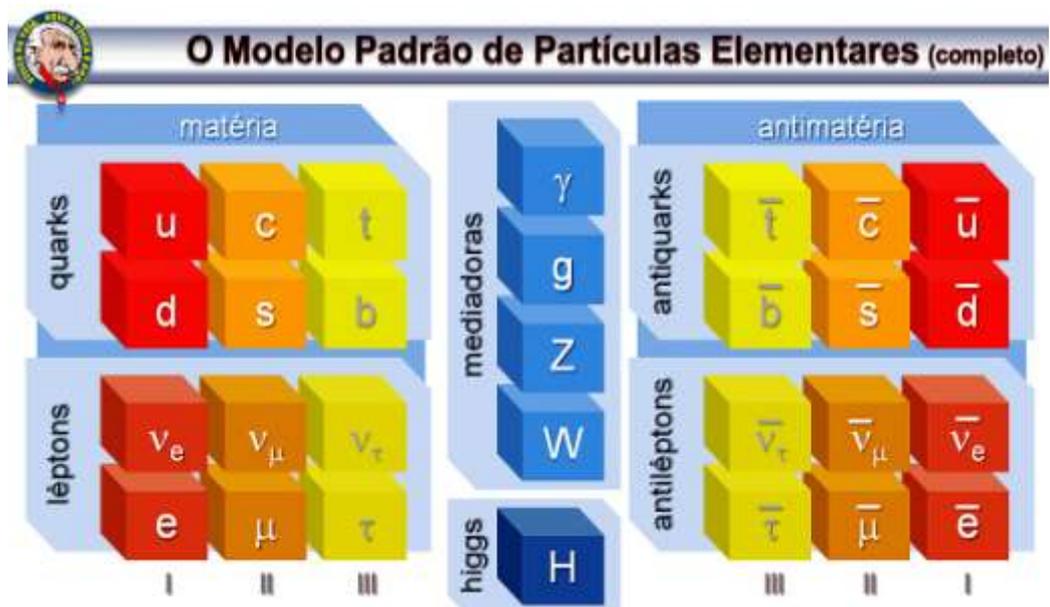


Figura 6: Modelo Padrão de Partículas Elementares

No quinto parágrafo, falamos dos desenvolvimentos do século XX, sobre radioatividade, Física Quântica, modelos atômicos de Thomsom, Nagaoka,

Rutherford, Bohr e Sommerfeld. Einstein também teve participação importante neste século, com o efeito fotoelético. Também relatamos a detecção do próton e do nêutron e a identificação do efeito Compton, assim como a detecção do pósitron, do neutrino, conceito de estranheza, matéria escura no universo, proposta de aliança dos quarks, léptons e bóson. No sexto parágrafo, abordei os tópicos com os alunos sobre tópicos da Física de Partículas como: O Modelo Padrão (Léptons e Quarks; Bárions e Mésons; Partículas Mediadoras (Fótons, Glúons, W e Z, Grávitons); interações fundamentais (Gravitacional, Forte, Fraca e Eletromagnética); Propriedades Fundamental da Matéria (Carga Elétrica, Massa, Carga Cor, e Carga Fraca); O Bóson de Higgs e a Antimatéria. Nesta etapa aparece o Modelo Padrão com todas as suas partículas e as interações entre elas.

No sétimo parágrafo, o texto menciona o conhecimento científico desenvolvido no século XXI. Nesta fase são mencionados os estudos do CERN, localizado em Genebra na Suíça, (mais preciso fronteira entre a França e Suíça), na qual se localiza o LHC – Large Hadron Collider.. Ainda destacou-se a descoberta do Bóson de Higgs nos detectores do LHC no CERN, que deu o prêmio Nobel para Peter Higgs em 2012. Fiz uma abordagem, um destaque na teoria da supersimetria, energia escura e a antimatéria.

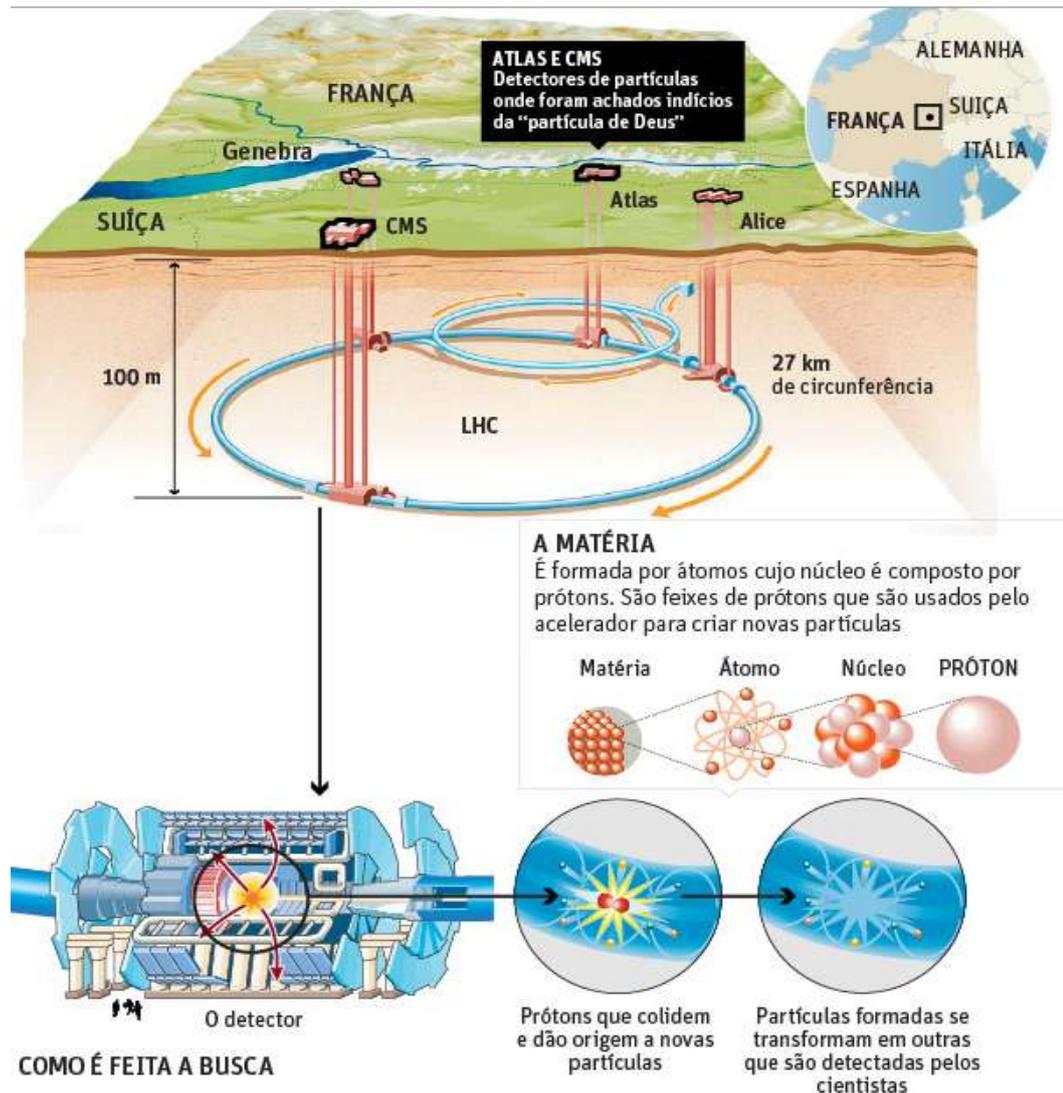


Figura 7: Modelo do LHC com seu detectores em busca das Partículas

Para finalizar, este texto passou a servir de base e para organização das ideias para os estudantes sobre o Modelo Padrão e as respectivas Partículas Elementares.

Descrição da Terceira Unidade Didática (UD): Construindo um Mapa Conceitual em Forma de Árvore Caracterizando cada Partícula do Modelo Padrão

Começamos esta UD mencionando a comparação que Vygotsky (2001) fez em relação à experiência concreta que os estudantes têm na formulação de seus conceitos, onde explicou suas declarações com o conceito de irmão por parte de uma criança.

O desenvolvimento do conceito de irmão não começou pela explicação do professor nem pela formulação científica do conceito. Em

compensação, esse conceito é saturado de uma rica experiência pessoal da criança. Ele já transcorreu uma parcela considerável do seu caminho de desenvolvimento e, em certo sentido, já esgotou o conteúdo fatural e empírico nele contido. (VYGOTSKY, 2001^a, P.264).

Assim, posso entender que a aquisição de conceitos científicos é mais eficaz quando eles são associados a exemplos concretos, quando um estudante puder relacionar um novo conceito com situações de sua experiência cotidiana. Em comparação, à medida que o estudante relaciona aos seus conceitos espontâneos características dos conceitos científicos estudados na escola, associando o abstrato ao concreto, ele aprimora ou dá estrutura lógica a esses conceitos.

As sugestões teórico-pedagógicas, apresentadas acima, orientam a utilização de demonstrações experimentais em sala de aula e sugerem o papel do professor como agente do processo que é de fundamental importância para que os fatos incidam, interagindo de forma significativa no processo de ensino aprendizagem.

Entendo que eu, enquanto educadora neste processo de ensino e aprendizagem, exerço um papel fundamental como um indivíduo mais experiente. Por essa razão, cabe a nós professores considerarmos também o que o educando já sabe sua bagagem cultural e intelectual, para a construção da aprendizagem.

Por outro lado, os conjuntos de análise propiciaram um olhar mais delineado em relação ao ensino de Física, pois de acordo com os PCN:

Não se trata de reelaborar as listas de conteúdos, mas de dar ao ensino da Física novas dimensões, abordando aqueles mais fundamentais, que considerem o mundo vivencial do educando, a observação dos fenômenos com que efetivamente lidam ou os problemas e as indagações que despertam a sua curiosidade. Os saberes adquiridos devem estar relacionados, além dos fenômenos significativos, com as tecnologias de uso habitual e prático (BRASIL, 2005).

É de suma importância que os estudantes percebam que todo conhecimento é uma atividade que reflete a interação do homem com o cotidiano. Assim, a Física no Ensino Médio deve proporcionar aos estudantes, o desenvolvimento da capacidade de se inquietar com o todo social e com a cidadania, como saber se posicionar frente a situações em que a consciência dos problemas leve a intervenções pessoais ou

coletivas, como cidadão participante. Por isso tudo, construir, caracterizar junto com os estudantes um sentido figurado para cada Partícula Elementar, é uma estratégia para resolver a situações problemas citadas acima.

Desta forma, os estudantes constroem modelos explicativos e representativos relacionando, articulando, integrando e sistematizando fenômenos, teorias dentro de Física, entre as várias ciências e áreas do conhecimento. Esta atividade foi realizada na sétima e oitava semanas, aulas treze a dezesseis. Nessas aulas, juntamente com os alunos, confeccionamos um Mapa Conceitual em forma de árvore. Esta foi uma maneira que pensei em organizar os conhecimentos dos estudantes até o momento. Tornamos as nossas aulas mais prazerosas e divertidas no momento da confecção do painel.

Nesta Unidade Didática, aos estudantes tiveram a oportunidade de demonstrar o seu lado artístico, construindo ilustrações variadas, de diversos tamanhos, traços e cores, dando forma para o Átomo, suas Partículas e Anti-partículas. Sempre deixei bem claro aos alunos que, que esses pequeninos pedaços, as partículas, não se caracterizam desta forma como pensaram e ilustraram, ou seja, o Átomo, as Partículas Elementares e as Anti-partículas não tem formas definidas. Somente é um método que pensei e sugeri, para que o estudo do tema se torne mais prazeroso e as aulas de Física mais dinâmicas.

O material utilizado para a confecção das ilustrações foi o EVA, pois achei que é um material de boa qualidade, de fácil manuseio, com cores variadas e de baixo custo. O tamanho das mesmas ficou a critério meu e dos estudantes depois de uma conversa para decidir o tamanho do painel proporcional com as figuras. Porém para que a dinâmica se torna-se significativa para o estudante e de forma organizada, usamos a medida padrão 25 cm x 25 cm para cada elemento.



Figura 8: Representação de uma Partícula Elementar (Fonte: acervo da autora)

Na sequência, após os estudantes terem construído e confeccionado as Partículas, em conjunto elaboraram o Mapa Conceitual ampliado, colando as partículas confeccionadas em uma maquete tipo árvore com diversos recortes como: folhas, caule, galho. As partículas foram distribuídas conforme a minha mediação e a pesquisa feita pelos alunos.



Figura 9: Representação de uma Partícula Elementar (Fonte: acervo da autora)



Figura 10: Figura do átomo criada pelos estudantes (Fonte: acervo da autora)

Criamos um Mapa Conceitual gigantesco em forma de árvore. Para confeccionar o painel/pôster, foi utilizado tecido (TNT) de 2,5 metros de altura por 1 metro de largura. A montagem do Mapa tipo árvore partiu da figura do Átomo, que

ficou na parte de baixo da árvore, no caule, onde se inicia o mapa, seguindo de suas primeiras particularidades: o próton, nêutron e elétron, suas ramificações (galhos), conforme Mapa Conceitual em Anexo 2. Em seguida as subdivisões das Partículas seriam os Férmions e Bósons. Os Férmions dividem-se em Léptons e Quarks e os Bósons são partículas Mediadoras tais como Glúons, Z e W, Fótons e Grávitons.



Figura 11: Estrutura Elementar da Matéria estudada pelos estudantes

Também articulei muito com os estudantes sobre os Léptons, a qual são constituídos de elétron, múon, tau, neutrino do elétron, neutrino do múon, neutrino do tau e suas respectivas antipartículas. Totalizando em 12 partículas.

Já os Quarks (carga fracionária, confinados e não livres): quark up (u); quark down (d); quark charme (c); quark estranho (s); quark bottom (b) e quark top(t). Cada um pode ter três cores: vermelho, verde e azul e suas respectivas antipartícula. Tem um total até o momento de 36 partículas.



Figura 12: Representação das Partículas Elementares (Fonte: acervo da autora)

Os Hádrons tem estrutura interna composta por : Bárions: três quarks ou três antiquarks. Já se tem estudos recentes de um provável pentaquarks. Os Mésons possuem um quark mais um antiquark. Méson π^+ : antiquark (d) + quark (u). Méson π^- : antiquark (d) + quark (d). Quando falamos de Campo e o Bóson de Higgs, podemos pensar em mais um campo fundamental com sua partícula mediadora.

Os estudantes foram montando e mostrando o lado artístico confeccionando o Mapa tipo Árvore com bastante cuidado e informação. Foi surgindo no decorrer das aulas Mapas Alternativos pesquisados que nos serviu como guia para montarmos o nosso próprio mapa.

Existe um paradoxo que diz que devido à força fraca os bósons W e Z deveriam ter massas elevadas, mas por questão de simetria essa propriedade deveria ser nula. Tens então uma solução: Massa aparente (inércia) provinda dos interações com os bósons de Higgs.



Figura 13: Representação dos Grávitons (à esquerda) e as Partículas já definidas e organizadas (à direita) (Fonte: acervo da autora)

No decorrer dos encontros os alunos me questionaram com a seguinte pergunta: **O que é massa afinal?** Então respondi: Massa está relacionada ao bóson de Higgs. Massa de repouso e massa relativística é uma terminologia antiga, do início do século XX, para manter a relação newtoniana entre momentum, massa e velocidade. Massa é... simplesmente massa, uma propriedade intrínseca de certas partículas elementares. Isto se deve ao campo de Higgs: partícula interagente fica polarizada com Bósons de Higgs, que lhe dão massa (MOREIRA, 2009, p. 6).

Uns grupos de alunos sugeriram então que o bóson de Higgs deveria ter um lugar especial no Mapa e assim o fizemos. Deixamos o bóson de Higgs em destaque, pois ainda os cientistas tem muito o que desvendar desta nova partícula.



Figura 14: Montagem do Mapa Conceitual tipo árvore (Fonte: acervo da autora)

Ainda formam surgindo outros questionamentos, como: Pensando melhor, massa e energia são a mesma coisa? Assim como outras perguntas que iam surgindo, nossa proposta era levá-los pra pesquisa e tentar responder aos questionamentos. Comentei com os alunos sobre a conservação da energia. A energia não se transforma em coisa alguma, são apenas distintas partículas que se

transformam umas em outras. Ou seja, a energia se conserva mas os portadores de energia, e a forma em que ela aparece, de fato, mudam... (MOREIRA, 2009, p.6).



Figura 15: Interações Fundamentais e Partículas Mediadoras estudada pelos alunos

Neste momento pedagógico com os estudantes, observei que os mesmos sentiam uma grande necessidade de verificar todo o trabalho de pesquisa desenvolvido sendo visualizado em grande escala. Após terem organizado as partículas em suas devidas famílias constituiu-se o Mapa Conceitual tipo Árvore. Tendo destacar que para a construção do mapa, nós utilizamos todas as produções confeccionadas pelos estudantes até o momento. A elaboração do mapa permitiu manifestações artísticas em suas diversas representações.



Figura 17: Demonstração do Confinamento das Partículas (Fonte: acervo da autora)



Figura 18: Montagem do Mapa Conceitual (Fonte: acervo da autora)



Figura 19: Mapa Conceitual das Partículas Elementares (Fonte: acervo da autora)

Descrição da Quarta Unidade Didática (UD): O Uso de Vídeos para Aprimorar o Conhecimento – “O Discreto Charme das Partículas Elementares”.

Esta atividade foi realizada na nona e décima semanas, aulas dezessete a vinte. Analisei nesta UD os benefícios que o uso de vídeos trazem para a educação, mais precisamente em sala de aula. É necessário para isso que se compreenda como os elementos são capazes de harmonizar a aprendizagem. As imagens geradas na utilização de vídeos de uma forma ou de outra se proliferam na vida dos estudantes, principalmente quando se tratarmos de adolescentes, e estes que analisados, estudam e vivem em comunidades de periferia na cidade de Santa Rosa (RS).

A grande maioria de profissionais da educação presentes ainda em nossas escolas não conhecem esse tipo de tecnologia, ou não sabem usar o recurso. Muitas vezes é sugerido aos professores de diversas áreas um auxílio para manusear as tecnologias, mas, muitos pensam, fingem que não existe este artifício, ou seja se sentem ameaçados e descartados pelas por elas.

De forma alguma podemos pensar assim. O que não se deve deixar de enxergar é o potencial da representação a favor da aprendizagem. Ferrés ao verificar a atitude dos professores frente às possibilidades tecnológicas afirma que:

Os professores têm olhado apreensivos as novas técnicas aplicadas à comunicação. Os professores sempre se mostraram reticentes à integração na escola daquelas novidades técnicas que lhes podiam exigir mudanças pedagógicas ou supor uma perda de função (FERRÉS,1996, p.33).

Muitas vezes penso, reflito e acredito nisso. Os vídeos são ferramentas que podem colaborar na aprendizagem dos estudantes. Porém tenho ciência de que não é possível tê-lo como único instrumento no processo de ensino e aprendizagem. Nós professores podemos diversificar nossas aulas, usá-lo como mais um instrumento no ambiente escolar que possa trazer contribuições essenciais para o processo ensino aprendizagem: “São cada vez mais numerosos os profissionais de ensino que assumiram este caminho” (*ibidem*, p. 32). As novas tecnologias é uma passagem que não pode ser desconsiderada.

Desta forma, não se pode deixar de citar o que diz Decaigny:

A época do audiovisual como auxiliar está acabando. Começa a era da comunicação audiovisual e eletrônica, e se trata de um processo complexo que abrange a pedagogia, a psicologia e a sociologia, que por sua vez engloba o racional e o imaginário e formula problemas teóricos, abstratos, como também problemas de material, de técnica, de infra-estrutura (apud FERRÉS, 1996, p. 32).

Recomendo que os educadores estejam atentos e utilizem as tecnologias a seu favor no dia a dia da sala de aula de forma mais incisiva, como subsídios aptos a ampliar as possibilidades de aprendizagem dos estudantes.

A partir disso tudo, o que conto nesta UD é a experiência que presenciei com os alunos na inserção de vídeos nas aulas de Física Moderna nos conceitos de Física de Partículas. Nesta, o objetivo planejado e almejado foi alcançado, pois, aprimorei e estimulei o pensamento crítico dos estudantes do ambiente escolar em que vivem através de vídeos produzidos pela TV Cultura “O Discreto Charme das Partículas Elementares”, fazendo com que os mesmos refletissem sobre suas ações e práticas dentro da problemática estudada, Física de Partículas, de maneira contextualizada, aperfeiçoando ainda mais seus conhecimentos.

Também, junto com os estudantes construímos um comparativo e uma análise dos conhecimentos estudados até o momento, de forma oral e escrita, somados com os conhecimentos que foram produzidos pelas mídias. Aproveitei este momento para avaliar a aprendizagem dos alunos no final desta Unidade Didática, utilizando deste arcabouço, inclusive na elaboração das atividades propostas, complementado pelas explicações de um diário de acompanhamento que os alunos utilizaram e construíram nestas aulas.

O uso de vídeos em sala de aula tem função avaliativa e é uma ferramenta extremamente interessante. As tecnologias são vantajosas, pois podemos usar as imagens, quantas vezes forem necessárias. Pode-se sugerir a auto-análise dos estudantes, analisar a linguagem do vídeo, seus os conhecimentos ali tratados, entre outras.

Descrevendo melhor a UD, inicialmente apresentei o nome dos vídeos aos alunos “O Discreto Charme das Partículas Elementares”, exibidos pela TV Cultura, onde explica o universo da Física Subatômica. A série destaca 05 (cinco) vídeos (I,

II, III, IV e V), sendo que cada um levou em torno de 10 minutos cada. Em cada série pode foi feita uma pausa para discussões, relatos e apontamentos no diário de acompanhamento. Na pausa, de cada vídeo pudemos fazer a correlação dos mesmos, com os livros lidos pelos alunos, com a pesquisa na internet e mapa conceitual. Busquei explorar contextos abrangendo o desenvolvimento da ciência, altos investimentos financeiros das tecnologias e a vida de cientista. Utilizando-se desses instrumentos foi possível verificar e analisar como os adolescentes estavam se apropriando dos conhecimentos sugeridos.

Após eles terem assistido a série de cinco vídeos, sugeriu-se então que os estudantes fizessem uma análise sintetizada oralmente e escrita, em seu diário de acompanhamento estabelecendo apontamentos dos conhecimentos estudados até o momento, somados com as informações que serão produzidas pelas mídias.

O emprego de tecnologias audiovisuais pode vir a ser um grande utensílio no sentido da diminuição dos baixos índices de resultados no Ensino Médio, apontando para um ensino com qualidade social em nosso país.

Descrição da Quinta Unidade Didática (UD): A utilização do jogo virtual “SPRACE GAME” como método de estudo

Estes momentos com os estudantes foram realizados na décima primeira e décima segunda semanas, ou seja, duas semanas estudando através de um jogo virtual.

O propósito desta UD foi atualizar os educandos do Ensino Médio com descobrimentos da estrutura da matéria e a Física de Partículas e superar essa falha na formação dos alunos no último século. É importante destacar que nesta UD os estudantes, concretizaram o aprendizado em Física de Partículas, disponibilizado no jogo de entretenimento virtual e a utilizaram como ferramenta para o ensino de Física contemporâneo, introduzindo o uso das mídias nas aulas de Física.

Ao conjunto de conhecimentos e princípios científicos que se aplicam ao planejamento, à construção e à utilização de um equipamento em um determinado tipo de atividade nós chamamos de “tecnologia”. Para construir qualquer equipamento - seja uma caneta esferográfica ou um computador -, os homens precisam pesquisar, planejar e criar tecnologias (KENSKI, 2007, p. 18).

Do encontro entre conceitos e tecnologias, podem surgir inúmeras possibilidades de ensino e aprendizagem no ambiente escolar. Porém, é necessário observar se as propriedades destas tecnologias são significativas e servem para que os estudantes encarem provocações atuais do cotidiano. O meu papel de docente é dar significado ao uso das tecnologias, determinar e trabalhar conhecimentos em um fascínio de possibilidades em que o computador apresente condição de aprendizagem, que devem ser por mim administradas. O uso do computador como toda e qualquer tecnologia digital deve ser bem-estudada para ser integrado no ambiente escolar, analisando seus possíveis malefícios e benefícios.

Percebo, ao longo de uma caminhada de magistério que tenho, que os estudantes atualmente têm uma maneira diferenciada de encarar as dificuldades associadas aos conteúdos, trazendo formas distintas daquelas nas quais nos formamos para aprender certos conceitos.

Na maior parte do tempo, estão brincando, jogando e interagindo com amigos virtuais. Essas ações podem ser vistas como problemas, mas também como caminhos por onde as escolas podem trazer os estudantes para novas e mais prazerosas formas de aprender (KENSKI, 2007, p. 60).

Com inúmeras mudanças que percebo nos meios de comunicação, maneiras de agir e principalmente com o progresso dos recursos da internet, pergunto-me: O que um estabelecimento educacional pode praticar ou sugerir para ajudar os estudantes a aprenderem melhor os conceitos? Uma das possibilidades de aproximação entre o cotidiano dos estudantes, com a crescente inclusão digital, das atividades em sala de aula, como na presente proposta, que faz uso de jogos virtuais nas escolas, em especial, no Ensino Médio, com foco na constituição de distintos conceitos.

Segundo Becker (1993), sempre existe algo novo a ser construído, a ser aprendido sobre o objeto em questão. Sendo assim, a cada nova influência mútua, o sujeito amplia o seu conhecimento anterior em relação ao elemento, vivenciando o que se considera a construção de conhecimentos ou de conceitos.

Os jogos virtuais podem ser uma das maneiras de favorecer a aprendizagem dos estudantes, porém fazer uso dele de forma compromissada

com enfoque na aprendizagem de conceitos, atitudes e procedimentos de diferentes áreas.

Inúmeros autores que foram estudados previamente, assim como trabalhos de conclusões de cursos, esclarecem que em diversas escolas na atualidade, a maioria dos profissionais docentes não tem conhecimento de como usar essas tecnologias para beneficiar os processos de aprendizagem de seus estudantes.

Por outro lado, temos que ter o cuidado. Se utilizarmos qualquer jogo virtual só por jogar, sem intenção de uma aprendizagem, organizada e planejada, pouco contribui para pensar a educação na escola. Segundo Valente (2003, p. 1): “O melhor é quando os conhecimentos técnicos e pedagógicos crescem juntos, simultaneamente, um demandando novas ideias do outro”.

Neste trabalho, proponho e relato minha experiência com a sugestão do jogo virtual. O jogo foi utilizado pelos alunos no laboratório de informática da escola. Constitui de um jogo virtual, gratuito e está disponível em linguagem Java na página <http://www.sprace.org.br/SPRACE/sprace-game>.

Foi uma alternativa que que encontrei para diminuir a defasagem de conhecimento e solucionar o que ainda não tinha sido esclarecido, foi um jogo educativo que permite ao jogador aprender os conceitos básicos sobre a composição da matéria através da tarefa de construir partículas subatômicas a partir de seus constituintes mais fundamentais. Reduzido à escala subatômica, nesse jogo, o pequeno demiurgo comanda uma nave miniaturizada e tem como uma de suas primeiras missões capturar partículas, usando um sofisticado “campo de energia” e, em seguida, levá-las ao laboratório para que sejam analisadas.



Figura 20: Jogo Virtual Spspace Game (Fonte: Revista Galileu)

O estudante enquanto se divertia cumprindo essas missões acabava aprendendo conceitos de partículas elementares. A primeira versão do jogo foi desenvolvida no Brasil, patrocinada pelo SPSPACE e com o apoio financeiro do CNPq, através do edital de “Apoio a Projetos de Difusão e Popularização da Ciência e Tecnologia”. Nessa versão o jogo foi produzido pela empresa de consultoria brasileira Summa Technology+Business e desenvolvido pela Black Widow Games Brasil. A segunda versão do jogo também foi desenvolvida no Brasil, patrocinada pelo SPSPACE e com o apoio da FAPESP, através do Projeto Temático nº 2013/01907-0. Nessa versão a produção e desenvolvimento foram feitos pela Black Widow Games Brasil.

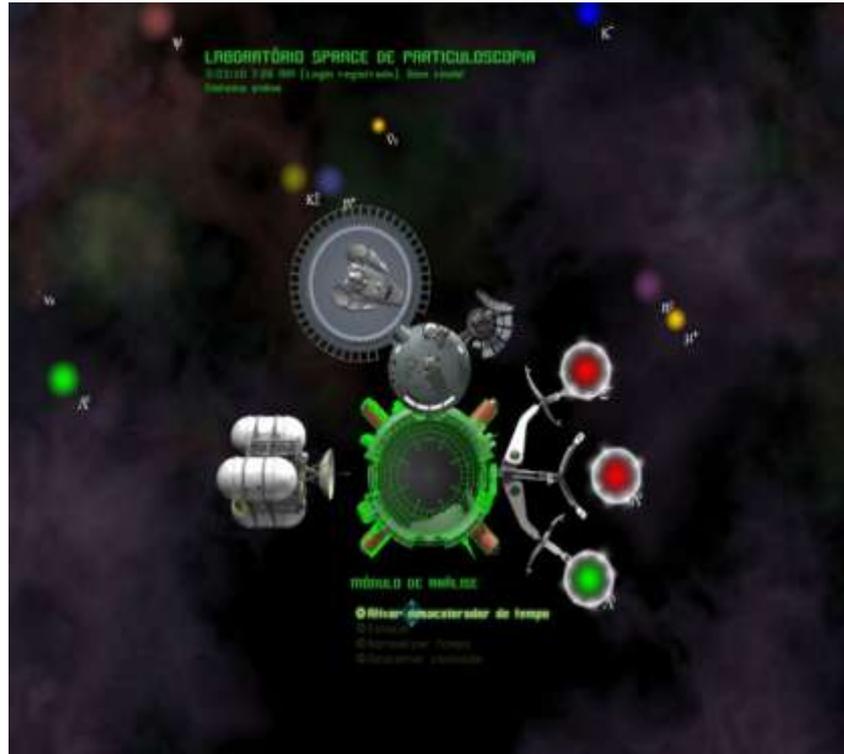


Figura 21: Jogo Virtual Space Game (Fonte: Revista Galileu)

É importante ressaltar que antes de estudar o espectro que os estudantes têm, a estrutura da matéria permanece estancada no conceito atômico, ainda do outro século. Com o jogo o ensinar conceitos complexos da física de partículas se torna mais divertido assim como o aprender para os alunos. A cada nova fase, a estação científica “estuda” com os elementos capturados e se torna mais complexa, exigindo a coleta e análise de substâncias mais organizadas.

Com o intuito de sanar as dificuldades dos alunos e divulgar o ensino de Física de Partículas no Ensino Médio, disponibilizei este entretenimento virtual aos alunos como ferramenta para o ensino de Física de Partículas contemporâneo. O alunos relataram que o jogo foi muito divertido e encantador. Porém observo a cada dia que os jogos virtuais estão em constantes atualizações em função das exigências de seus usuários. O mesmo não acontece em um estabelecimento de ensino, pois os estudantes exigem novas atuações, novas propostas, de maneira pronunciada às características dos nativos digitais, mas, pouco se observa de atualizações de metodologias e recursos na sala de aula. Diante desse fato, não posso deixar de relativizar e experienciar o uso de jogos virtuais na escola. É uma proposta possível e que merece ainda muita discussão a respeito.

Os estabelecimentos de ensino devem estar organizados para o uso de jogos virtuais, devem oportunizar a experiência de um currículo mais maleável, pois essas tecnologias requerem flexibilidade de atuações no tempo e sequência de aula do professor, bem como do currículo prescrito.

Gee (2004) e Castells (2001) parecem estar de acordo e alertam para a necessidade de mudança nos espaços e processos de educação, na concepção e no desenvolvimento de novas abordagens para realização de aprendizagens on-line (MOITA, 2007, p.76).

Para isso, não basta ter esse grande número de estudantes aprendendo assuntos *online*. Eles precisam de um mediador que possa ajudá-los a organizar conceitos, sintetizá-los e fazer tornar significativa essa aprendizagem. Alguém que os ajude a serem mais decisivos e oportunizem a inventar e compartilhar essas informações. Além disso, a sequência de conceitos, um dos elementos do currículo prescrito, nem sempre poderá ser posta em ação conforme o previsto, sendo redimensionado na ação com os alunos, ao explorarem jogos virtuais.

Nessa perspectiva, o jogo virtual segue uma postura que permite uma pesquisa que não fere ou etiqueta o fenômeno observado. Pelo contrário, para realizá-lo é preciso estar aberto às indicações do elemento examinado e atento as suas solicitações teóricas e metodológicas e não ao contrário, encaixando-o em um método ou teoria.

Ao pesquisar conceitos presentes nos argumentos dos jogos e institucionalizá-los, estou contribuindo, como educadora, para que os estudantes, não só obtenham melhores frutos e performance nos jogos, mas, e principalmente, para que tomem consciência dos conceitos indispensáveis para agir em cada etapa do jogo, bem como das mensagens emitidas por estes, agindo de forma consciente e fundamentada.

Esta análise evidenciou que é possível agregar jogos virtuais na escola. E, que o meu papel de professor, desde o momento do planejamento até a avaliação da aprendizagem nas aulas de Física ou outro componente curricular, com uso de jogo virtual, é o de desafiar e orientar o estudantes em suas aprendizagens.

Descrição da Sexta Unidade Didática (UD): “Produção Textual sobre a Física de Partículas e suas Interações em Forma de História em Quadrinhos”

Esta Unidade Didática foi proporcionada em três momentos para os estudantes. Levou-se seis horas-aulas para executá-la, nas três últimas semanas de trabalho. Sua finalidade era fazer com que os estudantes concretizassem o aprendizado em Física de Partículas, disponibilizando um entretenimento virtual, literário e lúdico como ferramenta para o ensino de Física contemporâneo. Além disso, trouxe para os estudantes a introdução e o incentivo o uso de produção textual nas aulas de Física. Valorizei os conceitos dos estudantes através de desenhos artísticos, construindo um aprendizado intenso, concreto e encantador.

É evidente a necessidade de integrar diferentes linguagens nas aulas de Física em diversas séries. A utilização das diferentes linguagens para o ensino de Física vem contribuindo para a dinamização do dia-a-dia da sala de aula diversificando a prática do ensino do componente, permitindo melhor compreensão, por parte dos estudantes, da mensagem que o docente deseja que ele interprete.

Os docentes que trabalham em educação vivem em constante provocação de ampliar suas práticas pedagógicas, mantendo-se assim sempre atualizados com novas metodologias. Sendo assim, penso que a abrangência dos conceitos Físicos, pode acontecer de diversas maneiras utilizando-se de diferentes apontamentos ou artifícios, fugindo assim, da tradição do livro didático.

Segundo Vergueiro (2004):“ pode-se dizer que o único limite para seu bom aproveitamento em qualquer sala de aula é a criatividade do professor e sua capacidade de bem utilizá-los para atingir seus objetivos de ensino” (p.26).

Neste último encontro, construí junto com os educandos histórias em quadrinhos sobre Física de Partículas, a fim de mostrar aos mesmos como é divertido o mundo da Física. Conhecemos melhor a origem e a evolução da matéria, despertando o interesse sobre o assunto Partículas Elementares e Interações. Nestes encontros muitos pontos foram levantados. O resultado das Unidades Didáticas naquele momento enviava a outras indagações do tipo: por que hoje deram certo as coisas que em outros momentos, pareciam confusas? Em resumo, poderia se argumentar que se encontrou uma extensão interessante para trabalhar com eles, porém, esta pode ser uma percepção aligeirada. Muitas informações devem ser

levadas em consideração: a questão do tempo, maturidade, aquisição de novos conhecimento, a afetividade construída, entre outros.



Figura 22: Estudantes confeccionando as Histórias em quadrinhos (Fonte: acervo da autora)

O meu intuito era atingir a finalidade da proposta. O projeto culmina nesta Unidade Didática. Pois senti que os estudantes estavam seguros em suas argumentações, nos questionamentos e colocações frente ao assunto. Pedi que fizessem uma produção literária em forma de história em quadrinhos.



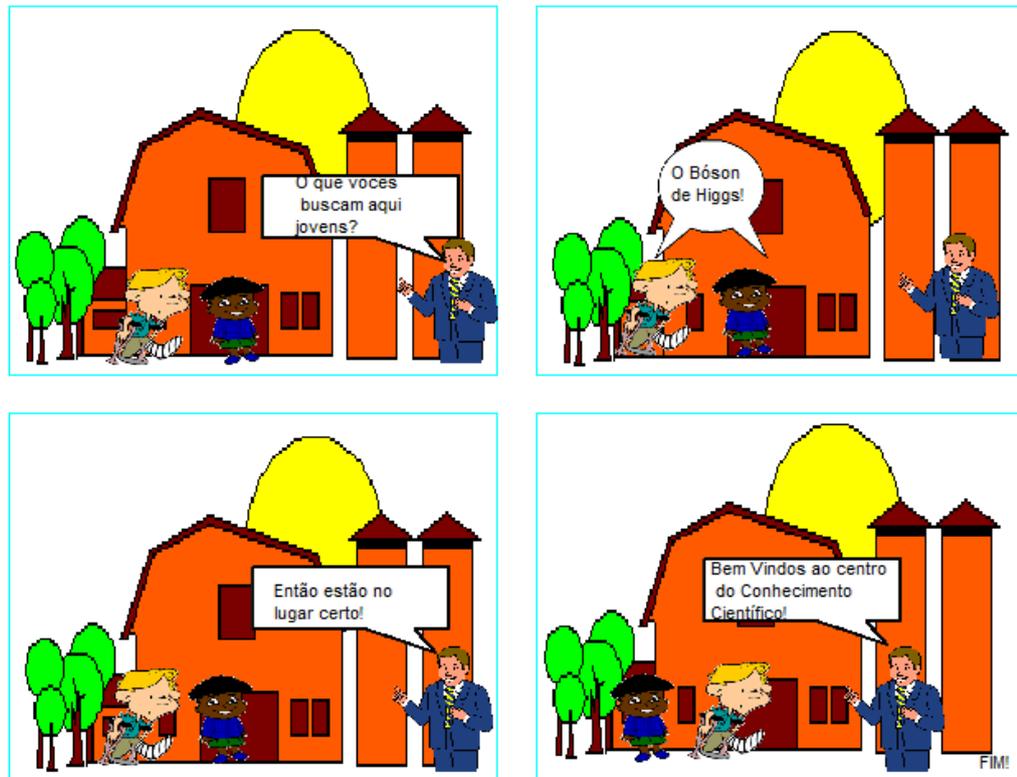


Figura 23: Modelo de História em Quadrinhos criada pelos estudantes (Fonte: acervo da autora)

Esta produção foi construída pelos alunos em pequenos grupos, em sala de aula usando os próprios notebooks, uma vez que havia acesso a internet disponível na escola. O programa utilizado para gerar história em quadrinhos foi o Hagaquê². Este software (fácil acesso) de história em quadrinhos foi produzido por um programa de iniciativa da Unicamp, coordenado pela professora Heloísa Vieira da Rocha e teve apoio da CNPQ e FAPESP, tendo início em Julho de 1999 e término em agosto de 2003.

Todos nós conhecemos o caráter lúdico das histórias em quadrinhos (HQs) e muitos a consideram uma forma de arte. Além de entreter, as HQs podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem dos mais diversos conceitos estudados. Baseado nestas características positivas das HQs, surgiu a proposta de trabalhar com o software HagáQuê, com fins pedagógicos.

2 Disponível gratuitamente para download na página <http://www.nied.unicamp.br/?q=content/hagáquê>



Figura 24: Estudantes confeccionando as Histórias em quadrinhos (Fonte: acervo da autora)

A proposta foi desenvolvida de modo a facilitar o processo de criação de história em quadrinhos pelos estudantes com recursos suficientes para não limitar sua imaginação. Cada grupo de estudantes tornou-se responsável por uma parte da história representada através de história em quadrinhos. Ao final da terceira semana de estudos sobre as Histórias em Quadrinhos, encerramos a Unidade Didática e a Sequência Didática Investigativa. Cada grupo apresentou sua dinâmica para o restante dos colegas e para o docente.

ANÁLISE DOS RESULTADOS: A COMPREENSÃO DOS CONHECIMENTOS VIVENCIADOS

Esta Sequência Didática Interativa (SDI) tinha como finalidade propor metodologias diferenciadas aos estudantes do terceiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Educação Básica Professor Joaquin José Felizardo, analisando o processo de ensino/aprendizagem neste nível de ensino, com jovens na faixa etária entre 17 e 21 anos de idade.

Também uma de nossas finalidades foi examinar se a SDI proposta pode auxiliar na transposição didática do conteúdo apresentado, de forma a torná-lo um saber escolar. Focamos as Unidades Didáticas nos questionamentos prévios, relacionado-os aos textos, livros trabalhados, ao mapa conceitual, e a todo tipo de material utilizado na elaboração e aplicação dessa Sequência.

A questão a ser analisada endereçava-se a quais seriam as contribuições da utilização de uma Sequência Didática Investigativa no ensino de Física de Partículas no processo ensino-aprendizagem de adolescentes do terceiro ano do Ensino Médio, tendo como subsídios os conceitos vigotskianos da mediação simbólica e zona de desenvolvimento proximal.

Para efetivação do pretendido, foram escolhidas 22 estudantes nas faixas etárias apontadas em uma única série. O procedimento de pesquisa escolhido foi o estudo de caso, o qual, de acordo com Gil (1993) “para o estudo de caso não se pode falar em etapas que devem ser observadas no processo de análise e interpretação dos dados” (p. 123). Foram encontros realizados com foco em atividades didático-pedagógicas, aliando o jogo à tecnologia do vídeo.

O estudante retrata nesta pesquisa a leitura da realidade, tendo como referências as constelações que compõem o mundo adulto, ou seja, as metodologias diferenciadas no cotidiano em sala de aula servem como um elo entre a juventude e o universo adulto.

Permanece uma relação entre esse estudante e o elemento a ser conhecido, portanto alguém estará intercedendo esta relação, neste caso, o docente/pesquisador. É uma analogia assimétrica entre um emissor, aquele que propõe, sugere, ensina, e um receptor, aquele que estuda e aprende a partir de determinados objetos utilizados por aquele que conduz a mensagem.

Nesta analogia entram as figuras servindo como ponte para o processo de ensino/aprendizagem. É necessário tomar cuidado para que neste procedimento relativo à comunicação, o receptor não seja um indivíduo inativo pronto para lhe ser introduzido o conhecimento. Ser dono de uma hipótese de mediação no processo de ensino/aprendizagem do jovem, com a inserção de metodologias diferenciadas como os conceitos referenciados, pergunto-me: quais são os caminhos possíveis para solidificar esta hipótese? O que se quer ensinar com essas metodologias?

As metodologias diferenciadas, aliadas as TIC (vídeos, jogos, entre outros) não pode ser um obstáculo para o docente. Minimizar o quão deficiente é a sua formação, entretanto não se pode admitir que os problemas impeçam sua conversa com a tecnologia, estas limitações não devem ser empregadas como “justificativa”, ou receio.

O aparecimento de novas tecnologias impõe ao professor uma contradição de consequências imprevisíveis. Por um lado, sente-se

tentado a incorporá-las ao processo educativo para se adaptar às exigências dos novos tempos. Por outro, sente-se freiado pela inércia que o leva a tentar somente pequenas e superficiais modificações no sistema de ensino com a intenção última de que tudo continue igual. É um mecanismo de defesa diante de possíveis concorrentes que poderiam impor mudanças substanciais em sua função didática (FERRÉS, 1996, p.45).

Painéis, vídeos, jogos em sala de aula, não pode estar desarticulado do Projeto Político Pedagógico da escola. Tem-se que analisar quais são as ações que estes podem desempenhar no contexto escolar, para que não se tornem mais acessórios adicionados no acervo da escola, não sabendo a verdadeira finalidade.

Tenho ciência que “na educação, cada meio expressivo tem caminho e aplicações concretas, e o vídeo educativo luta para encontrar sua identidade específica como meio expressivo integrado no processo educativo. Nesta busca fazem falta boas doses de imaginação e de criatividade” (FERRÉS, 1996, p.45).

Das colocações apresentadas por Ferrés para a prática de sugestões para a educação, a motivação dos estudantes em vir para a aula e encontrar algo novo, diferenciado, talvez seja a que mais confirme um enfoque no universo juvenil. O emprego da motivação se estabelece quando a maneira da comunicação tem no destinatário sua finalidade.

Quando falo em motivação, logo penso em tornar as aulas dinâmicas, inovadoras. Então usar vídeos, imagens, jogos, livros que tragam imagens coloridas, também é um meio motivador nesta faixa etária de estudantes. Faço as palavras de Ferrés: “a imagem mostra-se mais eficaz que a palavra na hora de provocar emoções e afetos. As imagens e os sentimentos se encontram em uma mesma frequência de onda” (FERRÉS, 1996, 48).

Quando fiz a análise dos documentos coletados dos estudantes, primeiramente, me fiz estender como documentos “quaisquer materiais escritos que possam ser usados como fonte de informação sobre o comportamento humano.”(PHILLIPS, 1974, p.187, *apud* LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p.38). Assim sendo, analisei todas as atividades escritas, todas as questões que foram respondidas e as avaliações feitas pelos alunos.

A finalidade dessa coleta foi apostar no resgate das considerações finais extraídas pelos alunos, nas diversas discussões e também, as suposições

levantadas por eles na resolução de problemas propostos, apontando a maneira que ela está refletindo e estruturando os diversos conceitos tratados.

Os quinze encontros no terceiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Educação Básica professor Joaquim Felizardo mostraram elementos interessantes e respeitáveis para a compreensão do processo ensino/aprendizagem, do jovem. Entretanto não se pode deixar de lado as avaliações de Gil (1993) em relação a duas posições diferentes, mas também opostos ao estudo de caso:

A primeira consiste em finalizar a pesquisa com a simples apresentação dos dados coletados. A segunda consiste em partir dos dados diretamente para a interpretação, ou seja, para a procura dos mais amplos significados que os dados possam ter. Esta última situação tende a ser bastante problemática, pois no estudo de caso é freqüente o pesquisador chegar a uma falsa sensação de certeza de suas conclusões (p. 123).

Busquei não incidir na última situação citada. É preciso pensar sobre o que foi trabalhado, como foi executado e para que foi executado, para não ser enganado pela realidade concreta.

Existe a compreensão de que uma pesquisa dessa conjuntura levanta uma série de problemas metodológicos, teóricos, pedagógicos, psicológicos etc. Por isso, é interessante muito cuidado com os diagnósticos e resultados deparados, evitando generalizações antecipadas. Estou ciente que, está confirmado pelo diagnóstico da literatura, em relação ao uso de vídeos, criações ilustrativas e o jogo virtual, neste trabalho, utilizado pelos estudantes, que enquanto elemento metodológico alcança um desenvolvimento, já que os mesmos são elementos facilitadores na criação de zonas de aprendizagem, porque:

o brincar é considerado por Vygotsky (1988) como zona de desenvolvimento proximal por excelência. A atividade lúdica é identificada como espaço privilegiado de emergência de novas formas de entendimento do real, e que, por sua vez, instaura espaços para o desenvolvimento em vários sentidos (ROCHA, 2000, p.67).

Ainda ressalto que fica claro, a partir das colocações de Oliveira (2001, p. 36), o entendimento e a justificativa das representações propostas na SDI, a respeito das representações confeccionadas pelos estudantes das partículas:

Os sistemas de representação da realidade – e a linguagem é o sistema simbólico básico de todos os grupos humanos – são portanto, socialmente dados. É o grupo cultural onde o indivíduo se

desenvolve que lhe fornece formas de perceber e organizar o real, as quais vão constituir os instrumentos psicológicos que fazem a mediação entre o indivíduo e o mundo (OLIVEIRA, 2001, p. 36).

A partir disso tudo, as relações instituídas com as propostas orientadas por imagens vivenciadas, criadas e confeccionadas usando a imaginação, os vídeos assistidos, as leituras feitas, jogos interativos, produções em HQ e as sínteses construídas, significam que os estudantes podem ser inseridos em um contexto histórico cultural. Isso pode resultar em um processo em que o homem tenha a capacidade de se relacionar com o seu semelhante, deixando marcas na representação psíquica daquilo que faz, ou daquilo que conhece, modificando-o ao mesmo tempo em que é modificado.

Neste trabalho, não tenho a pretensão que esta Sequência Didática Investigativa seja a única maneira possível de levar a Física de Partículas para o Ensino Médio, pois, contextos escolares diferentes, por exemplo, provocariam outras necessidades didáticas e poderiam, portanto determinar outros pontos estruturais, que gerariam outra proposta.

A primeira UD envolve os conhecimentos prévios, leitura e análise dos livros paradidáticos que é o primeiro ponto estruturante da proposta. Assim, inicia-se a seqüência com a discussão sobre a descoberta do átomo das partículas, que foi crucial para desvendar a estrutura da matéria. Apesar de outras investigações terem contribuído para a descoberta da estrutura atômica, foram as investigações e descobertas das partículas subatômicas, que abriram as portas para o desenvolvimento de novas áreas da Física.

Como conceitos para o Ensino Médio, acreditamos que possa levar os estudantes a um maior conhecimento sobre os processos de “criação”, detecção, absorção e às principais aplicações das pequenas partículas, principalmente a da descoberta do Bóson de Higgs, levando os estudantes compreender um pouco mais sobre esse objeto físico tão presente no seu dia-a-dia.

A necessidade de entender e compreender melhor esse universo das partículas levou a um maior interesse dos cientistas pela estrutura da matéria. Assim, a busca por uma explicação mais plausível do nosso Universo levanta questões para os estudantes, fazendo com que busquem mais conhecimento sobre a estrutura da matéria.

Desta forma, leva-se ao descobrimento do elétron e em seguida a novos modelos atômicos observados. Para tentar solucionar este embaraço existente entre dois modelos atômicos (Thomson e Nagaoka), surgem as investigações sobre a correta estrutura do átomo, com Rutherford. Empregando o espalhamento de partículas alfa, ele investiga a estrutura do átomo. Desta forma, vimos ser necessário um ponto estruturante para discutir as Antipartículas. Então, definimos o segundo ponto com a atividade descobrindo e conceitualizando cada Partícula e Antipartícula através de Pesquisas na internet. As Partículas e Antipartículas são pontos importantes a serem estudados no desenvolvimento das aulas, porque além de tratar e conhecer várias partículas subatômicas durante a história do pensamento da humanidade, elas trazem consigo um caráter epistemológico. Isso, porque as partículas e antipartículas desempenham um papel imprescindível na construção do conhecimento científico, sendo a essência do processo científico, pelo qual se pode apreender conceitualmente a realidade que nos cerca.

Com descobrimento de novas partículas, como o próton e o nêutron, novas questões são apresentadas, mostrando que há inconsistências na descrição do modelo atômico vigente (átomo de Bohr). Com isso, faz-se necessário um aprofundamento no estudo do núcleo atômico para responder as questões sobre a emissão de elétrons pelo núcleo e a natureza da radiação alfa.

Sendo assim, estudamos o núcleo atômico buscando entender a sua estabilidade, descobrindo duas novas interações: a força forte e a fraca. Já através da discussão da interação fraca, pode-se compreender melhor a transmutação de alguns elementos, devido à emissão da radiação beta e da natureza dos elétrons emitidos pelos núcleos. Na discussão sobre a interação forte, não obedecendo a uma seqüência cronológica, optamos por estudar a estrutura interna de algumas partículas, como os prótons e os nêutrons. Assim, definimos o nosso terceiro ponto estruturante, a estrutura das partículas e suas características.

Nesse ponto, busquei mostrar que, com o aparecimento de um número muito grande de partículas como conseqüência do desenvolvimento dos aceleradores de partículas e as averiguações dos raios cósmicos, existiu uma desconfiança de que a natureza poderia se apresentar de uma forma mais simplória, através de uma quantidade de partículas minúsculas, ou seja, o universo não seria tão diversificado em sua estrutura mais elementar. Sendo confirmado pela descoberta do méson π .

Estudamos os quarks, os glúons e as interação forte e, posteriormente, a força fraca. Com isso, mostramos de uma maneira mais particularizada, o processo do decaimento beta, que ocorre na modificação de um nêutron em um próton com a emissão de elétron e um neutrino. Sendo assim, alguns mistérios que são peculiares aos quarks, como a carga cor e o confinamento, são debatidas com os estudantes nessa UD.

Esse conceito foi apresentado para os estudantes como uma nova interação do Universo, explicando de forma plausível a estabilidade do núcleo, desfazendo com a concepção de que partículas de sinais iguais se repelem. Com isso fica derrubada a concepção de que os componentes do núcleo, dos prótons e dos nêutrons são partículas elementares.

Com o aparecimento de novas forças da natureza, um número muito grande de partículas e o desenvolvimento dos aceleradores de partículas, novos espectros de partículas passam a ser observadas. Assim, se faz necessário novas leis de conservação. Com isso, conseguimos definir o ponto estruturante seguinte: Leis de conservação, com o uso de vídeos: O Discreto Charme das Partículas Elementares.

Acredito que este ponto de estudo foi importante para a estrutura do trabalho porque levanta a questão da existência de alguns eventos do processo da criação de novas leis de conservação, podendo ser debatido, como novas leis de conservação são criadas através de análise de novos eventos das partículas elementares. Foi neste momento que conversei com os estudantes sobre simetria, sendo que este conceito está ligado inteiramente à formulação de novas leis de conservação, sendo o centro e de grande importância na Física de Partículas Elementares.

Seguindo a seqüência do curso, passamos pela descoberta do pósitron, levando a ideia de antimatéria novamente, inclusive comentando o processo de criação e aniquilação das partículas. Esse é um ponto que acredito ser importante para ser estudado no Ensino Médio. Por abordar a mudança de paradigma no conceito do vácuo e da afinidade existente entre matéria e energia através da equação $E=m.c^2$, apontando a possibilidade da energia ser transformada em matéria e matéria em energia. Ao analisarmos as interações eletromagnéticas e a gravitacionais, surgiu a definição quântica dos campos responsáveis pelas interações. Destacando que esses precursores formam uma reunião de partículas chamadas bósons. A meu ver é um dos aspectos mais importante das definições da Física de Partículas, uma vez que há uma alteração na definição do campo e por

isso, definimos um ponto estruturante para esse tópico, que chamamos de emissários das interações. Com esta UD, os estudantes fizeram uma descrição quantizada das interações, os alunos passaram a conhecer outra maneira de decifrar os campos e ainda, aprenderam que existem alterações acentuadas nas características, que se diferenciam em dois grupos, formando as famílias das partículas. Com isso, rompemos com o modelo clássico da descrição dos campos. Aproveitando a discussão feita sobre os emissários das interações, fizemos as últimas considerações da SDI, através da separação das partículas pelo tipo de interações a que são afetuosos, expondo que as interações nucleares podem separá-las em dois subgrupos. Temos então aquelas com interação forte – os quarks, e aquelas com interação fraca – os léptons.

Para dar o encerramento da nossa proposta definimos o último ponto estruturante: O Modelo Padrão. Com as UD quinta e sexta, onde envolvemos os jogos virtuais e as histórias em quadrinhos, pudemos verificar com bastante detalhes este ponto, fornecendo aos estudantes a composição da matéria aceita atualmente. Acreditando que esta possa dar sentido ao estudo da Física de Partículas e uma coordenada geral de entendimento das mesmas.

Referências Bibliográficas

- ABDALLA, M.C.B. **Sobre o discreto charme das partículas elementares**. São Paulo: Unesp, 2006, 352p.
- ALVARENGA, Beatriz in: CARUSO, Francisco; SANTORO, Antonio. **Do átomo grego à Física das interações fundamentais**. Rio de Janeiro. AIAFEX, p.179-196, 2ª ed., 2000.
- ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio . **Curso de Física**. 5ª ed., V.3. São Paulo: Scipione, 2000.
- ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antônio. **Curso de Física**. 5ª ed., V.2. São Paulo: Scipione, 2000.
- ALVES, Gilson; CARUSO, Francisco; FILHO, Hélio da Motta; SANTORO, Alberto. **O mundo das partículas de hoje e de ontem**. Rio de Janeiro: CBPF, 2000.
- BECKER, F. **Ensino e Construção do Conhecimento: o Processo de Abstração Reflexionante**. Educação e Realidade. Porto Alegre, v.18, n.01, p. 43 -52, 1993.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO/SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução**. Brasília: MEC/SEF, 2000.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, resolução CEB no 3 e nº 15 de 26 de junho de 1998.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Volume 2. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Plano Nacional de Pós-Graduação – PNPG 2011-2020**. Coordenação de Pessoal de Nível Superior. Brasília, DF: CAPES, 2010. 2 v.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Ministério da educação. Secretária da Educação Média e Tecnológica. Brasília, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica: **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Física. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

BROCKINGTON, Guilherme. **A Realidade escondida: a dualidade onda-partícula para alunos do Ensino Médio**. São Paulo, curso de pós-graduação em ensino de Ciências – USP, 2005. Dissertação de mestrado.

CARVALHO, A. M. P. **Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências. Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. Pioneira Thomsom Larning, São Paulo, 2004.

CHEVALARD, Y. **El análisis de las prácticas docentes en la teoría antropológica de lo didáctico**. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, v. 19, n. 2, 1999.

CHEVALLARD Y. **Évaluation, véridiction, objectivation**. In: COLOMB J., MARSENACH J., *L'évaluateur en revolution*. Paris: INRP, 1990, p. 13-36.

CHEVALLARD, Yves. **La Transposicion Didactica: Del saber sabio al saber enseñado**. 1ª ed. Argentina: La Pensée Sauvage, 1991.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **Mil platôs: capitalismo e esquizofrenia**, vol. 2 [tradução de Ana Lúcia de Oliveira e Lúcia Cláudia Leão]. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1995b.

Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, X, 2006, Londrina, **Anais**. Paraná: Sociedade Brasileira de Física, 2006.

FERRÉS, Joan. **Televisão subliminar: socializando através de comunicações despercebidas**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

FERRÉS, Joan. **Vídeo e educação**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

FEYERABEND, P. Consolando o especialista. In: Lakatos, I & Musgrave, A. **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Editora Cultrix/Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora, 1977.

FEYERABEND, P. **Philosophical Papers**. v.2. London: Cambridge University Press, 1981.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários a prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança: um reencontro com a Pedagogia do Oprimido,** São Paulo: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 17ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. (1986). **Medo e Ousadia.** 10ª ed. RJ, Paz e Terra.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1993.

GILMORE, Robert. **Alice no país do Quantum: a Física Quântica ao alcance de todos.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar ed, 1998.

GILMORE, Robert. **O mágico dos Quarks: a física de partículas ao alcance de todos.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

HALLIDAY, David e RESNICK, Robert. **Fundamentos de física.** 3. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1994. 4 v.

KASTRUP, Virgínia; BARROS, Regina Benevides de. Movimentos-funções do dispositivo na prática da cartografia. In: PASSOS, Eduardo; KASTRUP, Virgínia; ESCÓSSIA, Liliana (orgs). **Pistas do método da cartografia: Pesquisa-intervenção e produção de subjetividade.** Porto Alegre: Sulina, 2009.

KAWAMURA, M.R.D.: HOSOUME, Y. (2003). **A contribuição da Física para um novo Ensino Médio.** Física na Escola, São Paulo, 4(2): 22-27

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologia: O novo ritmo da informação.** Campinas, SP: Papyrus, 2007.

LDB - **Lei de Diretrizes e Bases,** Lei Federal nº. 9.394, 20 de dezembro de 1996.

LOBATO, A. C. **Contextualização: um conceito em debate.** Educação Pública. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/educacao/0173.html>>. Acesso em 20 abril 2015.

LOPES, A.R.C. **Bachelard: o filósofo da desilusão.** Caderno Catarinense de Ensino de Física. 13(3): 248-273, 1996.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagem qualitativa.** São Paulo: EPU, 1986.

MOITA, F. M. G. S. C. **Game On: jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @**. São Paulo: Alínea, 2007.

MORAES, R.; GOMES, V. **Uma Unidade de Aprendizagem sobre Unidades de Aprendizagem**. In: GALIAZZI, M. C. (Org.). *Construção curricular em rede na educação em ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula*. Ijuí: Unijuí, 2007. p. 243 – 280.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOREIRA, M. A. **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a pesquisa nesta área**. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999 a.

MOREIRA, M. A. **Ensino de Física no Brasil: retrospectivas e perspectivas**.

MOREIRA, M. A. **O modelo padrão da Física da partículas**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31(1): 1306-1306-11, 2009.

MOREIRA, M. A. **Um mapa conceitual sobre partículas elementares**. *Revista Brasileira de Física*. V.11, p.114-129, dez 89.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A.; VEIT, E.A. **Ensino superior: bases teóricas e metodológicas**. São Paulo, E.P.U., 2010.

MOREIRA, M.A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro Editora. 80p, 2010.

MOREIRA, M.A. **Partículas e interações**. *Revista A Física na escola*, V.5, n.2, p.10-14, out 2004.

MORIN, Edgar. **A Cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Trad.: Eloá Jacobina. 16a. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

MORIN, Edgar. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

MORIN, Edgar. **Cultura de Massas no Século XX - O Espírito do Tempo I: Neurose**. Trad.: Maura Ribeiro Sardinha. 4ª ed. Forense-Universitária: Rio de Janeiro, 1977.

NÓBREGA, F.P.; MACKEDANZ, L.F. **O LHC (Large Hadron Collider) e a nossa Física de cada Dia**. Revista Brasileira de Ensino de Física. V. 35, n. 1, p. 1301(1)-1301(11), 2013.

NOVAK, J.D. e Gowin, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.

OLIVEIRA, Gislene de Campos. **Psicomotricidade: educação e reeducação num enfoque psicopedagógico**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

OSTERMANN, F. **Partículas elementares e interações fundamentais**. Instituto de Física – UFRGS. Porto Alegre, 2001 (Texto de apoio ao professor de Física, V.12).

OSTERMANN, F. Um texto para professores do ensino médio sobre partículas elementares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V.21, n.3, p.415-436, set 99.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Atualização do currículo de física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e a formação inicial de professores. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 23, p. 23-28, 2001.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio. Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, V.16, n.3, p.267-286, dez.99.

OSTERMANN, F; MOREIRA, M A. **Atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, V.18, n.2, p.135-151, ago 2001.

OSTERMANN, F; MOREIRA, M A. **Física contemporânea em la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores**. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona: v.18, n.3, p.391-404, 2000.

OSTERMANN, F; MOREIRA, M A. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”**. Investigações em ensino de ciência. Porto Alegre: V.5, N.1, março/ 2000.

PIETROCOLA, Maurício et al. A perturbação do contrato didático e o gerenciamento dos paradoxos. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, V.8, n.3, ago/2002.

PINHEIRO, L.A.; COSTA, S.S.C.; MOREIRA, M.A. (2009). **Projetando o ensino de partículas elementares e interações fundamentais no Ensino Médio**. Anais do XVIII Simpósio Nacional de ensino de Física, Vitória, ES, 26/01/2009 à 30/01/2009.

PINHO ALVES, José F. **Atividades Experimentais: Do método à Prática Construtivista**. Tese de Doutorado, UFSC, Florianópolis, 2000.

PINHO ALVES, José F. **Regras da Transposição Didática Aplicada ao Laboratório Didático**. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, V.17, n.2, p.174-188, ago.2000.

Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 22, n.1, p. 94-99, mar. 2000.

ROCHA, Maria Sílvia Pinto de M. L. da. **Não brinco mais: a (des) construção do brincar no cotidiano educacional**. Ijuí,RS: Unijuí, 2000.

SALLES, Cecília Almeida. **Gesto inacabado**. São Paulo: Annablume, 1998.

RODRIGUES, Carlos Daniel Ofugi. **Inserção da Teoria da relatividade no ensino médio: Uma nova proposta**. Florianópolis, curso de pós-graduação em educação – UFSC, 2001 Dissertação de Mestrado.

ROSÁRIO, Nísia Martins do. Mitos e Cartografias: novos olhares metodológicos na comunicação. In: MALDONADO, Alberto Efendy; BONIN, Jiani Adriana; ROSÁRIO, Nísia Martins do (Orgs). **Perspectivas metodológicas em comunicação: desafios na prática investigativa**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2008. p. 195-220.

SANTOS, Júlio César F. **Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor**. 2 ed. Porto Alegre (RS): Editora Mediação Distribuidora e Livraria Ltda, 2008.

SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M.; **A Transposição Didática aplicada a teoria contemporânea: A Física de Partículas elementares no Ensino Médio**. In: X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Londrina. 2006.

TERRAZAN, Eduardo Adolf. **A inserção de física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, São Paulo, v.28, n.2, p.78-83, 1992.

TERRAZAN, Eduardo A. **Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média**. São Paulo: curso de pós-graduação em educação – USP, 1994 Tese.

TERRAZAN, Eduardo A., et al. **A evolução das idéias sobre a estrutura da matéria: uma contribuição para o ensino de Física**. Atas: XII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Belo Horizonte, p.650-658, jan. 1997.

VALENTE, J. A. **Espiral da espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação**. Tese (Livre-Docência), Universidade estadual de Campinas, São Paulo, 2005.

VALENTE, J. A. Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador. **Série “Pedagogia de Projetos e Integração de Mídias”** - Programa Salto para o Futuro, setembro, 2003. Disponível em: <http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1HXFXQKSB-23XMNVQ-M9/VALENTE_2005.pdf>. Acesso em: 13 setembro 2014.

VALENTE, J. A. Por que o computador na educação. In: VALENTE, J. A. (Org.). **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. 2 ed. CAMPINAS: Gráfica Unicamp, 1998, p. 29-53.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. **Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares para o ensino médio**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 87-96, jun. 2002.

VERGUEIRO, Valdomiro. **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. São Paulo: Contexto, 2004.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo. Editora Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia Pedagógica**. (Trad: P. Bezerra). 2ª Ed. São Paulo: Martins Fontes. 2004.

ZABALA, A. A avaliação. In: ZABALA, A. **A prática educativa - como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 195-223.

ANEXOS