UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA E FACULDADE DE EDUCAÇÃO

A PRESENÇA DO TEATRO NO ENSINO DE FÍSICA

NEUSA RAQUEL DE OLIVEIRA

Orientador : Prof. Dr. João Zanetic

Dissertação apresentada ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências

Área de concentração: Ensino de Ciências - Modalidade Física

Orientador:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. João Zanetic (IFUSP)

Profª. Dra. Maria Lúcia de Souza Barros Pupo (ECA-USP)

Profª. Dra. Hercília Tavares de Miranda (FE-USP)

São Paulo
2004

Ao seu Dito,
Meu pai, que com seu exemplo de trabalho e honestidade,
me ensinou a sonhar e lutar pelos meus sonhos.

À dona Elisabeth,
Minha mãe, que do seu jeito, sempre acreditou em mim.

Ao Zico, à Neide e ao Pablo,
Meus irmãos, que lutam todos os dias com expectativas
de dias melhores.

Ao Fernando, ao Fábio, ao Fabiano, ao Everton, à
Franciellen e à Evelyn,
Meus queridos sobrinhos, que trazem em seus rostos a
alegria e a esperança de um futuro melhor.

Ao Nivaldo e à Fabiana,
Meus cunhados, que lutam diariamente.

Ao Dr. Mario Mazzei Guimarães,
Que sempre acreditou em mim e me apoiou de diversas
formas para que eu chegasse até aqui.

Ao Prof. Dr. João Zanetic, meu orientador.

Que foi, para mim, muito mais do que um orientador, foi um grande amigo. Sua incansável luta por mais justiça e igualdade para os mais necessitados do país, sua preocupação com a educação, sua honestidade e seu caráter foram e sempre serão exemplos para mim.

À Prof. Dra. Maria Lucia de Souza Barros Puppo da ECA-USP e à Profa. Dra. Hercília Tavares de Miranda da FE-USP, por participarem das bancas de qualificação e defesa e pelas suas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família: pais, irmãos, sobrinhos, cunhados, primos, tios por acreditarem em mim. Em especial, ao meus pai, pela paciência que tem comigo.

À Ivanilda, Mônica, Dora, Valéria e Verônica pelas críticas e sugestões a este trabalho.

Ao Rui pela imensa colaboração.

À Fátima, pela tradução do resumo deste trabalho.

Ao Ailton, Alexandre Custódio, Ana Paula, Andreia, Bete de Santos, Bete Gaúcha, Cristina, Elifas, Emerson, Eraldo, Estevam, Fernando da Química, George, Gerson, Glauco, Guilherme, João do GREF, Juarez, Luis Augusto, Marcelo Bonetti, Marcelo Silveira, Marcos Tófolli, Osvaldo, Renata, Ricardo, Sandra, Sílvia, Soraya, Ulisses e Wilson, que no início eram somente colegas, mas com o passar dos anos se tornaram grandes amigos.

À Gleis, Roberto, Odimar, Rui, Cristian Mônica, Luís Augusto Alves, Márcio e Márcia, amizades sinceras que nasceram durante a graduação.

À Síntia, Valter, Manoel, Vânia, Mirna e Eliane, amigos de sempre.

À Mônica, Cristina e Noemi, amizades que nasceram na escola.

À Regina, Rose e Cidinha, que tanto me ouviram nas minhas dificuldades.

Ao Pe. Geraldo, amigo de tantos anos e Pe. Adilson, que recentemente se tornou um grande amigo.

Aos meus queridos alunos e colegas professores da Escola Estadual Eliza de Oliveira Ribeiro e da Fundação do Instituto Tecnológico de Osasco (FITO).

Finalmente,

Aos professores que participaram da oficina em Rio Cuarto, pela contribuição e adesão.

Aos queridos alunos da Escola Estadual Eliza de Oliveira Ribeiro por terem contribuído tanto para este trabalho.

A todos vocês, sempre serei **grata** por terem me ajudado a construir minha história.

RESUMO

Neste trabalho se entrelaçam duas temáticas que compõem a estrutura de nossa pesquisa: uma delas é o desafio de possibilitar uma maior humanização do ambiente da sala de aula, em que educandos e educadores sintam-se capazes e responsáveis pela construção solidária do conhecimento; a outra é o fato de que a forma e o conteúdo da física trabalhada no Ensino Médio devem oferecer uma abordagem cultural da física, algumas noções sobre a pesquisa científica e a desmitificação da figura e da função do cientista.

Para isso, utilizamos como referenciais teóricos centrais a proposta dos jogos teatrais de Viola Spolin e a filosofia da ciência de Thomaz Kuhn e a filosofia educacional emancipadora de Paulo Freire. O primeiro é utilizado para favorecer a partilha de conhecimentos entre professores e alunos explorando, de maneira lúdica, textos sobre atividades científicas que revelem algumas facetas do trabalho do cientista e da ciência. E o segundo é empregado para permitir um melhor acompanhamento do desenvolvimento científico através de um olhar epistemológico sobre a física. O terceiro nos permite estabelecer uma ponte entre esses dois referenciais através da educação “problematizadora” e emancipadora.

Baseamo-nos na estrutura de jogos teatrais para criar quinze atividades a partir de textos cujos conteúdos abordam: formação de cientistas, pesquisa científica, ética na ciência e questões sociais ou religiosas que envolvam a atividade científica.

Apresentamos duas experiências de aplicação dos jogos teatrais: uma realizada com alunos de uma escola pública da Grande São Paulo; e outra com professores em oficina realizada na XIII Reunión Nacional de Educación en Física, em Río Cuarto, na Argentina.

ABSTRACT

This work mixes two subject matters that support the structure of four research: one is the challenge of promoting a better humanization of the space in the classroom, where educators and pupils may feel they're partners, able and responsible for the construction of knowledge, side by side; the other that the contents and the way physics are taught in High School must offer a cultural approach of it, some notions of scientific research without taking the scientist and his/her work as myth.

That's why used the role playing games by Viola Spili as the main theoretical references and philosophy of science by Thomas Kuhn and the philosophy of the education that emancipates by Paulo Freire. The first is used to favor knowledge sharing between teachers and students when they explore texts about scientific activities, in order to have fun, which reveals some points of scientific work and science itself. The second is used to allow a better way of following scientific development through an epistemological look about physics. Finally, the third allows us to join these two references through the education that proposes us problems to solve and emancipates.

The work was based on the role playing games structure to create fifteen activities from texts whose contents talk about: scientists education, scientific research, ethics in science and social or religious issues that take part of scientific activity.

We are presenting two experiences on playing games: one played with some students of a public school in the Gred São Paulo; the other was played with teachers in a meeting that took place at XIII Reunión Nacional de Educación en Física, in Rio Cuarto, Argentina.

SUMÁRIO

SAUDADES DA ESCOLA...	9
INTRODUÇÃO	16
1. DO MEDO AO DIÁLOGO	23
1.1. As Contribuições do Teatro para a Educação	24
1.2. Alegria, Vida & Cia.	27
2. JOGOS TEATRAIS	37
2.1. A estrutura dos jogos teatrais	42
2.2. O Jogo como Apropriação do Texto de Física	45
3. UMA VISÃO EPISTEMOLÓGICA DA ATIVIDADE CIENTÍFICA	48
3.1. Thomas Kuhn e o desenvolvimento científico	50
3.1.1. Paradigma	50
3.1.2. Ciência Normal	51
3.1.3. Da Descoberta da Anomalia à Crise	53
3.1.4. Da Crise à Revolução Científica	54
3.1.5. Algumas Palavras	55
3.2. A Atividade Científica no Ensino Atual de Física	56
3.3. O Trabalho dos Cientistas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's)	58
3.4. O Trabalho do Cientista nos Livros Didáticos de Física	61
4. SALA DE AULA, TEATRO E FÍSICA	65
4.1. O Texto: Problema ou Solução?	66
4.2. Uma Questão Dramática	68
4.3. A Abordagem de Teorias Físicas na Sala de Aula	70
4.4. Atividade Científica, Questões Éticas e o Teatro	73
4.5. A Vida Pessoal dos Físicos	75
4.6. Transição entre Culturas	77
5. DO TEXTO DE FÍSICA AO JOGO TEATRAL	82
5.1 Textos sobre Infância, Memórias da Escola e Prática Científica	82
5.1.1 Einstein (A)	82
5.1.2 Einstein (B)	85
5.1.3. Sutil é o Senhor	87
5.1.4. Einstein (C)	88
5.2. Textos sobre Períodos de Crise	91
5.2.1. Einstein (D)	91
5.2.2. O Castelo das Estrelas	93

5.3 Textos sobre Ética na Ciência	95
5.3.1. Einsteins (E)	95
5.3.2. Os Físicos	98
5.3.3. O Caso Oppenheimer	101
5.4. Textos sobre Teoria Física.	103
5.4.1. Astronomia Nova	103
5.4.2. Principia	105
5.4.3. Diálogo sobre os Dois Máximos Sitemas (A)	106
5.4.4. Diálogo sobre os Dois Máximos Sitemas (B)	107
5.5. Cartas escritas por físicos	110
5.5.1. De Galileu a Kepler	111
5.5.2. De Kepler a Galileu	112
5.6. Textos Sobre Pesquisa Científica Versus outras Questões	113
Vida de Galileu	113
6. JOGANDO COM OS TEXTOS DE FÍSICA	116
6.1. Escola Estadual Eliza de Oliveira Ribeiro	116
6.1.1. Textos sobre Ética na Ciência	117
Jogando com o texto Os Físicos	117
6.1.2. Textos sobre Infância, Memórias da Escola e Prática Científica	122
6.1.2.1. Jogando com o texto Sutil é o Senhor	122
6.1.2.2. Jogando com o texto Einstein (A)	125
6.1.3. Fotos das Atividades Realizadas na Escola Estadual Eliza de Oliveira Ribeiro	128
6.2. XIII Reunión Nacional de Educación en Física	134
6.2.1. Textos sobre Infância, Memórias da Escola e Prática Científica	135
Jogando com o texto Einstein.	135
6.2.2. Textos sobre Ética na Ciência	137
Jogando com o texto Os Físicos	137
6.2.3. Textos sobre Teoria Física	139
6.2.3.1. Jogando com o texto Os Diálogos sobre os dois Máximos Sitemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano	139
6.2.3.2. Jogando como texto Os diálogos sobre os dois maiores sistemas do mundo ptolomaico e copernicano	140
6.2.4. Fotos das Atividades Realizadas na XII Reunión Nacional de Educación en Física	142
CONCLUSÃO	144
BIBLIOGRAFIA	147
ANEXO I - APOSTILA	152

LISTA DE FIGURAS E FOTOS

Figura 1 - O movimento de retrogressão do planeta Marte visto de uma seção do céu. _____	52
FOTO 1- Professora anuncia a entrada dos alunos _____	128
FOTO 2- Daniel entra na sala de aula _____	128
FOTO 3- Rafael entra brincando com a professora _____	128
FOTO 4- Sala de aula: Daniel levanda da carteira paa intimidar professora _____	128
FOTO 5- Professora chama a atenção de Rafael _____	129
FOTO 6- Mãe procura a professora _____	129
FOTO 7- Mãe conversa com a professora _____	129
FOTO 8- Gabriel formado engenheiro _____	129
FOTO 9- Daniel como traficante _____	129
FOTO 10- Rafael carregando lata _____	129
FOTO 11- Professor conversa com drogada _____	130
FOTO 12- Professor tentando ajudar drogada _____	130
FOTO 13- Fugindo da polícia após roubo _____	130
FOTO 14- Ferida pela polícia conversa com professor _____	130
FOTO 15- Professor volta para casa após encontrar seus colegas _____	130
FOTO 16- Filho recebe dinheiro dos pais _____	130
FOTO 17- Filho oferece dinheiro para prostituta _____	131
FOTO 18- Filho com prostituta _____	131
FOTO 19- Pais conversam sobre o filho _____	131
FOTO 20- Narradora iniciando a apresentação _____	131
FOTO 21- Einstein recebendo a bússola dos pais _____	131
FOTO 22- Einstein olhando a bússola _____	131
FOTO 23- Einstein com a bússola _____	132
FOTO 24- Mãe abraça Einstein _____	132
FOTO 25- Einstein adulto lendo _____	132
FOTO 26- Einstein com a bússola _____	132
FOTO 27- Einstein adulto lendo e pai conversando com a diretora _____	132
FOTO 28- Psicóloga dizendo que Einstein não tem jeito _____	132
FOTO 29- Einstein doente _____	133
FOTO 30- Einstein e seu pai _____	133
FOTO 31- Crianças brincando _____	133
FOTO 32- Pais conversando com a diretora _____	133
FOTO 33- Einstein recebendo a bússola _____	133
FOTO 34- Grupo de professores que participaram da oficina _____	142
FOTO 35- Primeiro contato com texto _____	142
FOTO 36- Primeiro contato com ambiente _____	142
FOTO 37- Einstein doente deitado _____	142
FOTO 38- Einstein olhando a bússola _____	143
FOTO 39- Trabalhando com objetos imaginários _____	143
FOTO 40- Representando o texto “Os dois máximos...” _____	143

SAUDADES DA ESCOLA...

Fiquei pensando horas e horas sobre quais seriam as motivações que me levaram a desenvolver esta pesquisa.

Lembrei-me do tempo de aluna, lá no Primário (atual Ensino Fundamental I), depois no Ginásio (atual ensino fundamental II), no Colégio (atualmente ensino médio) e, finalmente, no Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP). É claro que as lembranças não vieram de forma linear. Às vezes se misturavam cenas, em minha mente, de situações vividas na 5ª série com situações vividas na graduação.

Lembrei o quanto foi doloroso para o meu desenvolvimento enquanto aluna sentir medo em me expressar. Pode parecer estranho, em pleno período de democracia, onde todos têm de ser ouvidos, falar de medo de se expressar.

Mas eu acho que a palavra medo representa corretamente o que eu sentia. Sentia um medo terrível dos professores. Estudei a graduação inteira e mal os professores me conheciam. Por que nunca fiz uma pergunta em classe? Os professores eram maus?? Não! Não eram!! Outros colegas perguntavam, articulavam idéias e eu entendia o que eles estavam dizendo, sabia que poderia colaborar, mas não conseguia.

Lembro de uma disciplina em que havia discussões em todas as aulas sobre os textos lidos e eu nada falei durante o semestre. No final, fizemos uma prova em que eu fui super bem. Quando a professora foi entregar a prova, a cena, ao mesmo tempo que constrangedora, foi engraçada: ela olhava para a prova e olhava para mim, deve ter pensado muitas coisas naquele momento, eu não quero nem imaginar o que ela pensou.

No colégio, eu era uma aluna exemplar, tirava notas boas. Não tinha problemas de indisciplina. Aprendia tudo direitinho. Ia bem nas provas. Mas passava despercebida em sala de aula; e como é horrível quando não conseguimos expressar dúvidas, emoções e curiosidades.

Mas houve uma situação diferente, que ficou registrada em minha mente. A professora de psicologia do colégio propôs a leitura do livro “*Dibs em busca de si mesmo*” (AXLINE,

1981). Deveríamos ler e preparar uma encenação para o restante da classe. Vários grupos fizeram o mesmo e ela gostou tanto que convidou nosso grupo para ir se apresentar em uma escola particular onde ela também lecionava. Foi um sucesso, após a apresentação, os alunos, que eram estudantes de magistério, vieram nos parabenizar.

Penso que aquela professora nos mobilizou a fazer parte da aula, isto é, nos motivou participar da ação, não só atuar na apresentação teatral, mas atuar na construção daquelas aulas. Paulo Freire (In SHOR, 1986, p.15) escreve que: *“A motivação faz parte da ação. É um momento da própria ação. Isto é, você se motiva à medida que está atuando, e não antes de atuar.”*

Por termos gostado da atividade, ela dispensou nosso grupo de outras atividades de avaliação e nos deu um outro livro para ler: *“Quando eu voltar a ser criança”* (KORCZAK, 1981). Ficamos vários dias ensaiando. Na apresentação tudo correu bem e novamente fomos nos apresentar lá na outra escola. Agora eu tinha um nome e todos lá na outra escola, inclusive minha professora, me chamavam pelo nome.

Essas atividades me permitiram articular idéias necessárias para o seu desenvolvimento e deixar de ser anônima, porém não venci o medo que tinha dos professores. Só me senti mais valorizada.

Creio que não sabemos como agir perante as diferenças e respeitá-las. Queremos que todos sejam iguais, damos atenção aos que falam mais, chegamos até a pensar que eles são mais inteligentes do que os que não falam. Não sei se aquela professora sabia identificar as diferenças, como também não sei afirmar se ela agia corretamente com os outros alunos, mas eu me lembro com muita alegria daquelas aulas.

Hoje presencio nas salas de aula em que leciono, existem alunos participativos por natureza, outros mais tímidos, que mesmo entendendo o conteúdo ficam quietos em seus cantos; mas tento identificar aqueles que não compreendem e não conseguem manifesta suas dúvidas.

Não se manifestam por algum tipo de medo: medo da reprovação da classe ao demonstrarem que não entenderam ou medo de não serem respeitados em seus limites de

compreensão. As palavras de VIOLA SPOLIN (2000, p. 6) me sensibiliza a olhar para estes alunos como também a reviver minhas lembranças do tempo vivido na escola.

Abandonados aos julgamentos arbitrários dos outros, oscilamos diariamente entre o desejo de ser amado e o medo da rejeição para produzir. Qualificados como “bons” ou “maus” desde o nascimento (um bebê “bom” não chora) nos tornamos tão dependentes da tênue base de julgamento de aprovação/desaprovação que ficamos criativamente paralisados.

O esforço diário para ser o melhor, para receber a aprovação dos outros, como escreve Spolin, pode nos impedir de ultrapassar limites na conquista do conhecimento. Nas aulas de artes ou de educação artística, como eram chamadas naquela época, eu, algumas vezes, ficava paralisada, sem conseguir partilhar com meu professor minhas dificuldades. Eu gostava delas, mas não sabia fazer nada. Nem desenhar, nem pintar, nada! Já pensaram se meu professor tivesse me reprovado? Nunca iria sair da 5ª série e hoje não estaria aqui.

Se não estivermos atentos para as diferenças individuais de cada aluno, corremos o risco de não respeitá-los naquilo que eles não conseguem fazer e assim poderemos não oferecer a eles outras formas para expressarem sua compreensão. Agimos muitas vezes querendo que eles nos ofereçam aquilo que não podem nos oferecer. Eu nunca soube desenhar e pintar, nunca pude oferecer isso para meu professor. Não é que ele não soubesse explicar, não é isso. Eu nunca conseguia fazer como ele pedia.

Lembro-me disso, porque muitas vezes somos exigidos naquilo que não temos condições de corresponder. Às vezes reprovamos alunos por não saberem resolver exercícios de física, por não conseguirem aplicar uma fórmula. Não que isso não seja importante, mas não deveria ser a única medida para dialogarmos com esses alunos.

(...) o aluno deve (...) – responder, executar os exercícios correspondentes, etc. – e tem que se submeter a avaliações, a julgamentos e, de maneira quase garantida, a comparações com os outros. Na maioria das vezes, seu trabalho e sua performance são

corrigidos, isto é, confrontados com um modelo que passa a ser, na verdade, obrigatório. (SNYDERS, 1993, p. 101)

Interagir com as diferenças individuais de cada aluno não é tarefa simples, mas devemos estar atentos para suscitar uma situação em sala de aula que favoreça a criatividade individual e rompa com os modelos que uniformizam o ambiente educacional.

Lembro-me com grandes saudades de muitos professores que marcaram presença na minha história. Entre eles está o professor de laboratório de física moderna: Eu chegava à sala e dizia “Bom dia professor” e ele respondia “Bom dia aluna”. Durante as aulas ele andava de grupo em grupo para discutir as experiências. Ele conversava com todos do meu grupo. Eu como sempre ficava ouvindo. Até que um dia ele me perguntou: e você aluna, não tem dúvida? Como eu não conseguia ter “olhos” para aquelas experiências, pois eram de física moderna, comentei com ele que eu não conseguia enxergar o elétron. Meus colegas riram, ele não... Sentou ao meu lado e ficou a aula inteira discutindo as diferenças do olhar clássico e do olhar quântico.

A atitude de meu professor me faz, hoje, me lembrar das sábias palavras de Paulo Freire (1977, p. 55):

O diálogo e a problematização não adormecem a ninguém. Conscientizam. Na dialogicidade, na problematização, educador-educando e educando-educador vão ambos desenvolvendo uma postura crítica da qual resulta a percepção de que este conjunto de saber se encontra em interação.

Fui embora para casa naquele dia muito feliz. Alguém tinha prestado atenção nas minhas dúvidas e travou um diálogo comigo. Um diálogo que, talvez, me trouxe mais questões do que respostas, um diálogo problematizador, que me fez dobrar a atenção nas aulas da disciplina Evolução dos Conceitos, eu senti uma espécie de bem estar quando o professor explicou a questão do nômene, que segundo Bachelard é o fenômeno construído por equipamentos.

A ciência contemporânea só pode ser pensada com seus aparelhos, não com os órgãos dos sentidos (...)

(...) o nômene é o que não pode ser percebido. Só a matemática poderá nos levar até ele. (...)

(...) a realidade científica surge da coerência de um modelo matemático, não mais da observação dos fenômenos naturais. O modelo ganha um aspecto fundamental, é ele que nos conduz à realidade. (BARBOSA, 1985, p.11)

Compreender aqueles resultados das aulas de laboratório de física moderna era essencial para mim, já que, possivelmente, no futuro iria ensinar sobre tudo aquilo.

Se meu professor de laboratório tivesse rido de minhas dúvidas, talvez meu interesse pelas aulas e a procura da compreensão para minhas dificuldades não teria ocorrido.

E o meu medo em relação aos professores diminuiu? Não! Em todas as disciplinas tinha medo de tirar dúvidas, medo de perguntar. Com isso não tirava dúvidas ou contribuía para o desenvolvimento da aula.

Lembro-me de uma situação em que faltei na primeira aula de uma disciplina e por isso deveria ir até a sala do professor ao final da segunda aula para pegar alguns textos que ele havia distribuído anteriormente. Ao final da aula eu e uma colega fomos até a sala dele. A minha colega era muito falante, falou durante todo o tempo até chegarmos na sala dele. Enquanto pegava os textos, ela perguntou: professor, você é do signo de....? Ele em tom áspero: “Se você acredita nessas coisas, adivinhe qual é o signo.” Meu Deus! Eu pensei: ela é louca! Onde já se viu perguntar essas coisas para um professor? Fiquei surpresa com a ousadia dela e, ao mesmo tempo, “tremendo de medo” dele.

Ao me recordar desta passagem da minha vida não posso deixar de citar o seguinte trecho:

Quando fica diante do mestre, ele se envergonha: “Considero indigna a minha maneira de viver”, indigna das promessas e das perspectivas às quais havia, naquele momento,

aderido. Mas ele não se mantém nesse nível e só lhe resta confessar a hesitação fundamental: “Realmente eu não sei como proceder com o diabo desse homem.”¹

Era assim que eu me sentia, não estava à altura dele, não poderia abrir a boca, pois já havia ouvido muitos comentários a seu respeito, todos diziam que ele era um excelente professor. Mesmo assim a disciplina foi ótima, aprendi muito. O medo diminuiu, pois o professor não era tão mau assim. A minha colega participava em todas as aulas, o que demonstrou que não se preocupou nenhum pouco com o ocorrido.

O medo do professor nos impede de expor nossas dificuldades, nossos sonhos, nossas esperanças. O medo de demonstrar que não sabemos pode impedir que aprendamos. Eu convivi com isso durante quase todo o tempo em que frequentei a escola. O aprender para mim era muito custoso, doloroso, pois, na maioria das vezes, fazia isso sozinha.

Relembrando estes momentos da escola, em que pouco dialoguei com os professores, entendo por que achava doloroso o aprendizado, pois segundo Paulo Freire (In SHOR, 1986, p. 14) “*O diálogo pertence à natureza do ser humano, enquanto ser de comunicação. O diálogo sela o ato de aprender, que nunca é individual, embora tenha uma dimensão individual.*”

Por isso, talvez, é que penso tanto nessas questões quando estou em sala de aula. Penso em formas de minimizar essa distância entre professores e alunos. Em permitir que aquele que não sabe se encoraje para falar, se encoraje para perguntar, ou para dizer: “Olha, eu estou aqui. Também posso oferecer outras coisas e quero ser respeitado”.

Mesmo morrendo de medo de professores eu gostava muito de ir para a escola, não gostava das férias. Eu achava que estava perdendo tempo, se estivesse na escola poderia estar aprendendo mais coisas. Gostava das aulas, gostava de aprender. Gostava de fazer aquelas contas enormes nas aulas de matemática. Gostava de ler, fazíamos apostas para ver quem conseguia ler mais livros da “*Série Vaga-lume*” da Editora Ática.

¹ SNYDERS. 1993, pág. 79. Palavras de Alcebiades, na presença de Sócrates. Citação retirada de PLATÃO, *Le Banquet*, 215e.

Também sinto saudades dos recreios, era neles que repartíamos o lanche, os sonhos e as esperanças de um Brasil melhor. Lembro-me de que foi muito marcante: estávamos na 7ª série do ginásio e as eleições diretas renderam um belo debate entre nós.

Sinto muitas saudades dos tempos vividos na Escola Estadual Amador Bueno, como também dos momentos vividos no Instituto de Física da USP; e para encerrar, quero dizer que, mesmo tendo muito medo dos professores, eu tive muito momentos felizes na sala de aula. A escola era a minha vida, não tenho muitas recordações dos períodos de férias, penso que foi por isso que acabei me tornando professora.

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo fomentar a discussão da importância do diálogo em sala de aula para a formação de indivíduos capazes de partilhar dificuldades, inquietações, sonhos e conquistas, proporcionando-lhes, assim, um ambiente de segurança que transforme atitudes de aceitação em atitudes de reflexão.

Pretendemos colaborar para uma educação onde o aluno deixe de ser alguém que somente recebe e o professor aquele que deposita. Nesta educação, chamada por Paulo Freire (1996) de educação bancária, pode existir o diálogo, mas este não permite a reflexão crítica, pois o professor se coloca como detentor do conhecimento e o aluno como aquele que nada sabe.

A escola faz parte da vida de muitas pessoas cabendo a ela o desenvolvimento do pensamento crítico, da racionalidade, das diferentes formas do pensamento imaginário, levando ao estabelecimento de outro tipo de diálogo inteligente com o mundo.

Apostamos no diálogo na sala de aula e acreditamos que ele pode indicar caminhos que facilitem a aprendizagem bem como desenvolvam condições para que educandos se relacionem entre si e com o mundo. Desejamos levar os alunos a refletirem sobre o conhecimento, sobre a aplicação do conhecimento e sobre justiça social.

Perante uma realidade com tantos problemas sociais, como desemprego, famílias sem ter onde morar e condições precárias de ensino, a escola não pode se isentar da discussão dessa realidade. Acreditamos que seja possível nascer na escola a discussão e a reflexão da necessidade da libertação social, do respeito mútuo e propor mecanismos éticos para se conquistar direitos sociais e não apenas individuais. Era com esse objetivo que Paulo Freire propunha uma educação dialógica e problematizadora que focalizava o projeto político pedagógico da escola em temas geradores construídos pelos educadores integrados na realidade sócio-cultural e econômica da população envolvida.

Num país com tantos problemas sociais, à escola não se pode atribuir toda essa tarefa. Augusto Boal (2000), por exemplo, pensa que o teatro também pode entrar nessa discussão e atuação. Para ele o teatro pode causar reflexão, discussão e, essencialmente, o diálogo que é fundamental no desenvolvimento do ser humano. Segundo BOAL (2000, p. 3):

No Brasil, os poderosos ainda estão comendo só as crianças de rua, os sem-terra, os sem-teto, os sem-tela, os negros, os desempregados (...) Sabemos que o ato de transformar é transformador.(...)

Teatro é arte e sempre foi arma. Hoje, para nós, mais do que nunca, lutando pela nossa sobrevivência cultural, o teatro é a arte que revela nossa identidade e é a arma que a preserva. Sabemos que para resistir não basta dizer não. Desejar é preciso! É preciso sonhar. Não o sonho tecnicolorido da televisão, que substitui a dura realidade em preto e branco, mas o sonho que prepara uma nova realidade.

Uma nova realidade onde se busca unificar a humanidade, sim, mas não uniformizar os seres humanos. Nessa tarefa, o teatro pode ajudar.

Como vemos a tarefa educacional, seja da escola ou do teatro, é enorme. Muitas experiências educacionais aconteceram e estão acontecendo no país. Cabe-nos aprofundar e enriquecer esse debate. É o que propomos neste trabalho, embora de forma bem modesta.

Pretendemos também colaborar para construir um ensino que leve em consideração as diferenças individuais, mesmo não sabendo muito bem como agir perante elas e que aponte caminhos possíveis, como o diálogo que permite a reflexão, o direito de sonhar e manifestar suas inquietações.

A sala de aula não pode ser um ambiente que valorize apenas algumas características tradicionais nos alunos, como ir bem nas provas, tirar notas altas, responder corretamente, pois isso pode colaborar na formação de pessoas individualistas. Individualistas para errar e para acertar. Pessoas com medo de expor suas inquietações.

A sala de aula tem de ser um lugar de confiança, onde o erro é problematizado a fim de provocar o envolvimento de todos na aprendizagem. Ela deve permitir que o aluno reflita sobre a grandeza e a beleza do conhecimento e tenha condições de se expor, de criar, de pensar, de questionar, de falar e não só de formar o seu espírito científico (Bachelard, 1996) como também participar da transformação da sua realidade social (Freire, 1987).

Conhecendo-se a realidade de jovens e adolescente imersos em um mundo onde várias dimensões do conhecimento podem motivá-los a se envolver, pretendemos propor um ensino de física que não só de ênfase ao conteúdo formal, mas também ofereça condições para que o aluno se enriqueça culturalmente ao participar das aulas. Como afirma Zanetic (1989, p. VI):

A física também é cultura. A física também tem seu romance intrincado e misterioso. Isto não significa a substituição da física escolar “formulista” por uma física “romanceada”. O que desejo é fornecer substância cultural para esses cálculos, para que essas fórmulas ganhem realidade científica e que se compreenda a interligação da física com a vida intelectual e social em geral.

Com esse objetivo, pretendemos indicar algumas possibilidades para se desenvolver um ensino de física que leve em conta outras áreas do conhecimento, como a música, a literatura e as formas expressivas do teatro, que às vezes utilizam elementos dessa área científica em suas produções.

Fomos motivados por uma experiência² vivida em 1.999 com alunos da 3ª série do Ensino Médio do período noturno da Escola Estadual Eliza de Oliveira Ribeiro localizada em Itapevi, município da Grande São Paulo.

Nessa escola, onde a autora deste trabalho atua como professora de física desde 1997, aplicamos uma atividade sobre “A Natureza da Luz”, onde os alunos liam antecipadamente o texto que seria utilizado na aula e respondiam a algumas questões colocadas para discussão ao longo do texto.

Na atividade foi feita uma abordagem histórica de diversas interpretações sobre a natureza da luz, dando ênfase especial à discussão entre a proposta corpuscular de Newton e a proposta ondulatória de Huygens e como essa discussão evoluiu até o cenário do nascimento da física quântica.

Além de apresentar resumidamente essa evolução sobre a natureza da luz, o texto apresentava também leituras complementares como, por exemplo, a proposta de Goethe para a luz e a letra da canção “Quanta”, de Gilberto Gil. Uma das motivações dessa inserção prendia-se à intenção de trabalhar, na “avaliação final” da atividade, os conceitos e teorias apresentadas nas aulas combinadas com a criatividade e imaginação dos alunos.

Os alunos eram encorajados a participar. Deveriam dizer o que achavam das explicações ondulatória e corpuscular para a luz e de alguns conceitos da física quântica.

² Os resultados desse trabalho foram publicados nos anais do XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado na Universidade Federal do Rio Grande do Norte em 2001.

Comparávamos suas respostas com as respostas de algum físico, tentando, com isso, demonstrar que tanto os alunos como os físicos nem sempre acertam as questões propostas.

Ao final, os alunos apresentaram os trabalhos que fizeram durante essa atividade. O conjunto desses trabalhos culturais, denominado de “Show Quântico”, foi apresentado para todos os participantes, outros professores e a diretora da escola. Os alunos puderam cantar, escrever poemas e apresentar peças de teatro sobre a física que aprenderam.

Essa experiência nos incentivou a explorar os rumos de um ensino que permita a transição entre culturas, que faça a ponte, por exemplo, entre as artes e a ciência, ou seja, que explore a influência da ciência nas artes e vice-versa, suas interligações e seus sentidos para a vida.

Acreditamos em um ensino que aponte para uma realidade onde seja possível encontrar um cientista que é escritor, como Snow (1995) e Gamow (1980) ou um que é músico, como Planck (Schenberg, 1984, p.148) e não poderíamos deixar de lembrar que o próprio Mário Schenberg foi, além de físico, um crítico de arte. Pessoas que transitem entre as culturas com poucas dificuldades. *“Foram muitos os dias em que passei entre cientistas e depois saí à noite com colegas da literatura.”* (SNOW, 1995, p.18.)

Esperamos que este trabalho permita demonstrar que as atividades teatrais também podem colaborar nessa tarefa. Elas podem facilitar a compreensão de conceitos e teorias por alunos que resistem à exclusiva apresentação algorítmica, podem fornecer uma visão mais rica sobre a metodologia científica e facilitar uma vinculação das teorias físicas com outras áreas do conhecimento. E assim, possivelmente, poderemos contemplar no ensino da física o que escreve Zanetic (1989, p. 161): *“É a física compondo um elemento cultural necessário para a formação de qualquer cidadão contemporâneo”*

Não aceitamos o fato de que aprender física tenha de ser algo somente árido para o aluno, mas acreditamos na possibilidade de que estudar e aprender física também possa ter uma componente de diversão. *“O teatro permanece teatro, mesmo quando é teatro pedagógico e, na medida em que é bom teatro, é diversão.”* (BRECHT, 1965, p. 206)

O ensino deve situar o aluno em uma realidade científica mais ampla, na tentativa de desmitificar a visão que se tem do cientista e acreditamos que o teatro possa contribuir para isso. (Palma, 2001) ao comentar sobre as possibilidades oferecidas pelo teatro diz que: *“Vamos mostrar como um gênio lidava com os erros e acertos de sua imaginação”*

(informação verbal)³. O teatro pode ajudar em discussões sobre ética na ciência, em questões sobre cidadania e na interação da ciência com a sociedade.

Deve haver espaço, dentro do ensino das equações de Maxwell, das leis da termodinâmica, da lei da conservação de energia, etc., para as questões éticas relativas à ciência através da abordagem da atividade científica, pois os alunos desconhecem a figura humana de Newton e de outros físicos e, principalmente, não conhecem como um físico trabalha e vive na sociedade antiga e contemporânea.

Algumas vezes, em sala de aula, nos deparamos com algumas perguntas feitas por alunos: Como o físico trabalha? Ele faz somente experiências? Quem escreve as teorias? Ele trabalha ou só estuda? No Brasil também se faz física?

A frase “*Eu faço física assim...*” dita pelo físico Manoel Roberto Robilotta, nos levou a pensar sobre como os alunos vêem os físicos. O fato é que os livros didáticos raramente abordam como um físico trabalha, como ele desenvolve uma teoria, como ele se relaciona com seus familiares e, quando o fazem, tal abordagem resulta em aumentar o mito em torno da pessoa do físico. Dentro dessa problemática, pensamos que o ensino de física deve contemplar, além de questões sociais e éticas que envolvam o desenvolvimento, os trabalhos de físicos que colaboraram para o desenvolvimento da física e a forma como eles trabalharam.

Pensamos que as atividades teatrais podem trazer grande colaboração na aprendizagem, podendo nos apontar a possibilidade de tratar, na sala de aula, como se processa a atividade científica, questões éticas na prática científica e discussões sobre teorias ou mesmo utilizá-las no ensino de um conceito. E assim tornar familiar ao aluno algo sobre a comunidade científica. Uma comunidade com características intrínsecas, mas constituídas por homens e mulheres com inquietações pessoais, contradições, sonhos e esperanças, como quaisquer outros indivíduos.

Para as discussões sobre ética na ciência, exploraremos fragmentos de peças de teatro que estão à nossa disposição, como: “Einstein” de Emmanuel (mimeo), “Os físicos” de Dürrenmatt (1966), “Copenhague” de Frayn (mimeo), “O caso Oppenheimer” de Kippar

³ Carlos Palma, ator de teatro, ao comentar sobre a peça “Pintando o Sete” no Seminário de Ensino do Instituto de Física da USP. No dia 24/04/2001. Título: Os mistérios de Copenhague: o diálogo entre Heisenberg e Bohr. Ministrantes: Carlos Palma e Oswaldo Mendes (atores).

(1966), etc. Através desses meios podemos levar os alunos a uma desmitificação da figura e da função do cientista, de seu trabalho, de seu compromisso com o social, seu compromisso com as aplicações da ciência, além de aproximar o aluno do ambiente da fabricação da ciência.

Para demonstrar os embates no desenvolvimento de uma nova teoria poderemos recorrer a fragmentos de textos, como *“Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano”*, de Galileu (2001), que discutam o desenvolvimento de uma teoria física e que demonstrem a disputa de idéias envolvidas no nascimento de uma nova teoria. Para isso também poderemos utilizar trechos de originais escritos por Newton (1979) e Kepler ou trechos da peça de teatro *“Vida de Galileu”* escrita por Bertold Brecht (1991).

Pretendemos, através desses textos, sugerir que é possível discutir, no Ensino Médio, algumas características do universo da pesquisa científica e a discussão filosófica que acompanha o desenvolvimento científico. E como isso pode ser feito através da linguagem do teatro⁴, a fim de possibilitar a atração para discutir aspectos da ciência mesmo daqueles alunos que, através da abordagem tradicional, sentem-se afastados dela.

Assim pretendemos ampliar as possibilidades para explorar o conteúdo da física: história da ciência, que pode tornar conhecida a prática científica; filosofia da ciência, que possibilita ao aluno interpretar e entender a prática científica; literatura com veia científica, que exemplifique a utilização de ideias científicas em contextos aparentemente extra-científicos; entre outros elementos. E assim favorecer que as diferenças individuais de cada aluno sejam valorizadas.

Neste trabalho, pretendemos enfocar dois aspectos complementares. Sala de aula: lugar da coragem, da reflexão e da alegria. Sala de aula: lugar para conhecer um físico e algumas das implicações do conhecimento desenvolvido por ele.

Para o desenvolvimento das várias alternativas propostas nos apoiaremos na concepção dos jogos teatrais de Viola Spolin e sua utilização na leitura e na construção de improvisações teatrais, a partir de textos que de alguma forma têm alguma relação com a física. Procuramos mostrar que a estrutura dos jogos teatrais pode transformar o relacionamento entre alunos e

⁴ Vale ressaltar que não estamos aqui reduzindo o teatro à qualidade de ferramenta. Na verdade exploramos muito mais nossa crença no rico processo do teatro-educação.

entre aluno e professor, permitindo desabrochar em sala de aula um diálogo que constrói a reflexão crítica, tão sonhada por Paulo Freire.

1. DO MEDO AO DIÁLOGO

Pelas experiências marcantes que vivemos na escola, pelos rumos e objetivos que pretendemos indicar neste trabalho, o título deste capítulo traduz o que desejamos para uma educação, em especial a um ensino de física, ainda marcado pela transmissão de conhecimento.

Um conhecimento que é transmitido autoritariamente, não permite uma reflexão sobre o mesmo. Paulo Freire (1987) o chama de diálogo vertical, ou seja, um conhecimento que é imposto onde o diálogo ocorre de cima para baixo, entre o suposto detentor e o desprovido de conhecimento. Nesta educação o aluno é mero receptor.

Quando o aluno se posiciona como mero receptor, não lhe é permitido refletir sobre o que aprende. Ao longo dos anos, em muitas situações, tem se verificado que a física entra na sala de aula desta forma. É um “despejar” de teorias sobre o aluno. Porém, o aluno não pode questionar e nem interagir com o que aprende. Paulo Freire (1996, p. 58) define os papéis do educador e do educando nessa educação bancária: “(...) *Quanto mais vá “enchendo” os recipientes com seus “depósitos”, tanto melhor o educador será. Quanto mais se deixem docilmente “encher”, tanto melhores educandos serão.*”

Esta é a situação onde o “bom aluno” é mero receptor de informações e pode se sentir amedrontado perante o novo conhecimento, olhando para ele como algo impossível de se compreender.

Pretendemos explorar as idéias de Paulo Freire (1987, p.107) para uma educação “problematizadora” onde o diálogo não ocorre de cima para baixo, mas horizontalmente, entre educadores e educandos:

E que é o diálogo? É uma relação horizontal de A com B. Nasce de uma matriz crítica e gera criticidade (Jaspers). Nutre-se do amor, da humildade, da esperança, da fé, da confiança. Por isso, só o diálogo comunica. E quando os dois pólos do diálogo se ligam assim com amor, com esperança, com fé um no outro, se fazem críticos na busca de algo. Instala-se, então, uma relação de simpatia entre ambos. Só aí há comunicação.

Acreditamos que se tivermos uma situação escolar onde educadores e educandos têm um diálogo honesto sobre a aprendizagem, se posicionam como diferentes e nem por isso como desiguais, dispostos a trocar conhecimentos, dispostos a respeitar os limites do outro e procurar juntos caminhos para suplantar estes limites, o conteúdo da física deixará de ser algo inatingível a muitos.

É importante ressaltar que em toda a sua vida Paulo Freire defendeu idéias para uma educação que permitisse a reflexão sobre o conteúdo ensinado e sobre a situação social do país. Paulo Freire sempre enfatizou a necessidade do diálogo libertador. Suas idéias, seus sonhos, sempre serão ponto de partida para uma pedagogia que pense no ser humano como alguém, com sonhos, esperanças, inquietações e medos, e não como um objeto.

As idéias de Paulo Freire para uma educação que permite a reflexão crítica e a busca de transformação que elimine as injustiças da sociedade brasileira contemporânea, nos levaram a buscar no teatro alguns recursos que vão além das palavras, isto é, a palavra tornando-se ação.

O desenvolvimento de ações comprometidas com a compreensão entre seres humanos e sua responsabilidade social começa, desde cedo, com a criança em casa, na escola e na sociedade. O teatro como atividade dinâmica tem como função instigar a resposta e contribuir para o acerto e benefício dessas situações. A dramatização reflete e forja nossas atitudes e valores como também ajuda-nos a modificá-los, a redimensionar os comportamentos culturais, podendo explorar relacionamentos desde as pessoas subjugadas à complexidade do sistema social e expostas a preconceitos e a injustiças, (...). (BARCELLOS, 1995, p. 31)

1.1. As Contribuições do Teatro para a Educação

Exploraremos os benefícios do teatro introduzir meios que favoreçam o diálogo e a discussão a respeito de temas que julgamos importantes no ensino de física. O teatro nos atrai, pois: *“O teatro seria a última forma de arte a desaparecer, pois o simples diálogo entre os dois últimos seres da espécie humana, seria uma representação teatral.”* (Informação

verbal)⁵. Daí tiramos a importância da expressão e conteúdo teatral quando pensamos na educação que conscientize os jovens contra a barbárie civilizada dos nossos tempos.

Para nós, a presença do teatro na escola é necessária e deve ter pelo menos dois objetivos: possibilitar à criança o conhecimento e o gosto pelo teatro, e desempenhar o papel de elemento didático. Entendemos que o teatro pode participar com muita eficácia da formação do estudante. (LAPENDA, 1997, p. 155)

As atividades do teatro, como elemento didático, podem permitir a interação entre alunos, a relação do aluno consigo mesmo, além da apropriação cognitiva do conteúdo presente no texto teatral.

As atividades teatrais na sala de aula poderiam diminuir a distância entre a escola e as artes cênicas já que:

Este distanciamento entre a escola e as artes cênicas gera alguma consequência no que diz respeito à formação global dos alunos. Uma, e a mais óbvia, é o não desenvolvimento de uma forma de apreensão do mundo cifrada pela linguagem teatral. (LAPENDA, 1997, p. 158)

Com isso o aluno tem uma formação fragmentada, tendo menos graus de liberdade para expressar o que sabe, o que sente, o que entende e o que não entende. *"Significa 'atrofiar' mecanismos perceptivos e sensibilidades potencializadas pelos mecanismos representativos da arte."* (LAPENDA, 1997, p. 158) Ou seja, a ausência de atividades que despertem a reflexão e a interação entre alunos poderá ser a causa da insegurança ao se expressarem, ao se comunicarem e, sem esses itens, a aprendizagem pode não acontecer. Aluno integrado no mundo da cultura amplia sua visão de mundo, enriquece seu vocabulário e isso pode trazer grande contribuição na aprendizagem.

Ao falar em atividades teatrais, Lapenda aponta alguns problemas como, por exemplo, fazer dramatizações improvisadas que acabam frustrando os alunos, levando-os a não tentar

⁵ Oswaldo Mendes, ator de teatro ao comentar sobre a peça *Copenhague*, no Seminário de Ensino do Instituto de Física da USP no dia 24/04/2001. Título: Os mistérios de Copenhague: o diálogo entre Heisenberg e Bohr. Ministrantes: Carlos Palma e Oswaldo Mendes (atores).

novamente uma experiência teatral. Alerta sobre a forma de abordar uma atividade teatral na aula, citando o exemplo de uma professora de português que após a atividade fez o seguinte comentário: *"Agora estamos no mundo real; pegar o caderno de português, colocar data e título."* (LAPENDA, 1997, P.161)

Este é um problema que poderá existir se a atividade teatral for apresentada desconectada do dia-a-dia da sala de aula. Teatro só para diversão. Aula, aula, aula e a atividade teatral para distrair. Sem vínculo com o conteúdo, sem preparação do aluno, só como motivo para tornar a aula diferente. Além do motivo de tornarmos as aulas diferentes e mais ricas, devemos ressaltar que a atividade teatral constitui uma modalidade de conhecimento que deve ser explorada.

Assim, muitos professores acabam usando o teatro apenas como instrumento de fixação dos conteúdos didáticos, visto que a dramatização tornaria a aula mais dinâmica e supostamente mais interessante para o aluno. (LAPENDA, 1997, p. 166)

Essa é uma consequência da forma equivocada de se enfatizar apenas a memorização de conteúdos e não o significado do conhecimento, seus limites, seu processo de construção, etc. Este tipo de equívoco, algumas vezes, também ocorre com a história da ciência que muitas vezes é utilizada apenas para facilitar a memorização do conteúdo.

Nosso objetivo é fazer com que a atividade teatral seja também, além de diversão, motivadora e instigadora da aprendizagem, pretendemos que ela torne possível transformar o olhar do aluno perante o novo conhecimento com desejo de decifrá-lo. E assim explorar os benefícios do teatro na formação do ser humano.

O teatro realmente trabalha o lúdico, o prazer, o corporal; entretanto é muito empobrecedor não perceber as inúmeras possibilidades que essa atividade propicia, por exemplo ao trabalho com a sensibilidade, a percepção, a intuição, as emoções, entre outras. (LAPENDA, 1997, p.166)

A atividade teatral ao trabalhar a sensibilidade, a percepção, a intuição, as emoções, pode permitir ao aluno fazer relações entre conteúdos, relações entre ciência e questões

sociais, como também proporcionar a coragem para se arriscar, descobrir e enunciar a sua crítica, expor sua forma diferente de pensar. E o mais importante pode levar à reflexão. Queremos ressaltar que o teatro não pode ser apenas uma ferramenta no ensino, mas o processo teatro-educação abrange estas e outras qualidades importantes da educação.

Segundo Barcelos o teatro tem alguns objetivos na escola:

visa à integração do indivíduo consigo mesmo, e com o mundo, pelo desenvolvimento senso-motor, afetivo e cognitivo.

(...)

Desenvolver a percepção por meio de ouvir, ver, falar, sentir, cheirar, tocar, deslocar-se, mover-se levando a um comportamento de ação e reação diante de cada um desses sentidos para formulação adequada de um conhecimento de si e do mundo.

(...)

Capacitar o aluno e o grupo a tirar conclusões da experiência, que favoreçam o seu desenvolvimento como criatura humana.

(...)

Levar o aluno a desenvolver o seu trabalho, suas experiências pessoais e do meio ambiente, de modo a que seu trabalho tenha um caráter criativo e não imitativo de padrões estereotipados. (BARCELLOS, 1995, p. 24-25)

Ainda, segundo Barcellos o teatro deve:

- desenvolver o potencial de percepção, imaginação, associação etc, e desenvolver os comportamentos de observação, atenção e concentração.
- trabalhar visando conduzir o participante a organizar idéias.
- propiciar o crescimento, e aproveitamento e adequação do código verbal e consequentemente a fluência do discurso.
- propiciar um clima de confiança, tolerância e segurança.
- desenvolver a capacidade de ouvir e de dialogar. BARCELLOS (1995, p. 28)

Os objetivos do teatro, bem como as suas contribuições para a educação são elementos necessários ao ensino de física e os PCN's+ (Brasil, 2002, p. 84) ressaltam que:

O ensino de Física tem enfatizado a expressão do conhecimento através da resolução de problemas e da linguagem matemática. No entanto, para o desenvolvimento das competências sinalizadas, esses instrumentos seriam insuficientes e limitados, devendo ser buscadas novas e diferentes formas de expressão do saber da Física, desde a escrita (...), até a linguagem corporal e artística.

Para implementar essa sugestão o ensino de física deve proporcionar, além da discussão de teorias e de sua aplicação, a abordagem da atividade científica, através de discussões sobre ética científica e seu papel na transformação social e, para isso, acreditamos que o teatro pode ser muito eficiente e estimulante, pois pode proporcionar o nascimento de tais reflexões na sala de aula. Com essa abordagem o aluno pode ter ampliado os seus conhecimentos sobre as visões de mundo dos cientistas e como elas interferem no desenvolvimento das teorias. Pretendemos usar o teatro com textos de conteúdo físico e atividades para trabalhar essa abordagem.

Além disso, o teatro pode ainda desempenhar uma outra função. Numa época em que a crise de leitura ocupa um importante espaço das pesquisas educacionais, vale lembrar a defesa que o importante escritor francês do século XIX, Emile Zola (1982), fez do teatro. Suas palavras são ainda muito atuais, como podemos perceber através da seguinte citação:

Não se deve esquecer o maravilhoso poder do teatro, seu efeito imediato sobre os espectadores. Não existe melhor instrumento de propaganda. Se, pois, o romance se lê no canto da lareira, em várias vezes, com uma paciência que tolera os mais longo pormenores, o dramaturgo naturalista deverá dizer-se, antes de mais nada, que ele nada tem a ver com este leitor isolado, mas com uma multidão que tem necessidade de clareza e de concisão. (...)

O romance analisa extensamente, com uma minúcia de pormenores em que nada é esquecido; o teatro analisará tão brevemente quanto quiser, pelas ações e pela palavras. Um vocábulo, um grito, em Balzac, bastam freqüentemente para dar a personagem inteirinha. Esse grito é teatro, e do melhor. (Zola, 1982, p. 130)

Nessa reflexão de Zola (1982) podemos encontrar outra contribuição atual relacionada com a “preguiça de ler” romances, que pode ser quebrada com peças teatrais curtas e mais diretas.

Não estamos aqui panfletando a não leitura, muito pelo contrário, queremos incentivar a leitura a medida que envolvemos o alunos nos diálogos da ciência. Esperamos que através de um ato lúdico de leitura, o aluno possa se interessar pelo assunto e buscar novas leituras sobre ele.

Se houver o despertar para a necessidade de ler e dialogar e se as aulas de física, através do teatro, trabalharem isso, tornando possível ao aluno iniciar e concluir pensamentos, articular situações, fazer relações entre a teoria e situações vividas por ele no dia-a-dia, bem como entender as implicações daquele conhecimento, poderemos concluir que o teatro trouxe grande contribuição ao ensino de física e á formação de cidadãos mais cultos, conscientes e participativos.

1.2. Alegria, Vida & Cia.

Um lugar onde se busca o conhecimento através de um diálogo que permite a reflexão, o questionamento e a troca sem disputas ou diferenças, este lugar, possivelmente, permitirá o nascimento de uma nova vida com alegria. A sala de aula pode ser esse lugar.

A atividade teatral também pode ser uma forma de motivação na busca do conhecimento, isto é, permitir que o momento de aprender seja um momento prazeroso, transformando a sala de aula num lugar onde se deseja estar, um lugar onde o aluno deseja não só estar mas participar. Acreditamos, como afirma Georges Snyders (1993), que é possível construir uma prática educacional que proporcione uma alegria na escola. Einstein (In SNYDERS, 1993, P.21) quando se refere ao professor diz que: *“A arte mais importante do mestre é provocar a alegria da ação criadora e do conhecimento.”*

Esta frase nos faz lembrar boas situações vividas na escola, situações de prazer perante o conhecimento. Por isso, ousamos insistir que é possível que a sala de aula seja um lugar de confiança, onde o erro é motivador da problematização e a posição de cada um seja fundamental para a aprendizagem.

A alegria é um ato e não um estado no qual nos instalamos confortavelmente, “a atividade de passar para. (...)”. A alegria também é um ato na medida em que, através dela, “a potência de agir é aumentada”, um acréscimo de vida, fazendo o indivíduo se sentir como que prolongado, enquanto a não-alegria vai se restringir, se reduzir, se economizar, ficar de vigília ou entregar-se à dispersão. (SNYDERS, 1993, p. 42)

Acreditamos que seja possível uma escola que permita que tanto o professor quanto o aluno refletir a grandeza e a beleza do conhecimento e tenham condições de se expor, de criar, de pensar, de falar e assim transformar uma situação de poder e domínio para uma de respeito mútuo. Nessa escola há de ser possível encontrar o par educador-educando, a esperança renovadora de Paulo Freire (1996).

A confiança é fundamental para o aluno poder participar das aulas, sugerir, criticar e se expor, isto é, expor dúvidas, certezas, etc. Devemos estar atentos para mobilizar o grupo de alunos para que haja atitudes de tolerância entre eles como também entre professores e alunos a fim de que cada um se sinta confiante para expor suas contribuições para o desenvolvimento da aula.

A confiança, a tolerância e a segurança estão interrelacionadas. O aluno só terá segurança se puder sentir a tolerância do grupo para com seus trabalhos, suas ações ou idéias e aí então ele confia nos colegas e passa a perceber suas novas maneiras de comportar-se, ou seja, redescobre suas possibilidades que nada mais são do que aquelas capacidades que ficaram embotadas por problemas de erros educacionais e só se manifestam após o desenvolvimento das atividades dramáticas. (BARCELLOS, 1995, p. 38)

O ensino de física pode se enriquecer com todos estes itens, pois o aluno terá de fazer relações de um conceito com outro, intuir e, principalmente, imaginar para entender a ciência como criação humana, criação que depende também das emoções humanas. E além disso se sentirá capaz de vencer os obstáculos conceituais, epistemológicos e pedagógicos propostos perante o novo conhecimento.

Enfim, a sala de aula deve ser o lugar da reflexão, como escreveu Paulo Freire (1983), da alegria, como escreveu Georges Snyders (1993) e, como escreveu Rubem Alves (1994), o lugar onde devemos esquecer para aprender.

Nossa reflexão é esquecer o quê para aprender o quê? Esquecer os cansaços desta vida para ter condições de achar graça em aprender, para ter alegria em aprender. É essa mensagem que está contida na seguinte parábola.

Era uma vez um lindo príncipe por quem todas as moças se apaixonavam. Por ele também se apaixonou uma bruxa horrenda que o pediu em casamento. O príncipe nem ligou e a bruxa ficou muito brava. “Se não vai casar comigo não vai se casar com ninguém mais!” Olhou fundo nos olhos dele e disse: “Você vai virar um sapo!” Ao ouvir esta palavra o príncipe sentiu uma estremeção. Teve medo. Acreditou. E ele virou aquilo que a palavra de feitiço tinha dito. Sapo. Virou sapo.

Bastou que virasse sapo para que se esquecesse de que era príncipe. Viu-se refletido no espelho real e se espantou: “Sou um sapo. Que é que estou fazendo no palácio de príncipe? Casa de sapo é charco.” E com essas palavras pôs-se a pular na direção do charco. Sentiu-se feliz ao ver lama. Pulou e mergulhou. Finalmente de novo em casa.

Como era sapo, entrou na escola de sapos para aprender as coisas próprias de sapo. Aprendeu a coaxar com voz grossa. Aprendeu a jogar a língua prá fora para apanhar moscas distraídas. Aprendeu a gostar do lodo. Aprendeu que as sapos eram as mais lindas criaturas do universo. Foi aluno bom e aplicado. Memória excelente. Não se esquecia de nada. Daí suas boas notas. Até foi o primeiro colocado nos exames finais, o que provocou a admiração de todos os outros sapos, seus colegas, aparecendo até nos jornais. Quanto mais aprendia a ser sapo, mais se esquecia de que um dia fora príncipe. A aprendizagem é assim: para se aprender de um lado há que se esquecer do outro. Toda a aprendizagem produz o esquecimento.

O príncipe ficou enfeitiçado. Mas feitiço – assim nos ensinaram na escola – é coisa que não existe. Só acontece nas histórias de carochinha.

Engano. Feitiço acontece sim. A história diz a verdade.

Feitiço: o que é? Feitiço é quando uma palavra entra no corpo e o transforma. O príncipe ficou possuído pela palavra que a bruxa falou. Seu corpo ficou igual à palavra. A história do príncipe que virou sapo é a nossa própria história. Desde que nascemos, continuamente, palavras nos vão sendo ditas. Elas entram no nosso corpo, e ele vai se

transformando. Virando uma outra coisa, diferente da que era. Educação é isto: o processo pelo qual os nossos corpos vão ficando iguais às palavras que nos ensinam. Eu não sou eu: eu sou as palavras que os outros plantaram em mim (...) Meu corpo é resultado de um enorme feitiço. E os feiticeiros foram muitos: (...) professores (...) (...) Imagino que o sapo, vez por outra, se esquecia da letra do coaxar, e no vazio do esquecimento, surgia uma canção. “Desafinou!” berravam os maestros. “Esqueceu-se da lição”, repreendiam os professores.

“Procuro despir-me do que aprendi”, dizia Alberto Caeiro. “Procuro esquecer-me do modo de lembrar que me ensinaram, e raspar a tinta com que me pintaram os sentidos, desencaixotar minhas emoções verdadeiras, desembrulhar-me, e ser eu (...)”

(...) É preciso esquecer para se lembrar. A sabedoria mora no esquecimento.

Acho que o sapo, tão bom aluno, tão bem educado, passava por períodos de depressão. Uma tristeza inexplicável, pois a vida era tão boa, tudo tão certo: a água da lagoa, as moscas distraídas, a sinfonia unânime da saparia, todos de acordo (...) O sapo não entendia. Não sabia que sua tristeza nada mais era que uma indefinível saudade de uma beleza que esquecera. Procurava que procurava, no meio dos sapos, a cura para sua dor. Inutilmente. Ela estava em outro lugar.

Mas um dia veio o beijo de amor – e ele se lembrou. O feitiço foi quebrado.

Uma bela imagem para um mestre! Uma bela imagem para o educador: fazer esquecer para fazer lembrar! (ALVES, 1994, p. 31-36.)

ROSENTHAL e JACOBSON (1982), com base em diversas experiências em que o desempenho dos alunos estava de acordo com o que era esperado por seus professores, abordam a questão do professor que, em virtude de suas expectativas, afeta o desempenho intelectual de seus alunos. Segundo eles os resultados dos experimentos efetuados demonstraram que a expectativa de uma pessoa sobre o comportamento de outra pode funcionar com uma profecia auto-realizadora. Para eles, quando os professores esperam que certas crianças apresentem um maior desenvolvimento intelectual, isto realmente acontece.

Não pretendemos entrar no mérito da discussão levantada pelos dois autores, mas a parábola de Rubens Alves nos faz refletir sobre a bela imagem do professor que faz esquecer para lembrar, que efetua na sala de aula a arte do recomeço, que nos faz sentir, perante o conhecimento, aquela sensação de bem estar que é impossível descrever em palavras.

Não podemos nos alegrar com depoimentos como este de uma professora de português que, quando perguntamos a ela do que se lembrava de física, ela respondeu: me lembro de delta t, de velocidade,

Quantas coisas lindas a física pode nos revelar! No entanto, essa professora se lembrava de fragmentos de uma única fórmula. Ela ainda acrescentou que não gostava de nada do que havia aprendido nas aulas de física. O escritor Elias Canetti, apesar de ter uma formação universitária em química, também não tinha lembranças muito felizes sobre suas aulas de química da escola média, como podemos avaliar em suas próprias palavras:

(...) Eu ainda alimentava o desejo de saber e me apropriar de tudo o que valia a pena conhecer no mundo. Ainda tinha a crença inabalável de que isso era conveniente e também possível (...) É verdade que eu tinha um ou outro mau professor, que nada nos transmitia, absolutamente nada, e ainda nos enchia de aversão por sua matéria. Um professor desses fora, em Frankfurt, o de química. Pouco me sobrou de suas aulas, além das fórmulas de água e do ácido sulfúrico e seus movimentos, durante as poucas experiências que ele nos demonstrou, me enchiam de repugnância. (...) Assim, em vez de adquirir uma pequena noção de química, ficou-me um verdadeiro vácuo de conhecimento. (CANETTI, 1989, P. 107)

O lugar da alegria, isto é, da alegria em aprender, cede o lugar para a raiva, o ódio e a desesperança. O príncipe que vira sapo, o ser humano cheio de emoções, novidades, esperanças, vira aluno. E aí, o que acontece? Aprende a ser aluno, a falar como aluno, a se comportar como aluno, a responder como aluno, e, principalmente, a fazer os testes como aluno. Quando se esquece de que é aluno, o professor, quase sempre, o lembra.

O príncipe que vira sapo, traz algumas lembranças de situações vividas pela autora deste trabalho na escola onde lecionou.⁶

Como é bom, isto é, como a sensação é ótima quando, como educadores, podemos dar o beijo de amor: fazer esquecer que são sapos e lembrar que são príncipes. Como é bom ver

⁶Sempre lecionei na periferia: no extremo da Grande São Paulo está o município de Itapevi, fazendo divisa com o Interior de São Paulo. Jovens com acesso a quase nada, ganhando a vida vendendo doces nos trens, trabalhando como ajudantes de pedreiros ou de mecânicos, isto é, príncipes que se sentem sapos, que se negam a esquecer a vida de sapo para viver a vida a que têm direito, de príncipes!

seus olhos brilharem e voltarem a ter esperança de dias melhores, e o melhor, a lutar por uma vida nova.

Eis então mais uma tarefa da educação: desenvolver a auto confiança nos alunos para se contrapor à situação de dominadores e dominados, buscando educar pessoas capazes de lutar por seus direitos, com coragem de participar de lutas populares e transformadoras da realidade perversa que encontramos neste país.

Uma educação que possibilite ao homem a discussão corajosa de sua problemática. De sua inserção nesta problemática. Que o advertisse dos perigos de seu tempo, para que, consciente deles, ganhasse a força e a coragem de lutar, ao invés de ser levado e arrastado à perdição de seu próprio “eu”, submetido às prescrições alheias. Educação que o colocasse em diálogo constante com o outro. (FREIRE, 1987, p. 89-90)

O beijo de amor desperta o aluno para mudar situações, para a possibilidade da independência, para a reflexão sobre sua realidade, para encontrar a beleza em aprender e em buscar o próprio conhecimento.

O beijo de amor às vezes demora para vir, às vezes não vem, passamos muitos anos em busca dele, mas continuamos como sapos, fazendo igual ao que nos é ensinado.

Um “bom” menino ou menina pode não ser uma criança disciplinada. Ele pode estar apenas desejando obter recompensa em lugar de castigo, aprovação ao invés de desaprovação. Ele procura sobreviver pela concordância. (SPOLIN, 2000, p. 257)

Nessa situação, onde apenas se busca a aprovação escolar, existe grande possibilidade de não haver espaço para a reflexão sobre o que se aprende. E para que a reflexão ocorra é necessário o beijo do amor naqueles alunos que por diversos motivos esqueceram que são príncipes, bem como naqueles que não se esqueceram, mas agem como sapos para sobreiver.

A reprovação, na maioria das vezes, não é a perda de uma série. É apenas uma indicação de que aquele aluno não faz parte daquele grupo. E como pode ser custoso e doloroso não fazer parte do grupo para um adolescente. Spolin (2000, p.6) escreve que: "*Numa*

cultura onde a aprovação/desaprovação tornou-se o regulador, o substituto do amor, nossas liberdades pessoais são dissipadas".

Com isso as liberdades pessoais do príncipe e da princesa são transformadas em normas determinadas pela comunidade de sapos. O lugar da alegria, do entusiasmo, da esperança em aprender novidades é transformado no lugar de etapas, de resolução de exercícios parecidos, de comportamento semelhante tendo como único objetivo vencer uma série escolar e alcançar outra.

Não pretendemos, neste trabalho, nos adentrar na discussão do ensino que objetiva a aprovação no vestibular. Porém, isso impregnou a nossa cultura: fazer o primeiro ciclo do ensino fundamental para entrar no segundo. Fazer o segundo para estar apto a fazer o ensino médio. Fazer o ensino médio para entrar no ensino superior. Ir bem no SARESP ou no ENEM. Parece-nos que a estória contada por ALVES (1994) faz sentido: quando o sapo esquecia alguma coisa, logo vinha a reprovação. Quando o aluno se esquece que é aluno, logo vem a reprovação.

Ah... cadê o beijo de amor? Ah... cadê o beijo que leva à reflexão, à crítica, à esperança e ao sonho. Acreditamos que o teatro pode possibilitar diversos momentos para que o beijo de amor ocorra na sala de aula, pois, segundo Barcellos (1995), o drama leva à reflexão da própria vida, dos próprios atos, leva à procura de fatores responsáveis por aqueles comportamentos. Com esta reflexão o indivíduo pode ter a possibilidade de se lembrar da vida de príncipe, das belas princesas, de como era respeitado pelos outros. Possibilitando, assim, a procura da mudança daquele sapo (aluno) e dos outros próximos a ele.

A arte é, sem dúvida, um dos mais poderosos instrumentos de educação, exatamente pela possibilidade que oferece de abordar o indivíduo em suas várias facetas, ou seja, trabalhar o lado intuitivo, emocional e crítico dos indivíduos. É neste ponto que a arte-educação se destaca das maneiras tradicionais de educar. (Barcellos, 1995, p.298-299)

Acreditamos que podemos encontrar momento nas aulas de física para possibilitar o beijo do amor, que quebra o feitiço do agir por repetição, isto é, de só resolver exercícios parecidos, permitindo ao aluno ir além disso, permitindo o devaneio, as “viagens” a um universo do conhecimento.

O teatro pode ter mediador do beijo do amor, provocando reflexão, discussão e, essencialmente, o diálogo que pensamos ser indispensável no desenvolvimento do ser humano. Proporcionando, dentro da sala de aula, um ambiente favorável para a aprendizagem.

2. JOGOS TEATRAIS

Nos caminhos percorridos por nossa pesquisa e por nossos estudos, acabamos nos deparando com a importância dos jogos teatrais no ensino de física.⁷

Estamos engajados em realmente romper com o diálogo vertical, tão criticado por Paulo Freire, e que ainda pode ser encontrado no ambiente escolar. Como já foi dito anteriormente, pretendemos trabalhar para tornar real a utopia de que o ambiente escolar se constitua numa parcela da alegria e satisfação na vida de todo ser humano.

Como incentivar essa transformação do ambiente escolar no ensino de física? Para tentar responder a essa pergunta nos empenhamos em descobrir possibilidades de se trabalhar em sala de aula qualquer texto de física através de atividades teatrais. Dessa forma exploraríamos uma outra vertente do nosso trabalho que é a necessidade de tornar conhecido o trabalho do físico, como também o contexto em que se desenvolve uma teoria, as questões éticas da aplicação do conhecimento e a relação da física com as demais áreas do saber, através de uma metodologia de jogos teatrais de Viola Spolin (2001).

Os jogos teatrais podem ser utilizados tanto no treinamento de atores quanto no contexto da educação. Segundo Viola (2001), os jogos fornecem uma maneira segura de ensaiar um espetáculo. No contexto da educação, os jogos podem colaborar no aprendizado, pois:

As habilidades do processo de jogo teatral dão uma visão mais ampla da abrangência do jogo teatral e da sua importância para a aquisição do conhecimento: concentração, participação, disciplina, solução de problemas, percepção, comunicação e avaliação. (ALVES, 1992, p. 12.)

⁷ Fiz uma disciplina na Escola de Comunicação e Artes da USP, ministrada pela Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia de Souza Barros Pupo, cujo nome era Práticas Teatrais de Caráter Lúdico, fomos aí apresentados aos jogos e às improvisações teatrais e pudemos observar que eles teriam grande valia em nosso trabalho. O impacto perante as novidades nos levou a escrever “Dos problemas às possibilidades de jogar com textos de física” como trabalho final.

As atividades com jogos teatrais visam desenvolver a liberdade pessoal dentro de regras estabelecidas. No jogo teatral a regra é de suma importância. Parece-nos contraditório estabelecer regras para desenvolver a liberdade pessoal. Koudela escreve que não é, vejamos:

Na relação autoritária, a regra é percebida como lei. Na instituição lúdica, a regra do jogo pressupõe o processo de interação. O sentido de cooperação leva ao declínio do misticismo da regra quando ela não aparece como lei exterior, mas como o resultado de uma decisão livre porque é mutuamente consentida. (KOUDELLA In SPOLIN, 2001b, p. 11):

A regra no jogo teatral não pode ser vista como lei, mas como necessária ao processo de interação. Como o objetivo é desenvolver a cooperação entre os jogadores, estabelece-se um conjunto de regras que é aceito por todos.

O desenvolvimento progressivo do sentido de cooperação leva à autonomia da consciência, realizando a “revolução copernicana” que se processa no indivíduo, ao passar da relação de dependência para a de independência. (KOUDELLA In SPOLIN, 2001b, p. 13)

O eu cede lugar ao nós, com isso é despertada a necessidade da cooperação entre os participantes. A frase chavão “precisamos um do outro para vencer as dificuldades” deixa de ser apenas palavra e torna-se ação. E a utilização metafórica da “revolução copernicana”, por Koudela, pode ser traduzida como significando que ninguém mais é o centro, pois o centro está em todo lugar, qualquer um pode desempenhar o papel de centro para logo a seguir ceder o lugar para qualquer outro participante do jogo e da aula.

Acreditamos que o desenvolvimento de cooperação entre os alunos pode facilitar a interação entre eles e entre professor e aluno na sala de aula, podendo permitir um diálogo honesto e sem medo.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, a experiência do teatro na escola deve ampliar a capacidade de dialogar, desenvolvendo a tolerância e a convivência com a ambigüidade. No processo de construção da linguagem, a criança e o jovem estabelecem com seus pares uma relação de trabalho, combinando sua imaginação criadora com a prática e a consciência na observação de regras de jogo. (KOUDELA In SPOLIN, 2001a, p. 15)

Deparamo-nos com situações em que alunos, por vários motivos, entram no ensino médio temendo disciplinas como física, química ou matemática mesmo sem conhecê-las, e o pior é que após conhecê-las continuam com medo. Talvez a palavra medo não seja a melhor, o fato é que ouvimos comentários do tipo “eu não gosto de física”.

A possibilidade de desenvolver a interação entre os alunos e a cumplicidade ao aprender pode não mudar gostos, isto é, não pretendemos afirmar que os alunos passarão a “amar” a física só pelo fato de passarem por uma experiência com jogos teatrais. Mas poderão ter atitudes diferentes perante as dificuldades apresentadas por tal conteúdo. A dificuldade deixará de ser do indivíduo, pois o eu pode ceder lugar ao nós, o que permitirá um encorajamento maior para apresentar e, eventualmente, enfrentar suas dificuldades.

Os jogos teatrais, com sua estrutura, podem modificar o ambiente em sala de aula, deixando de ser um ambiente do medo, da insegurança, para tornar-se um ambiente da liberdade de expressão, da relação não mais individualizada mas onde o outro é tão importante quanto o eu.

Como indivíduos, somos isolados uns dos outros, cheios de limitações, medos, tensões, competitividade, preconceitos e atitudes preconcebidas. Se a nossa abertura for mais do que apenas uma esperança, um sentimento, uma palavra, então certas condições deverão ser atendidas. A primeira delas poderíamos chamar de mutualidade ou confiança. (SPOLIN, 2001b, p. 17-18)

Vivemos num mundo individualista, onde o eu se sobressai. Onde “meus sonhos” são meus e eu tenho que atingi-los. Onde os meus interesses são mais necessários que os dos outros. Acreditamos que a educação possa caminhar no sentido contrário, possa desenvolver atitudes onde o eu ceda lugar ao nós e com isso buscar o bem comum. A sala de aula pode ser um ambiente onde “nossos interesses são importantes”, onde “nossos sonhos são importantes” e “por isso devemos estar juntos nessa luta”.

O método dos jogos teatrais pode proporcionar o desenvolvimento progressivo para que o indivíduo se liberte de seu mundo e dos seus medos para relacionar-se com o outro.

O ajustamento da realidade a suposições pessoais é superado a partir do momento em que o jogador abandona a história de vida (psicodrama) e interioriza a função do foco, deixando de fazer imposições artificiais a si mesmo e permitindo que as ações surjam da relação com o parceiro. (KOUDELA In SPOLIN, 2001b, p. 13)

O foco é um aspecto externo, que pode ser uma ação, um personagem ou um local, ele mobiliza os jogadores a interagirem em torno dele. Isso pode permitir dois benefícios ao processo de ensino-aprendizagem: o aluno ao mirar no foco deixa de olhar para seus medos e inseguranças e para erros ou acertos dos colegas; o professor deixa de ser o centro, o detentor do conhecimento, não sendo o único responsável pelos resultados.

Se aplicarmos o conceito de Foco a qualquer matéria, libertamos o professor da preocupação de organizar a sua exposição apenas na seqüência de informações transmitidas dentro de uma ordem sucessiva. O conceito Foco altera não somente a atuação do professor como a própria organização da matéria, na medida em que ele passa a agir em função de pontos essenciais a serem comunicados aos alunos e não de uma seqüência predeterminada. (KOUDELA, 2001, p. 43)

Assim ao adotar o conceito de Foco, o professor possivelmente deixará de ser o “bom depositador” de informações como Paulo Freire (1996) escreveu, mas escolherá pontos

essenciais a serem transmitidos aos alunos e estes pontos serão o foco de sua aula e o professor passará a ser um orientador, um mediador das relações estabelecidas: *“Ele atua como um diagnosticador, que observa e propõe problemas para resolver problemas.”* (KOUDELA, 2001, p. 47)

O que nos permite lembrar de PAULO FREIRE (1996) quando propunha um ensino problematizador, com problemas para resolver problemas e não com respostas prontas que sufocam a criatividade e o nascimento do novo.

A necessidade da interação com o outro pode permitir, em sala de aula, um ambiente favorável à aprendizagem, tornando o aluno não mero receptor de informações mas participante delas. Ao focar um outro centro, ele poderá verificar que alguns conflitos não são só seus e se encorajar para aprender. Nesse processo coletivo de aprendizagem a auto-estima também pode ser amplificada pois, nesse jogo, o indivíduo percebe que suas dificuldades também aparecem nas atividades dos outros, permitindo dessa forma que sejam analisadas e trabalhadas no coletivo.

Spolin (2001b, p.17) escreve que atuar requer presença e jogar produz esse estado. Nós diríamos que aprender também exige presença, e se jogar pode produzir esse estado, então os jogos podem colaborar no aprendizado. Vejamos o que ela escreve:

Presença é uma palavra que infelizmente se tornou desgastada. Todos a usamos e pensamos que sabemos o que significa. Frequentemente sentimo-la numa outra palavra, ocasionalmente achamos que a alcançamos, mas nem sempre sabemos como encontrá-la e mantê-la.

A presença chega através do intuitivo. Não podemos aproximar a intuição até que estejamos livres de opiniões, atitudes, preconceitos e julgamentos. O próprio ato de procurar o momento, de estar aberto aos parceiros de jogo, produz uma força de vida, um fluxo, uma regeneração para todos os participantes. (SPOLIN, 2001b, p.17)

Estar presente é fazer parte do momento de aprender. É permitir que professor e aluno se tornem cúmplices da aprendizagem, como participantes, como co-responsáveis. Com isso, o

aluno deixará de ser mero receptor de novidades, mas poderá acenar e dizer: “Eu estou aqui, tenho muito a oferecer, quero falar dos meus sonhos e quero ser respeitado como ser humano.” Vejamos o que Paulo Freire escreve sobre presença:

(...) Presença no mundo, com o mundo e com os outros. Presença que, reconhecendo a outra presença como um “não-eu” se reconhece como “sí própria”. Presença que se pensa a si mesma, que se sabe presença, que intervém, que transforma, que fala do que faz mas também do que sonha, que constata, compara, avalia, valora, que decide, que rompe. (FREIRE, 2000, p.20)

A partir do momento que não vemos somente o outro, mas também nos vemos, é possível que passemos a respeitar as diferenças individuais e assim teremos favorecida a tolerância para as diferenças individuais e a solidariedade ganha espaço e vez.

2.1. A Estrutura dos Jogos Teatrais

Segundo Koudela (2001), os jogos são baseados em problemas a serem resolvidos. E estes problemas estabelecem o objetivo e o foco.

Mas... do que trata o **objetivo**?

O objetivo é o que esperamos atingir com determinado jogo.

Mas... o que é o **foco**?

O foco é um ponto ou um aspecto, onde o jogador deve manter a atenção. Um exemplo dessa situação é a do jogo de bola, onde o jogador mantém seu olho na bola em movimento e tudo o que acontece no campo é em função da bola. O foco garante o envolvimento de todos os participantes em cada momento durante o processo do jogo.

O esforço para permanecer no foco e a incerteza a respeito do resultado diminuem as atitudes obstrutivas, criam apoio mútuo e geram envolvimento orgânico no jogo, na medida em que ele se desenrola. (SPOLIN, 2001b, p. 22.)

A idéia de foco dos jogos teatrais permite-nos emitir uma relação com as idéias de Paulo Freire para um ensino problematizador.

O sujeito pensante não pode pensar sozinho; não pode pensar sem a co-participação de outros sujeitos no ato de pensar sobre o objeto. Não há um “penso, mas um “pensamos”. É o “pensamos” que estabelece o “penso” e não o contrário.

Esta co-participação dos sujeitos no ato de pensar se dá na comunicação. O objeto, por isto mesmo, não é a incidência terminativa do pensamento de um sujeito, mas o mediatizador da comunicação. (FREIRE, 1977 p. 66)

Enquanto o foco instiga a interação entre os jogadores e as relações são estabelecidas em torno dele, o objeto problematizador também se torna o centro do diálogo, com isso não é o pensar de um que define os rumos da aprendizagem, mas o resultado do pensar de todos. Ousamos, com isso, apontar algumas semelhanças entre as idéias de Viola Spolin e Paulo Freire.

Para que todos observem o novo centro que está fora deles, a regra desempenha papel de suma importância e por isso se faz necessária para o bom desenvolvimento do jogo. A **instrução** é o elo entre instrutor/professor e os jogadores. A instrução é dada enquanto o jogo está sendo jogado, encorajando o jogador a manter o olhar no foco.

A instrução e o vocabulário específico dos jogos teatrais de Viola Spolin buscam eliminar a orientação autoritária e a subseqüente síndrome da aprovação/desaprovação, e tentam abrir espaço e tempo para o movimento, a interação e a transformação. (SPOLIN, 2001b, p. 25.)

A instrução é uma forma de se trabalhar os desafios propostos pelo jogo e assim atingir juntos o objeto proposto, ela deve ser detalhada e objetiva a fim de que todos compreendam a estrutura (Onde, Quem e O que), o objeto (Foco) e cumpram o acordo estabelecido pelo grupo.

Mas... do que trata a estrutura **Onde, Quem e O que**?

O **Onde** significa que o foco deve ser mantido em um objeto ou lugar, por exemplo: se o onde for um quarto, o foco deve estar nos objetos desse quarto; se os objetos não estiverem lá fisicamente, os jogadores devem agir como se estivessem. Neste caso às vezes se faz necessária a “planta-baixa”. *“Para auxiliar na visualização do ambiente, o grupo elabora uma planta-baixa do palco, onde relaciona os objetos, organizando assim o espaço do jogo.”* (KOUDELA, 2001, p. 55). Assim os jogadores sabem onde estão os objetos (imaginários) e os manipulam.

Quem significa que o foco deve ser mantido em alguém, por exemplo: se o quem for um motorista de ônibus, os jogadores devem agir como tal com atos, atitudes e gestos característicos de um motorista de ônibus.

O que significa que o foco deve ser mantido na ação, isto é, o que estão fazendo, por exemplo: se estiverem pescando, suas ações devem retratar situações onde a minhoca é colocada na linha, o peixe mordendo a isca e o peixe pescado.

E, ao final de um jogo, deve vir a **avaliação** que consiste em questões tanto para os jogadores quanto para os observadores. É a revelação do que foi aprendido no decorrer do jogo e o que foi observado pela platéia. É importante ressaltar que a avaliação não visa o certo ou o errado, mas como os jogadores atingiram ou não o foco. Neste momento também o grupo pode apontar outras soluções para os problemas que surgiram durante o jogo.

2.2. O Jogo como Apropriação do Texto de Física

O jogo como forma de apropriação do texto⁸ pode ser algo inovador nas aulas de física pois, ludicamente, o jogador, que é um aluno, irá se apropriar do texto, podendo assim, apontar suas dúvidas sobre o mesmo.

Os jogos assim chamados constituem o avesso da tradicional leitura de mesa, na qual a abordagem é, antes de tudo, intelectual; mediante seu exercício, se instala um patamar sólido que permite a descoberta de conotações imprevistas. A própria matéria sonora do significante é experimentada de várias maneiras, passando, assim, a ser condutora do jogo teatral que se segue. (PUPO, 1997, p. 76)

Através das atividades de aquecimento o aluno poderá brincar com o texto, podendo ser o princípio do nascimento de questões que envolvem o texto.

Pensamos em algumas atividades onde os jogos podem ser utilizados somente para leitura do texto. A leitura é essencial no desenvolvimento cultural dos alunos e encontra barreiras, por vários motivos, para ser colocada em prática. Por isso, pretendemos propor os jogos como meio para que a leitura ocorra, como também para introduzir a improvisação teatral. *“Como persuadir e estimular a intuição para despertar o gênio que está adormecido em todos nós? Interrompa o processo para fazer um jogo teatral”*. (SPOLIN, 2001b, p. 26)

Os jogos podem estimular a criatividade, a imaginação, eles podem indicar um caminho para a improvisação e ela poderá ser o reflexo mais brilhante e gerar uma reflexão mais intensa sobre o que fora abordado através do texto, problematizando-o.

O texto não precisa, necessariamente, ser decorado, mas poderá estar próximo ao jogador durante uma improvisação.

⁸ RUNGAERT, BARRET e LANDIER. Citado por PUPO, 1997, p. 32.

Após a improvisação, poderá haver um momento para esclarecer os pontos que ainda estiverem obscuros. Não só esclarecê-los, mas permitir que venham à luz as dúvidas e contribuições dos alunos.

O jogo coloca a todos um desafio de acompanhar o processo e o estabelecimento de conclusões. Assim todos pensam e buscam soluções para se resolver os desafios propostos pelo texto e a solução não será resultado do pensamento de um, mas será objeto do pensamento de todos.

Pretendemos, através de textos com conteúdos que focalizam a atividade científica e suas implicações, histórias de vida de cientistas, desenvolvimento de teorias e trechos de originais escritos por físicos, exemplificar e explicar como podemos utilizar os jogos teatrais para a apropriação de textos de física e como eles podem conduzir a uma discussão mais profunda sobre o assunto, pois:

(...) as práticas em teatro - educação passam a incorporar o desafio do trabalho com textos, considerado em suas múltiplas formas, dramaturgicos ou não. Espera-se deles que possam nutrir o imaginário e ampliar a visão de mundo de quem joga. (PUPO, 1997, p. 5)

Num primeiro momento, não temos o interesse em proporcionar no início das atividades a peça como é tradicionalmente vista, porém ela poderá surgir, se houver o interesse dos alunos para que isso ocorra, ao longo do processo.

Exemplos de atividades citadas por Pupo (1997, p.76-77) para o contato inicial com o texto.

- a) Todos andando; um diz o texto em voz alta, pára e outro dá continuidade.
- b) Todos andando e lendo silenciosamente; a um sinal, alguém olha a pessoa mais próxima e lhe diz a frase em que parou. O outro responde dizendo a sua passagem.
- c) Idem, para a pessoa mais distante.

- d) Todos andando e dizendo o texto; um cessa a leitura e o andar, todos cessam; um retoma, todos retomam.
- e) Dizer o texto para diferentes quantidades de pessoas, em diferentes tipos de espaço: íntimo/público, fechado/aberto, concentrado/disperso.
- f) Andando, cochichar o texto no ouvido dos parceiros sentados de olhos fechados.
- g) Em duplas, um é guia, o outro é cego. O guia dirige a caminhada do cego através da emissão sonora; enquanto diz o texto, o cego pode prosseguir; quando o texto não é emitido, o cego deve parar.
- h) Em círculos, voltados para o exterior; cada um experimenta um fragmento com variações de entonação, ritmo, timbre, intensidade, altura, velocidade, duração, fraseado, sucessivamente, alternando-se os jogadores.
- i) idem, voltados para dentro do círculo. Olhando-se, lançar o texto como bola.
- j) Emitir o texto como se fosse comestível: mordê-lo, mastigá-lo, etc.
- k) Emitir o texto andando na ponta dos pés, em câmara lenta, em desequilíbrio, aceleradamente, correndo, nadando, se esgueirando, etc.

Essas atividades, segundo Pupo (1997), têm como objetivo desvelar o texto gradativamente, sempre em ação.

3. UMA VISÃO EPISTEMOLÓGICA DA ATIVIDADE CIENTÍFICA

Enfocaremos neste capítulo o outro aspecto fundamental do nosso trabalho: um ensino de física que contemple a atividade científica. Acreditamos que seja fundamental para um ensino que valorize a reflexão, o questionamento e a problematização, contemplar o fazer ciência, as implicações das aplicações da ciência e o dia-a-dia de um físico no mais comum que possa ser como relacionando-se com outros físicos e com seus familiares.

Optamos em adotar Thomas Kuhn como nosso referencial epistemológico. Poderíamos ter adotado outro, mas acreditamos que se isso fizéssemos não estaríamos sendo honestos e não estaríamos manifestando aquilo que de alguma forma experimentamos no curso de licenciatura em física e no decorrer dos estudos desenvolvidos durante o mestrado.⁹

Perante as experiências que tivemos na Licenciatura em Física e no mestrado, observamos que a física ensinada no ensino médio traz, muitas vezes, uma grande lacuna por não apresentar aos alunos uma contextualização do desenvolvimento da ciência. Permitindo ao aluno que conhece a física dentro desses moldes formar, possivelmente, uma visão errônea de como a física se desenvolveu ao longo dos anos e como foi a participação dos físicos neste desenvolvimento.

A prática científica sempre fica à margem no ensino de ciências, isto é, não é levado aos alunos como é o “fazer científico”. O que é observado em alguns livros de física do ensino médio é que se faz ciência obedecendo a alguns passos, enfatizando-se assim uma caricatura parcial da concepção positivista do método científico.

⁹ Pude, enquanto estudava presenciar um embate de idéias, onde defensores da mecânica newtoniana, não permitiam que uma explicação alternativa para fenômenos explicados pela física clássica ou quântica fossem explicados de uma outra forma. Aquela “briga” me impressionou bastante, até então pensava que os físicos estavam abertos a novas idéias e não foi isso que pude observar.

Algumas vezes, em aula de laboratório, não conseguíamos atingir os resultados. Uma vez o professor pediu que repetíssemos a experiência dizendo: “*Vocês acreditam nessa teoria (hoje não me lembro qual era), então vão lá e cheguem no resultado*” Pude ver nesta frase que não estava ali para observar novidades, mas para explorar a teoria vigente.

E as palavras do professor Manoel Robilotta, na disciplina “Construção e Realidade no Ensino de Física” realizada no 2º semestre de 2001, sem dúvida me causaram grande impacto. Ele disse que via em sua prática e na prática dos seus colegas do Instituto de Física atitudes e ações perante a pesquisa científica como KUHN (1994) havia escrito.

Uma visão muito encontrada entre os indivíduos leigos em ciência, é a do cientista gênio que procura novidades, é aquele que procura erros e falhas nas teorias dominantes. Seu compromisso é desvendar os mistérios da natureza.

Não resta dúvida de que ao longo da história os cientistas produziram novidades experimentais e teóricas, encontraram falhas e erros nas teorias que acabaram sendo suplantadas por novas teorias e resolveram questões que eram verdadeiros mistérios na compreensão do comportamento da natureza. Mas isso tudo não justifica que se idealize e se priorize uma visão de ciência que não leve em consideração sua prática atual e suas contradições.

Professores de ciências e alunos falam com ênfase: *"Esta teoria funciona até que se prove o contrário"*. Dificilmente ou nunca ouvimos em sala de aula que o cientista é aquele que admira as teorias vigentes, que trabalha em função delas, que busca a todo custo comprovar sua veracidade e melhorá-las, como Kuhn (1994) expôs em sua análise epistemológica, que fala inclusive da crise dessas teorias e das revoluções científicas que fazem aflorar novas teorias.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) defendem enfaticamente, no ensino de física, o desenvolvimento das habilidades dos alunos para relacionar-se com a natureza e compreender o funcionamento dos aparelhos tecnológicos. Porém, não abordam a necessidade da discussão metodológica do trabalho do cientista para formação desses alunos.

Pretendemos, neste capítulo, apontar como o tema é abordado nos PCN's (BRASIL, 1999), em alguns livros de física do ensino médio e também como Kuhn (1994) analisa epistemologicamente a atividade do cientista e o desenvolvimento da ciência ao longo da história.

Iniciaremos com as análises de Thomas Kuhn para o desenvolvimento da ciência a fim de fornecer meios para discutir a problemática do atual ensino de física e da física proposta pelos livros didáticos. Zanetic (1989, p. 62) afirma que:

O debate tão atual em torno da “filosofia” das ciências naturais (...) coloca na berlinda o “que fazer” científico tanto como base de crítica ao trabalho do pesquisador contemporâneo – afinal, o que é ser cientista hoje? - quanto da possibilidade de se repensar a física no contexto da totalidade da população.

Este debate não pode estar fora da sala de aula, é necessário e urgente fornecer condições para que o aluno possa refletir e se posicionar perante o fazer científico.

3.1. Thomas Kuhn e o Desenvolvimento Científico

Para Thomas Kuhn o desenvolvimento científico se divide em duas fases: a primeira denominada ciência normal e a segunda revolução científica. Outros termos utilizados por ele são paradigma e a grande novidade, comunidade científica.

Colocamos Comunidade Científica como grande novidade, por que com isso o cientista não pensa ou interfere no desenvolvimento científico sozinho, suas conquistas ou mesmo trabalhos simples do dia-a-dia terão de passar por um “júri” exigente e que analisa e julga segundo uma “tradição”.

Escrevemos a palavra tradição, pois é assim que olhamos para as palavras de Kuhn, pois segundo ele a comunidade científica define, por exemplo, o aceite ou não de uma nova teoria com base não só na antiga teoria, mas no que ela representava para a comunidade científica e para a sociedade. As metas e as propostas não são definidas somente com base na lógica da investigação, mas por uma comunidade de cientistas.

3.1.1. Paradigma

O paradigma pode ser entendido como um modelo a ser seguido, que pode ser representado por teorias, conceitos e princípios. Além disso, o paradigma representa também a visão de mundo que um físico ou grupo de físicos possui. A mecânica newtoniana é um paradigma e o elétron é parte de um paradigma representado pela teoria eletromagnética. O paradigma determina formas de trabalho, determina as expectativas perante os resultados experimentais, define os equipamentos a serem utilizados nas pesquisas, métodos de pesquisa e o que deve ser pesquisado. Após aceito pela maioria da comunidade científica, o paradigma define o trabalho dos cientistas e a educação das futuras gerações de cientistas.

3.1.2. Ciência Normal

No período denominado de ciência normal, o cientista trabalha para comprovar e melhorar a teoria e nunca para tentar refutá-la ou ir à procura de novidades teóricas. O paradigma estabelece regras criteriosas de pesquisa e os rumos da investigação. Segundo Kuhn, há um progresso cumulativo neste período, pois se produzem novos fatos e novas explicações, porém todos respeitando as regras e o conteúdo do paradigma dominante.

Em suma, Kuhn (1994, p. 29) define ciência normal como:

(...) pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essa realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior.

Vale ressaltar que toda a proposta epistemológica de Kuhn é baseada no desenvolvimento histórico, recheando-a de inúmeros fatos históricos. Para se ter uma idéia de quão forte é o domínio de um paradigma, notamos que, por exemplo, o paradigma geocêntrico dominou a cena científica por aproximadamente 2000 anos e a mecânica newtoniana, por aproximadamente 200 anos. Embora o desenvolvimento da física contemporânea tenha levado o próprio Kuhn a reavaliar a rigidez das fronteiras paradigmáticas, podemos afirmar que estamos à vésperas de comemorar o primeiro centenário dos paradigmas da relatividade de Einstein e da física quântica.

Segundo Kuhn, num período de ciência normal, o cientista é um solucionador de quebra-cabeças. Neste período, o cientista resolve os problemas procurando ampliar a base de aplicação do paradigma. Ele sabe de antemão quais resultados quer obter e suas conclusões devem concordar com a teoria. Se não conseguir obter tais resultados, assume que não está preparado para tal atividade e certamente aparecerá um cientista mais hábil, poupando, assim, a teoria.

Em um período de ciência normal, segundo Kuhn, jamais a comunidade científica procurará refutar uma teoria. Pelo contrário, enquanto é possível ela procura salvar as aparências, isto é, procura formas possíveis para explicar determinado fenômeno, utilizando a base teórica que é aceita, vejamos um exemplo do “salvar as aparências”.

Algo que perturbou os astrônomos gregos geocentristas era o que acontecia com os planetas que, ao contrário da expectativa de movimento circular e uniforme ao redor da Terra, apresentavam um movimento irregular em determinadas partes de sua órbita, como ilustra a figura. Essa estranha dança dos planetas foi denominada de movimento retrógrado.

Assim, no século II AC, afim de salvar as aparências do movimento desses planetas, Hiparco introduziu um artifício geométrico (...) (ZANETIC, 1995, p. 26)

FIGURA 1 - O movimento de retrogressão do planeta Marte visto de uma seção do céu.¹⁰

Porém, mesmo tentando salvar as aparências, não estando aberto a novidades, o cientista, segundo Kuhn, pode se deparar com uma anomalia, que é uma descoberta de um fato ou uma invenção teórica que não pode ser traduzida como quebra-cabeças, ou seja, o cientista se depara com um problema que não consegue resolver utilizando apenas o paradigma vigente.

A princípio a anomalia não é entendida como tal por toda comunidade científica. Depois de muito esforço para tentar salvar as aparências do paradigma, após muitas tentativas de soluções, aceita-se que a natureza não está se comportando como era previsto e a anomalia ganha força. Com isso, tem início um período de crise:

(...) A descoberta começa com a consciência da anomalia, isto é, com o reconhecimento de que, de alguma maneira, a natureza violou as expectativas paradigmáticas que governam a ciência normal. Segue-se então uma exploração mais ou menos ampla da área onde ocorreu a anomalia.” (KUHN, 1994, p. 78)

¹⁰ Figura retirada de ZANETIC, 1995, p. 27.

3.1.3. Da Descoberta da Anomalia à Crise

Se atermos nosso olhar no cientista de Kuhn, poderemos observar que durante o período de ciência normal tudo está indo bem, todos trabalham “felizes” a fim de articular da melhor forma possível o paradigma vigente, mas pode aparecer algum problema insistente, uma anomalia demonstrando que a natureza não está obedecendo ao paradigma vigente.

A crise é um período em que o cientista começa a não ter onde "apoiar seus pés", ao reconhecer que a teoria que está sendo utilizada não dá conta do problema que tem para resolver.

Um exemplo citado por Kuhn é a manifestação de Wolfgang Pauli, nos meses que precederam o artigo de Heisenberg, que indicaria o caminho para uma nova teoria dos quanta. Pauli escreveu a um amigo:

No momento, a física está mais uma vez em terrível confusão. De qualquer modo, para mim é muito difícil. Gostaria de ter-me tornado um comediante de cinema ou algo do gênero e nunca ter ouvido falar de física. (PAULI In KUHN, 1994, p. 115)

A felicidade que se tinha até então transforma-se em confusão. Tenta-se de tudo, utiliza-se de muitas teorias auxiliares, muitas possibilidades de soluções para seu problema, até que uma proposta inovadora de solução começa a nascer. Esse período pode levar algumas décadas, anos ou até séculos. Por exemplo, Copérnico propôs que a Terra se movia e não era o centro do Universo em 1510, porém a crise só teve fim muitos anos depois, como escreve Zanetti (1995, p. 68):

(...) quando realmente ocorreu a vitória da revolução copernicana?

Alguns situam a sua vitória após o advento integral do paradigma newtoniano, o que ocorreu entre o final do século XVII e início do século XVIII. Outros situam-na com os trabalhos de Johannes Kepler (...) Outros ainda apontam os trabalhos de Galileu Galilei.

Isso demonstra que um paradigma não é facilmente e rapidamente substituído por outro, a crise é um período onde o cientista pode acolher diferentes tentativas de refutação da teoria, mas ele não aceita a rejeição da teoria tão facilmente. Kuhn cita alguns exemplos, onde cientistas demonstram as dificuldades em se aceitar um novo paradigma.

Darwin: "embora esteja plenamente convencido das verdades das concepções apresentadas neste volume (...) não espero, de forma alguma, convencer naturalistas experimentados cujas mentes estão ocupadas por uma multidão de fatos, concebidos através dos anos, desde um ponto de vista diametralmente oposto ao meu ... encaro com confiança o futuro - os naturalistas jovens que estão surgindo, que serão capazes de examinar ambos os lados da questão com imparcialidade."

Max Planck: "(...) uma nova verdade científica não triunfa convencendo seus oponentes e fazendo com que vejam a luz, mas porque seus oponentes finalmente morrem e uma nova geração cresce familiarizada com ela. (KUHN, 1994, p.191.)

É um período marcado pela instabilidade, tanto de um cientista quanto da própria comunidade científica.

3.1.4. Da Crise à Revolução Científica

Queremos iniciar este item ressaltando que o período de crise pode ser longo e que uma teoria não é tão facilmente substituída por outra, como afirmam muitos livros didáticos, transmitindo uma idéia de continuidade. Podemos ver que a passagem do paradigma geocêntrico para o heliocêntrico levou muitos anos e não se pode afirmar ao certo quando realmente ocorreu a revolução.

Para Kuhn, somente quando o paradigma que dirigia as atividades da comunidade científica deixa de funcionar e quando toda a comunidade aceita sua não funcionalidade é que tem início a revolução científica.

(....) as revoluções científicas iniciam-se com um sentimento crescente, também seguidamente restrito a uma pequena subdivisão da comunidade científica, de que o

paradigma existente deixou de funcionar adequadamente na exploração de um aspecto da natureza, cuja exploração fora anteriormente dirigida pelo paradigma. (KUHN, 1994, p. 126).

Para ele tudo muda com a revolução. O cientista olha para a natureza com um olhar diferente daquele que olhava antes da revolução:

A própria facilidade e rapidez com que os astrônomos viam novas coisas ao olhar para objetos antigos com velhos instrumentos pode fazer com que nos sintamos tentados a afirmar que, após Copérnico, os astrônomos passaram a viver em um mundo diferente. (KUHN. 1994, p. 152)

Após a revolução, o novo paradigma deve dar conta daqueles problemas não resolvidos pelo paradigma anterior. Este novo paradigma, além de resolver os problemas que originaram a crise, deve resolver os outros que o paradigma anterior resolvia, bem como prever soluções para os possíveis problemas que poderão existir.

Quando a mudança de paradigma se concretiza, ocorre o que Thomas Kuhn chama de revolução científica. Assim a tranquilidade volta a reinar na comunidade científica, e com isso retorna-se ao período de ciência normal, porém com um novo paradigma.

No desenvolvimento da ciência, para Thomas Kuhn, ocorrem rupturas e não existe acumulação de teorias, ou seja, para ele, a teoria da relatividade não é um complemento da mecânica clássica de Newton, mas uma teoria diferente que trata os problemas de forma diferente da que eram tratados anteriormente.

3.1.5. Algumas Palavras

Como vimos, segundo Kuhn (1994), o desenvolvimento da ciência se dá em dois grandes períodos: a ciência normal e a revolução científica.

Porém, a maioria dos livros didáticos falam da ciência como algo em constante evolução e historicamente podemos verificar que apenas alguns nomes romperam com o paradigma vigente, isto é, não é usual na comunidade científica a proposição de novidades, se

elas ocorrem é por que alguém ousou se indispor de alguma forma com as normas do paradigma.

Outra questão é que as revoluções demoram a ocorrer, mas ocorrem e muitos livros didáticos citam o desenvolvimento da ciência como linear, ou seja, como um acréscimo cumulativo de explicações quando não foi assim que se deu historicamente. Houve uma ruptura, houve uma mudança radical na forma de descrever os fenômenos e isto deve ser contemplado no ensino da física. A forma com que a maioria dos livros didáticos descrevem o desenvolvimento da ciência é criticada por Thomas Kuhn e segundo ele isso permite que a revolução científica se torne invisível para aqueles que têm contato com a ciência apenas através destes livros.

Acreditamos que ao levar para sala de aula os depoimentos de físicos que retratam seu comportamento durante o desenvolvimento histórico da ciência, isto é, o que disseram ou escreveram em um período de crise ou no período de ciência normal, podem ressaltar essas características do desenvolvimento da ciência.

3.2. A Atividade Científica no Ensino Atual de Física

Após essa breve exposição da epistemologia de Thomas Kuhn, vamos olhar para sala de aula, lugar real, onde a maioria das pessoas tem o primeiro contato com a ciência.

Deparamo-nos, ao longo dos anos,¹¹ com muitas análises sugerindo que a forma como a física é ensinada só a afasta dos alunos. “O conteúdo chega pronto na sala de aula”, é uma frase que já virou chavão. Então se propõem diversos tipos de idéias para mudar a situação: a utilização da história da ciência, a contextualização social, o ensino de física através do “saber como funcionam os aparelhos”, entre outras. É preciso reconhecer que muitas propostas são interessantes. O problema é que existem dificuldades para que cheguem às salas de aula.

São várias as sugestões para facilitar o ensino de alguma teoria, e geralmente ao final o que se fala é: “Foi assim que o Einstein pensou....” ou “Foi assim que fez Newton...”. Ou pode se terminar as explicações de determinada teoria de maneira pior, sem nomeá-los. É o

¹¹ Podemos dizer que um início mais organizado e dinâmico das pesquisas em ensino de física ocorreu simbolicamente com o primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), realizado em São Paulo em 1970.

que ocorre na maioria de nossas escolas. Na verdade o que domina é a apresentação rápida de um resumo “teórico” seguido da proposição e solução de exercícios e problemas, em particular os dos exames vestibulares.

O professor, como detentor do conhecimento, fornece aos alunos este conhecimento, não incentivando o questionamento crítico sobre o mesmo. O aluno recebe as informações e não é convidado a pensar sobre elas. Não existe nenhum tipo de problematização do que é ensinado.

O fato é que da forma como atualmente é abordada a física, o ensino produz uma grande distância entre a física ensinada na sala de aula, que visa a solução de problemas típicos de exames, e a física como desenvolvimento científico e produção cultural que interfere de muitas formas na vida de um aluno.

O oferecimento, no ensino médio, de uma física que, além de contemplar os conceitos, discuta a prática de um físico, as interferências do desenvolvimento científico no âmbito social, possibilitaria um enriquecimento na formação cultural e científica do aluno.

A ausência do desenvolvimento histórico da ciência e sua contextualização oferece a formação de uma visão caricaturada do desenvolvimento científico e, na maioria das vezes nenhuma visão. Isto é, teorias sem autores, como algo impessoal que soluciona os problemas tecnológicos ou demonstra como a natureza se comporta.

A população em geral tem alguma idéia de como um jornalista trabalha, de como um médico trabalha, de como um professor trabalha, mas não tem idéia alguma de como um físico trabalha ou o que levou uma pessoa a se tornar um cientista. Alguns depoimentos de cientistas que marcaram a história poderiam facilitar essa compreensão. Por exemplo, Peter Medawar (1984, p. 23-24), prêmio Nobel de Medicina de 1960, escreveu o seguinte:

Freqüentemente me perguntam “O que o fez tornar-se um cientista?”. Não consigo afastar-me o bastante de mim mesmo para oferecer uma resposta realmente satisfatória, pois não posso recordar claramente uma época em que não pensasse que o mais interessante que o homem poderia ser era ser cientista. Certamente me comoveram e persuadiram os escritos de Júlio Verne e de H. G. Wells, e também uma enciclopédia, não necessariamente luxuosa, que se atravessa no caminho dos adolescentes afortunados que lêem incessantemente e que continuamente estão consultando livros.

Se pensarmos em outras disciplinas relacionadas com as ciências da natureza, veremos também que a população conhece alguma coisa do trabalho do químico, por que encontra alguns químicos em indústrias e algo do trabalho do biólogo, por encontrar biólogos em órgãos do governo (CETESB, SABESP, etc.). E os físicos, onde encontrá-los?

Se se quer encontrar um deles, geralmente haverá maior possibilidade em um Instituto de Física.

Então, como ensinar uma teoria sem conhecer seus autores?

Os cursos de Licenciatura em Física do Instituto de Física levam ao licenciando apenas a simulação dessa atividade em aulas de teoria e de laboratório. Alguns professores de laboratório, por exemplo, comentam que o que se faz nas aulas de laboratório é completamente diferente do que um físico experimental realmente faz!

Então, perante essa problemática, propomos a ênfase na contextualização histórica não como um conto, mas para proporcionar a transformação do mito construtor dos problemas vestibulares para o homem ou mulher que propõe um tipo de diálogo com a natureza.

3.3. O Trabalho dos Cientistas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's)

Escolhemos analisar como os PCN's (BRASIL, 1999) abordam a questão do trabalho dos cientistas, já que os PCN's foram propostos para indicar novos caminhos para o ensino, pretendemos verificar, brevemente, como eles tratam a questão.

Os PCN's enfatizam os conhecimentos em física como necessários para ampliar a visão de mundo dos alunos e o desenvolvimento de competências e habilidades para que os mesmos entendam o funcionamento dos aparelhos tecnológicos.

Isto seria uma solução para superar a prática escolar tradicional pois, segundo os PCN's (BRASIL, 1999, p. 48):

O ensino da física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado.

Após esta crítica esperava-se que os PCN's contemplassem de alguma forma a atividade do cientista, em especial dos físicos, indicando a necessidade de torná-la mais conhecida pelos alunos. Pois, dessa forma, os alunos poderiam conhecer o modo de trabalhar dos cientistas e teriam uma visão do desenvolvimento científico, suas implicações filosóficas e outras dimensões da construção da ciência. Através dessa contextualização poderiam, por exemplo, compreender a situação de Galileu ao propor uma teoria que desencadeou conflitos com a igreja e com os aristotélicos, as consequências desse conhecimento na sociedade da época e na comunidade científica.

Os PCN's (BRASIL, 1999, p. 48) apontam falhas na forma metodológica de como o conhecimento físico chega até os alunos, pois apresenta-se o conhecimento como:

(...) um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver.

Dessa forma, se o ensino não contemplar, por exemplo, como Galileu trabalhava, como a física se desenvolveu até os dias de hoje, como um físico atual (seja teórico ou experimental) trabalha, o conteúdo continuará sendo apresentado como produto acabado.

Os PCN's enfatizam que o ensino de física deve proporcionar aos alunos condições de expressarem-se corretamente em relação ao conhecimento físico. O aluno deve ter condições de: *“saber relatar os resultados de uma experiência de laboratório, uma visita a uma usina, uma entrevista com um profissional eletricista, mecânico ou engenheiro”*. (BRASIL, 1999, p. 57)

Porém, se se trata do ensino de física, porque os PCN's (BRASIL, 1999) também não sugerem entrevistas com quem constrói a teoria, ou, pelo menos, com quem está aplicando o conhecimento hoje aceito como dominante (ciência normal kuhniana).

Isto poderia, além de possibilitar ao professor avaliar se o aluno desenvolveu a competência de expressar corretamente a linguagem física, também levar o aluno a entender a forma de trabalhar de um físico.

E o desenvolvimento histórico da física? Como fica a construção das teorias, segundo os PCN's?

A física percebida enquanto construção histórica, como atividade social humana, emerge da cultura e leva à compreensão de que modelos explicativos não são únicos nem finais, tendo se sucedido ao longo dos tempos, como o modelo geocêntrico, substituído pelo heliocêntrico, a teoria do calórico pelo conceito de calor como energia, ou a sucessão dos vários modelos explicativos para a luz. (Brasil, 1999, p.59)

Sem um aprofundamento apropriado, isto pode eventualmente transmitir a idéia do cientista que procura novidades, que procura falhas na teoria para substituí-la por outra. É necessário ressaltar que estas substituições realmente ocorreram, mas não o foram linearmente como que fica subentendido na citação.

Se olharmos para tal trecho com um olhar kuhniano, veremos alguns pontos problemáticos, pois segundo Kuhn (1994):

- O cientista utiliza a teoria como se ela fosse única, o paradigma dirige as pesquisas.
- O cientista não substitui uma teoria tão facilmente, pelo contrário, convive com as anomalias como se elas não existissem.
- A revolução é um período de instabilidade dentro da comunidade científica.
- A forma como os manuais tratam a revolução faz com que ela passe despercebida no ensino da física. Essa forma de proceder levou Kuhn (1994) a falar na “invisibilidade das revoluções científicas” nos livros didáticos.

Ao descrever as competências e as habilidades, os PCN's (BRASIL, 1999, p.61) nos trazem de volta ao método científico: “*Observar, (...), fazer hipóteses, testar.*”

No ensino de física a valorização da observação, das hipóteses e dos testes pode colaborar na aprendizagem. O que não se pode é resumir a alguns passos o fazer científico, transmitindo a idéia de que o cientista inicia a resolução de um problema através da observação. E que isto seja uma norma na atividade científica. É necessário ressaltar que para Thomas Kuhn (1994) a observação não é neutra e depende da interpretação.

Se os PCN's (BRASIL, 1999) levantam uma crítica de que o ensino de física, tal como é tradicionalmente abordado, não aproxima o aluno da física, se esse aluno continuar não conhecendo como é o fazer científico, como são construídas as teorias, poderá continuar longe dessa prática.

Acreditamos que seja essencial na formação do aluno que ele tenha algum conhecimento sobre o desenvolvimento científico ao longo da história. É claro que pretendemos que este conhecimento transforme a visão, muitas vezes ingênua, do cientista como desvendador de mistérios. É preciso desenvolver nos alunos uma visão crítica perante o desenvolvimento científico com a prática da ciência normal e algumas situações de revolução. É preciso também dar condições que permitam a este estudante questionar a aplicação do conhecimento científico com responsabilidade social.

3.4. O Trabalho do Cientista nos Livros Didáticos de Física

Pudemos verificar que os PCN's (BRASIL, 1999) não abordam a valorização do trabalho do cientista no ensino. Além da valorização, eles não se preocupam com a compreensão do que é o trabalho de um pesquisador em física. Nem tampouco, em relação à física feita no Brasil.

Vários livros didáticos de física do ensino médio analisados também não trazem tal abordagem. Essa situação nos permite levantar a questão: qual seria a visão que os alunos do ensino médio teriam de um físico?

Difícilmente seria aquela descrita por Thomas Kuhn: o cientista normal que trabalha em função de um paradigma.

Para nossa análise, fizemos alguns recortes de alguns livros didáticos utilizados no ensino médio.

- Segundo o livro “Física” (MÁXIMO e ALVARENGA, 1997, p. 17), muito utilizado no ensino médio, a utilização de um método científico é apresentada como necessária porque utilizamos nossos sentidos na pesquisa científica. *"No estudo da física (...) precisamos realizar uma ou várias das seguintes operações, envolvendo tanto nossos sentidos quanto nosso cérebro: - Observar um fenômeno; diferenciá-lo de outro e relacioná-lo com fatos já estudados. Classificá-lo entre outros de acordo com algum critério de semelhança; fazer inferências sobre ele; avaliar e medir as grandezas envolvidas no fenômeno; interpretar os dados obtidos; planejar observações (realizar experiências), controlando as variáveis que possam influenciar no fenômeno; formular hipóteses, fazer previsões e construir modelos."*

Se é assim, então o aluno do ensino médio poderá concluir que fazer física é apenas obedecer esses passos na pesquisa.

Para fazer física, segundo alguns livros, o físico segue o método científico. Segundo o livro *“Os fundamentos da física”* (RAMALHO, FERRARO e SOARES. 1989, p. 3), o método científico consiste em *“(...) observar repetidas vezes o fenômeno destacando fatos notáveis. Utilizando aparelhos de medida, desde o relógio para medir o tempo e a fita métrica para medir comprimentos, até instrumentos mais sofisticados, determina a medida das principais grandezas presentes no fenômeno tentando descobrir alguma lei ou princípio que o rege (...) Em resumo, o método da apreensão do conhecimento da física é o seguinte: a) observação dos fenômenos, b) medida de suas grandezas, c) indução ou conclusão de leis ou princípio que regem os fenômenos. Esse método de conhecimento é denominado método experimental”*

Já no livro *“Física”* (CHIQUETTO e PARADA, 1991, p. 11), *“A física estuda os fenômenos naturais a partir dos seus elementos básicos, formulando leis gerais que permitam prever os fenômenos que vão acontecer. O método empregado é o método experimental, que consta basicamente das seguintes etapas: Observação: é o exame crítico e cuidadoso de fenômeno, em que se procura formular hipóteses sobre suas causas. Simulação: é a reprodução do fenômeno, geralmente em laboratório. Medição: é o registro, através de instrumentos, dos valores envolvidos no fenômeno. Estabelecimento das relações: os valores das grandezas, organizados, (...) o que facilita estabelecer relações entre elas (...) O método experimental, também chamado método científico, não é aplicado só na física, mas em todas as áreas das ciências naturais.”*

Estes livros enfatizam o método experimental, colocando a observação neutra como princípio básico de uma pesquisa. Kuhn (1994) discorda dessa visão, apontando que a teoria vigente dirige a pesquisa.

Sendo assim, a visão de trabalho científico transmitida por esses livros didáticos é aquela visão conservadora do cientista que olha para a natureza com um olhar neutro e este cientista, para Kuhn (1994), não existe. Seu olhar nunca deixa de estar "contaminado" por sua visão de mundo ou pela própria teoria que dirige a pesquisa.

- Outros livros didáticos nada sugerem sobre a atividade do cientista, o que nos faz refletir sobre qual seria a imagem de cientista formada nos alunos e professores que utilizam esses livros.

Após essa breve análise dos livros nacionais, podemos destacar que, com base no estudo publicado pela revista *Physics Teacher* (HUBISZ, 2001), os livros didáticos de física da escola média norte-americana apresentam características parecidas com as dos livros que são utilizados em nosso sistema educacional. Eles analisaram 12 livros didáticos, e chegaram à conclusão de que:

O erro mais sério desses livros é o de não enfatizar, ou mesmo de mencionar numa maneira consistente, o procedimento científico para responder questões ou resolver problemas. Usando esses textos os estudantes não entenderão o que é a ciência e como ela difere de outras disciplinas. (HUBISZ, 2001, p. 304)

E o artigo termina com esta frase:

Nossa pesquisa de dois anos, infelizmente, leva-nos a dizer que os livros didáticos disponíveis não são ferramentas que produzirão uma mudança no modo como a ciência física é ensinada nas escolas médias dos Estados Unidos. (HUBISZ, p. 309)

E, no meio do texto, o autor afirma que os textos pioraram de qualidade nos últimos anos devido ao baixo nível de leitura dos alunos. As editoras preferem se adaptar a esse rebaixamento de nível dos alunos do que com a qualidade dos textos produzidos. E mais, afirmam que o texto de física para o ensino médio com maior profundidade e melhor qualidade ainda é o PSSC, produzido no final dos anos 50 do século passado!

Para encerrar, citaremos um trecho significativo de Thomas Kuhn com sua crítica à respeito dos manuais e como eles descontextualizam e até falsificam o desenvolvimento da ciência.

(...) manuais começam truncando a compreensão do cientista a respeito da história de sua própria disciplina (...) É característica dos manuais científicos conterem apenas um

pouco de história, seja um capítulo introdutório, seja, como acontece mais freqüentemente, em referências dispersas aos grandes heróis de uma época anterior. Através dessas referências, tanto os estudantes como os profissionais sentem-se participando de uma longa tradição história. Contudo, a tradição derivada dos manuais, da qual os cientistas sentem-se participantes, jamais existiu. (KUHN, 1994, p.175-176)

No próximo capítulo discutiremos a importância das atividades teatrais no ensino de física e como elas podem permitir o uso de originais escritos por cientistas ou fragmentos de peças que retratam o comportamento do físico durante a crise, de cartas trocadas entre físicos descrevendo seus “medos” perante a comunidade científica e de textos sobre a ética na ciência. Assim, pensamos possibilitar ao aluno do ensino médio o conhecimento da prática científica bem como suas implicações na sociedade.

Procuramos com isso, que o aluno conheça o homem ou mulher que se dedica à pesquisa em física, que vive em sociedade mas que também vive em meio a uma comunidade com características únicas. Conheça não só o cientista revolucionário, mas a grande maioria de cientistas que fazem ciência normal.

4. SALA DE AULA, TEATRO E FÍSICA

No capítulo anterior discutimos as necessidades de um ensino de física que contemple a fabricação da ciência, o cotidiano de um físico demonstrando suas relações familiares e sociais, como também questões éticas a respeito da aplicação do conhecimento. Neste capítulo iremos discutir algumas das possibilidades de utilização de textos, que contemplem esse conteúdo diversificado sobre a física, para promover em sala de aula um diálogo horizontal entre educadores e educandos através de atividades com jogos teatrais.

Para realização dessa tarefa vamos levar para a sala de aula fragmentos ou passagens de peças e outros textos que discutam o desenvolvimento de uma teoria física, que proporcionem discussões entre paradigmas concorrentes. Além disso, de forma complementar, é conveniente também proporcionar aos alunos contato com fragmentos de peças que abordem questões políticas, éticas, metodológicas, entre outras, que forneçam uma visão mais totalizante da física como um exemplo de diálogo inteligente com o mundo e seu potencial transformador da realidade social. Um exemplo clássico de uma peça com esse conteúdo é a “Vida de Galileu”, de Bertold Brecht (1991).

Não basta que as aulas enfoquem esse assunto despertando apenas críticas, elas devem ser um meio de levar o aluno a experimentar situações que o sensibilizem a interferir de forma responsável em questões relacionadas ao conhecimento científico.

Toda a pedagogia moderna está voltada para o processo da descoberta e a dramatização é sem dúvida um dos maiores veículos de informação da criança. Podemos levar a criança a vivenciar, por meio da atividade teatral, assuntos ligados a todas as áreas do conhecimento. (BARCELLOS, 1995, p. 22)

O drama pode tornar possível, para o aluno, experimentar emoções sentidas por alguns físicos ao descobrir ou concluir o estudo de algum fenômeno, isto é, suas alegrias na descoberta, suas dúvidas sobre o novo, a sensação de desconforto perante o inesperado. Ou seja, tornar viva na sala de aula a história da ciência. É claro que jamais poderemos

experimentalizar as emoções do outro, mas as atividades de teatro permitem algo a mais do que a simples leitura.

Como também os personagens de Galileu (2001) podem ganhar vida e uma vida interpretada em sala de aula. Isto é, o aluno, ao representar estes personagens, pode também criar suas palavras e ações e, com isso, a obra *“Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano”* se tornará conhecida, dramatizando o desenvolvimento da teoria heliocêntrica.

Pretendemos através do teatro provocar o surgimento de uma nova situação em sala de aula. Uma prática educacional que, além de valorizar a resolução de exercícios, valorize também o diálogo racional, a reflexão crítica e o respeito mútuo.

4.1. O Texto: Problema ou Solução?

O início de nossa pesquisa foi marcado por alguns questionamentos: Só é possível trabalhar com textos em forma diálogo? Temos que construir um diálogo a partir do texto? Então textos que tratam de alguma teoria científica não são teatralizáveis?

Existe uma vasta bibliografia que, por conter textos com diálogos, pode facilitar sua transposição para a atividade teatral. Eis alguns exemplos: Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano de Galileu Galilei (2001), o diálogo entre Newton e Huygens sobre a luz (EINSTEIN e INFELD, 1966), a crítica de Goethe (1993) sobre a teoria da luz de Newton e muitos outros.

Sabemos que estes textos podem colaborar de muitas formas no ensino de física, mas queríamos também utilizar outros textos como cartas escritas por físicos ou simplesmente o depoimento de um físico. E aí tínhamos um problema!

Nunes (2000, p. 40) sugere uma forma para lidar com esses problemas. Segundo ele, não é necessário mudar o texto para utilizá-lo, permitindo que ele seja a motivação da criação teatral.

(...) nossa proposta faz questão de conservar o discurso autoral (narração, descrição, comentário, reflexão, etc.), fundada na crença de que é possível descobrir nele uma teatralidade inerente e específica, capaz de render instigantes soluções de linguagem cênica.

É possível descobrir em todos os textos uma teatralidade inerente e específica que seja capaz de transformá-los em uma atividade teatral. E certamente, nessas condições, o teatro poderá ter seu lugar ampliado em sala de aula de ciências.

Em relação ao texto "*(...) é importante não encará-lo num sentido muito estrito e tradicional, encerrado em cânones literário-dramáticos (....)*". (GUINSBURG, 1996-97, p. 171.) Essa perspectiva favorece o olhar sobre textos de física.

Se é possível ampliar para outras formas de texto, então pode-se concluir que é possível utilizar quaisquer textos de física na atividade teatral. Esse é o desafio que trabalharemos no próximo capítulo.

Para complementar, NUNES (2000, p. 39-40) cita a possibilidade de

(...) levar ao palco, ao invés de uma peça dramatúrgica, uma obra de pura épica literária: relato ficcional - romance, conto, novela, fábula, epopéia, crônica, memórias - ou qualquer forma que o gênero (para usar uma terminologia obsoleta) tenha assumido ao longo da história, preservando sua expressão original (....)

Com relação ao que é proposto por NUNES (2000) pode-se verificar a viabilidade em utilizar textos referentes a teorias da física conservando o discurso dos físicos que as desenvolveram.

É interessante ressaltar que não é a atividade que define o texto, mas o texto que definirá atividade. Suas seleções serão de acordo com os objetivos que o professor queira explorar em sala de aula. São os textos que irão motivar a atividade de criação e encenação nos alunos,

(...) apresentando-se, portanto, não como obras concluídas, que pedem para ser revividas e compreendidas numa direção estrutural dada, mas como obras “abertas”, que serão finalizadas pelo intérprete (...) (ECO, 1997, p. 39)

Assim o texto se apresenta para alunos e professores como obra aberta para ser interpretada e problematizada, gerando possivelmente espécies de “desconfortos” ou alegrias perante o conhecimento.

4.2. Uma Questão Dramática

Uma outra problemática que tínhamos, além do tipo do texto, era de como teatralizar determinados textos. Uma modalidade de teatro muito explorada no ensino com adolescentes é o drama, que, segundo Barcelos (1995), pode ser elemento facilitador para se trabalhar também as emoções.

A ênfase em utilizar o drama nos aponta alguns cuidados que devem ser tomados com o conteúdo do texto, pois, no mundo físico, como é concebido pela ciência física, não existe pensamento, morte, alma, lágrimas, sorrisos, consciência, fome, dores. Segundo Robilotta (2001, p.1):

(...) ao estudarmos física, efetuamos uma seleção, mais ou menos consciente, de elementos do grande universo. Neste processo, intencionalmente, nos concentramos em alguns temas e, deliberadamente, evitamos outros. Isto corresponde a produzir um recorte, do qual resulta um universo menor que o grandão e que podemos chamar de universo físico.

(...) o universo físico, tal como o concebemos hoje, envolve uma combinação de matéria sem vida e matemática.

Como conciliar essas duas questões? Se de um lado o drama pode ser eficiente no trabalho com adolescentes, pode ser problemático para se tratar de questões que envolvam o

mundo físico. O filósofo Gaston Bachelard (1996), que trabalhou com questões relativas à ciência e à poética, mostrou preocupações com essa temática.

Ensinar eletricidade, utilizando o drama, possibilitaria dar vida aos elétrons, tornando algo muito atraente para quem pretenda trabalhar com atividades teatrais em aulas de física. Seria interessante imaginar os elétrons conversando, eles poderiam falar o que sentiam ao se aproximar dos prótons ou mesmo de outros elétrons. Mas qual seria o impacto de uma atividade teatral que desse vida aos elétrons na formação de adolescentes? E de futuros físicos?

Segundo Bachelard (1996), este tipo de abordagem do universo físico poderia se tornar um obstáculo animista na aprendizagem e, assim, ao invés de indicar um possível sucesso na sala de aula, poderia permitir ao aluno uma visão errônea do mundo físico.

Porém devemos ressaltar que toda analogia sempre terá seus limites, o que não podemos é permitir que eles se tornem obstáculos para a aprendizagem. Mas os limites das analogias devem se problematizados através de questões sobre o universo físico.

No livro “Incrível mundo da física moderna” de George Gamow (1980), conta diversas histórias vividas pelo Sr. Thompkins. Em uma delas, após o jantar, ele vai até a universidade assistir uma preleção a respeito da estrutura do átomo, porém, no meio da preleção, ele dorme e sonha que virou um elétron e está viajando pelo interior da matéria quando aparece um outro personagem, Frei Paulini, que explica o comportamento dos elétrons e a existência de uma partícula assassina, o pósitron. O Sr. Thompkins fica desesperado temendo encontrar tal partícula.

Esta leitura pode ser motivadora de uma rica discussão sobre partículas em sala de aula, porém devemos estar atentos aos obstáculos animistas que ela poderá originar e assim utilizar-se dela também para suplantar tais obstáculos a fim de desenvolver o espírito científico.

Outro livro que queremos citar é Física Quântica (EISBERG e RESNICK, 1979, p. 72), porque aborda o assunto de forma parecida: “(...) *Presume-se que o elétron e o pósitron se movem em torno do seu centro de massa em uma espécie de ‘dança da morte’ até se aniquilarem mutuamente.*”

Essa espécie de “licença científica” deve ter seu lugar no ensino de física, não parando em si mesma, mas fomentando reflexão sobre o assunto.

É exatamente sobre essa ponte entre uma leitura literária e uma leitura científica que podemos entender, por exemplo, a seguinte referência ao grego Heráclito, feita num livro contemporâneo sobre a história da mecânica quântica:

O fogo é uma substância primordial, porque ele possui as propriedades da matéria, pelo menos da matéria corporal, mas ele é mais sutil. Heráclito afirmava que os seres mortais são imortais, os imortais são mortais, um vive da morte do outro e morre da vida do outro. Os fótons, nós sabemos atualmente, podem nascer de uma aniquilação de pares elétron-pósitron, os pares partícula-anti-partícula nascem da morte de um fóton. (LOPES e ESCOUBÈS, 1994, p. 3)

Temos de ter um olhar cuidadoso para o drama, mas não podemos permitir que o ensino se encerre no contexto da física tradicionalmente presentes na sala de aula. Afinal, “Física também é cultura” Zanetic (1989). E como cultura deve permitir tanto àqueles alunos com “veia” artística utilizar-se dela para desenvolver seus trabalhos quanto àqueles com “veia” científica conhecer com mais profundidade a linguagem da ciência.

Podemos explorar de diversas formas a modalidade dramática de teatro, pois ela permite recorrer a textos sobre a vida de físicos, sobre as aplicações da física, como a bomba nuclear, sobre o trabalho dos físicos em laboratório, sobre o trabalho dos físicos teóricos e sobre outras questões polêmicas no ambiente científico.

4.3. A Abordagem de Teorias Físicas na Sala de Aula

No capítulo 3, fizemos algumas críticas à abordagem do conteúdo da física nos livros didáticos como também à forma pela qual este conteúdo chega à sala de aula. Vamos aprofundar com perspectivas complementares o que foi feito no capítulo anterior.

Pelo fato do conteúdo, na maioria das vezes, chegar pronto na sala de aula, os alunos não têm conhecimento dos embates de idéias que antecederam o estabelecimento desses temas da mecânica, acarretando em frases como: “*O aluno pode ter a seguinte dúvida: Kepler foi*

uma pessoa ou será que é apenas o nome da lei?” (informação verbal)¹², que demonstram o quanto a falta de contextualização das leis e teorias pode transmitir uma visão deturpada do desenvolvimento científico.

A fim de contextualizar o desenvolvimento científico, sugerimos a utilização de obras originais de físicos em sala de aula para despertar discussões relacionadas à metodologia científica, às implicações sociais do conhecimento científico e também fazer uma ponte com as disciplinas de história, filosofia e português sobre tais discussões, utilizando as riquezas que podem ser exploradas na obra de Galileu:

- obra de polêmica e de combate: que acaba determinando sua própria estrutura literária e a escolha da língua da corte e da burguesia, o italiano, e não o latim costumeiro dos trabalhos acadêmicos de então; Galileu queria convencer e persuadir os homens honestos de seu tempo sobre a justeza de sua visão de mundo;
- obra pedagógica: trata-se também de fazer o leitor compreender as novas demonstrações que estavam sendo propostas, de ensinar-lhes a pensar o novo e, portanto, faz-se necessário 'um duplo trabalho de destruição e de educação';
- obra de filosofia: Galileu queria combater a filosofia de Aristóteles e substituí-la pela filosofia de Platão;
- obra histórica: Galileu apresenta sinteticamente seu esforço de superação da física de Aristóteles e da física do ímpetus, para chegar à sua própria concepção de física-matemática. (KOYRÉ, 1986, p. 264-269).

Galileu pouco comparece na sala de aula, apesar de ter sido ele o criador do tema mais “popular” nas aulas de física – a cinemática. Existe atualmente uma supervalorização do estudo matemático dos movimentos, resumindo-se quase exclusivamente na aplicação de fórmulas da cinemática. Deixa-se de lado as contribuições científicas e metodológicas desenvolvidas por Galileu no século XVII e também o problema que o levou a construir tal teoria. Como já foi destacado antes, seu trabalho escrito em diálogo poderia ser ricamente explorado em sala de aula.

¹² Frase escrita por um aluno do curso de Licenciatura em física, na disciplina de gravitação no segundo semestre de 2002.

Esse tipo de argumentação desenvolvida por Galileu pode ser utilizada numa experiência em sala de aula em que o professor de física queira discutir de forma mais significativa alguns conceitos básicos da mecânica e, ao mesmo tempo, queira apresentar aos seus alunos como essas idéias surgiram através da fala de um de seus criadores mais importantes. Ele estaria, assim agindo, colocando-os em contato como o "romance da física", como diria Mário Schenberg, em suas aulas e, ao mesmo tempo, até poderia suscitar uma discussão de caráter histórico/filosófico sobre o assunto em sala de aula. (ZANETIC, 1998, p.22)

Galileu, através dos diálogos, opondo-se ao pensamento aristotélico então dominante, apresenta os elementos básicos de sua teoria. Essa argumentação pode ser explorada em sala de aula ao discutir conteúdos relacionados com a construção da cinemática, da dinâmica e da gravitação.

Ainda para contextualizar o desenvolvimento da ciência, poderemos utilizar outros textos que tenham este conteúdo, como sugere Zanetic (1997), quando escreve que a peça de teatro "Vida de Galileu", de Brecht, pode contribuir para que discussões sobre a formulação de uma teoria científica sejam desenvolvidas na sala de aula, mesclando-se com outras questões que envolvem a igreja e a sociedade da época.

Além do texto de Brecht permitir a problematização do contexto em que se desenvolveu a teoria de Galileu, segundo Eco (1997), é uma obra que não sugestiona o espectador, mas lhe permite criar suas conclusões.

Aqui a obra é "aberta" como é "aberto" um debate: a solução é esperada e auspiciada, mas deve brotar da ajuda consciente do público. A abertura faz-se instrumento de pedagogia revolucionária. (ECO, 1997, p. 50)

É nesta abertura que acreditamos para um ensino problematizador que permite a reflexão e não a aceitação, onde todos, juntos, poderão elaborar a solução.

4.4. Atividade Científica, Questões Éticas e o Teatro

Quando o assunto é a atividade científica que vá além da dimensão epistemológica, abordada no capítulo 3, já destacamos que discussões sobre a ética na ciência não podem estar fora da sala de aula e a utilização de peças como: “Einstein” de Emannuel (mimeo), “Os físicos” de Dürrenmatt (1966), “Copenhagen” de Frayan (mimeo), “O caso Oppenheimer” de Kippardt (1966), etc. podem ser meios de viabilizar e introduzir esta discussão.

Essas peças poderão levar alunos a uma desmistificação da função do físico, seu trabalho, seu compromisso com o social, seu compromisso com o ser humano, além de transmitir alguma idéia do físico como ser humano.

O drama, segundo BARCELLOS (1995, p. 19), é muito eficiente na educação do adolescente. Pois: *"Na adolescência, a dramatização assume dois aspectos: o da crítica social e o da crítica a si mesmo, numa busca de conhecimento e de aceitação de sua problemática."*

Alunos de ensino médio são em grande maioria adolescentes, e assim, seguindo a recomendação de BARCELLOS (1995), deve ser valorizada a questão da crítica e com isso despertá-la e focá-la para a construção de teorias e aplicação do conhecimento científico, analisando o trabalho do cientista e a influência da física na sociedade e, por que não, as ações do Ministério da Ciência e Tecnologia, por exemplo.

Para motivar a discussão em sala de aula sobre ética e a atividade científica, vejamos um pequeno trecho da peça “Os físicos” de Dürrenmatt (1966, p. 72-76), que será desenvolvido de forma mais completa no capítulo 5.

NEWTON: (...) Trata-se da liberdade de nossa ciência e nada mais. Pouco importa quem garante essa liberdade. Sirvo a qualquer sistema, desde que o sistema nos deixe em paz. Sei que hoje se fala na responsabilidade dos físicos (...) É uma bobagem. Temos que produzir um trabalho pioneiro e nada mais. Se a humanidade não sabe aproveitar o caminho que estamos construindo é problema dela, não nosso.

(...) MÖBIUS: E esses físicos são livres?

NEWTON: Meu caro Möbius, esses físicos se dispuseram a resolver determinados problemas científicos decisivos para a defesa do país. Daí é de se concluir (...)

MÖBIUS: Curioso. Cada um apresenta-me uma teoria diferente, mas a realidade que me é apresentada é sempre a mesma: Uma prisão. Nesse caso, prefiro o meu hospício. Pelo menos me dá a certeza de não estar sendo usado por políticos.

A peça nos leva a refletir sobre os limites entre o desenvolvimento científico e sua aplicação e se esses limites existem, isto é, se é possível para o cientista se “trancar” junto com o conhecimento por ele desenvolvido, que em alguns casos, a sua aplicação pode prejudicar a humanidade. Mortes, gerações futuras marcadas pela destruição, como a terrível experiência criminosa das bombas atômicas sobre Hiroshima e Hagasaki, perpetrada pelos Estados Unidos no final da Segunda Guerra Mundial.

Ou então suscitar uma outra discussão sobre o posicionamento do pesquisador ao ver este conhecimento nas mãos de interesses políticos que caminham contra o interesse do conjunto da sociedade. O personagem Einstein na peça de mesmo nome de Emanuel (mimeo, p. 10), lamenta ao se referir sobre o desenvolvimento da bomba atômica: *“Eu estava errado. Como Nobel, Weizman e Haber. Einstein também não teve sabedoria!”* ou numa evocação mais tecnológica podemos lembrar a angústia de Santos Dumont e o uso do avião para finalidades militares.

Schenberg, ao escrever o prefácio da peça “Os físicos”, afirma que Dürrenmatt (1966) exagera a responsabilidade do cientista quanto à aplicação de suas descobertas, porém, destaca que:

Na realidade o pesquisador se vê, quase sempre, dominado por forças políticas, econômicas e militares imensas, quando não envolvido por suas próprias lealdades nacionais. O problema do não desvirtuamento da ciência é de toda a humanidade, não apenas do cientista isolado, ou mesmo das organizações de cientistas. Naturalmente a responsabilidade dos cientistas, normalmente dos físicos e biólogos, é muito séria, em consequência do próprio fato de serem os que melhor compreendem o alcance de suas descobertas. (SCHENBERG In DÜRRENMATT, 1966, p. VI.)

Esta questão levantada por Schenberg é bastante polêmica e pode, sem dúvida, render muitas discussões em sala de aula. Como também despertar o aluno enquanto ser humano e responsável pelos destinos de seu país e da humanidade.

4.5. A Vida Pessoal dos Físicos

Se pretendemos tornar a atividade científica algo concreto em sala de aula, temos de recorrer a assuntos diversos ou depoimentos pessoais de alguns físicos, comentando algo sobre suas infâncias, suas expectativas, suas famílias. Enfim, textos que permitam desconstruir a trajetória do físico mito, distante da realidade, para construir a imagem de um físico humano com problemas e realizações familiares, pessoais e sociais.

Como veremos com mais detalhes em diversas seções do capítulo 5, o texto “Einstein”, peça de Emanuel, pode ser ricamente trabalhado em sala de aula. O personagem Einstein, representando um aspecto bastante significativo da vida do jovem Einstein, diz que a coisa mais bonita que o homem pode experimentar é o mistério, o desconhecido. E, segundo ele, é esta a emoção fundamental que está na raiz de toda a ciência, de toda a arte e de toda religião. Podemos, recorrendo mais uma vez a Paulo Freire (1995), associar essa passagem de vida de Einstein ao termo curiosidade epistemológica em oposição à curiosidade espontânea ou ingênua:

Não é a curiosidade espontânea que viabiliza a tomada de distância epistemológica. Essa tarefa cabe à curiosidade epistemológica – superando a curiosidade ingênua, ela se faz mais metodicamente rigorosa. Essa rigorosidade metódica é que faz a passagem do conhecimento ao nível do senso comum para conhecimento científico. Não é o conhecimento científico que é rigoroso. A rigorosidade se acha no método de aproximação do objeto. A rigorosidade nos possibilita maior ou menor exatidão no conhecimento produzido ou no achado de nossa busca epistemológica. (FREIRE, 1995, p. 78)

A peça “Einstein” de Emanuel exemplifica, na infância de Einstein, um ambiente favorável para a curiosidade epistemológica nascer. A sala de aula pode e deve ser também

esse ambiente, pode e deve fornecer condições para que o aluno se sensibilize com o misterioso e ao sensibilizar-se procurar compreendê-lo. O aluno poderá ser motivado a estabelecer um diálogo inteligente com o mundo

Apesar de que provavelmente não foi na sala de aula que Einstein teve sua curiosidade instigada, acreditamos que seja também responsabilidade da escola proporcionar ao aluno que ocorra algo semelhante ao que aconteceu com o jovem Einstein. Zanetic (2002) escreve que foram várias as experiências, motivadas pela compreensão do misterioso, que são citadas por Einstein em um documento autobiográfico. Planck também escreve sobre seu entusiasmo respeito do misterioso:

Desde minha tenra juventude isto nunca deixou de me encher de entusiasmo: as leis da razão humana coincidem com as leis que governam o mundo; e, portanto, o raciocínio puro torna o homem capaz de atingi o conhecimento dos mecanismos deste mundo. (Planck, In SNYDERS, 1993, p.175.

Estes são só alguns exemplos de que é possível vencer aquela forma tradicional do livro didático que quando apresenta a história da ciência, o faz apenas através de uma biografia com datas de nascimento e morte. E através da leitura destes textos, permitir aos alunos olhar para um físico como um ser humano com infância, problemas de saúde e outros problemas que envolvem o ser humano.

Textos como “Vida de Galileu” de Bertold Brecht (1991) podem revelar que o mito é um ser humano que tem família e que sua família também pode sofrer perseguições e ameaças. Desta forma, pode-se verificar que o cientista pode passar por problemas semelhantes a qualquer outro profissional. Em alguns trechos, a personagem Virgínia, que representa a filha de Galileu, demonstra estar com medo sobre o que poderá ocorrer com o pai após o processo de inquisição ser concluído. O trecho pode demonstrar aos alunos que os familiares de Galileu também estiveram presentes durante todo o processo da Inquisição, transformando possivelmente o modo de olhar para Galileu como um ser isolado em uma redoma de cristal.

4.6. Transição entre Culturas

Muito mais do que somente aprender conceitos de física, é necessário que os alunos tenham condições de relacioná-los com questões sociais, bem como analisar as implicações do desenvolvimento científico sobre a sociedade. Além de situar o aluno no âmbito social, o ensino da física deverá fornecer condições para que o aluno o utilize em outras atividades escolares. Para tanto, o ensino de física deveria contemplar o desenvolvimento histórico do conhecimento científico, os embates em uma comunidade científica e como isso tramitou no desenvolvimento histórico da humanidade.

(...) não estamos formando homens e mulheres que possam compreender o nosso mundo tanto quanto Piero della Francesca ou Pascal ou Goethe compreendiam o seu. No entanto, com sorte, podemos educar uma grande proporção de nossas melhores inteligências para que não desconheçam a experiência criativa, não ignorem as possibilidades da ciência aplicada, o sofrimento remediável dos seus contemporâneos e as responsabilidades que, uma vez estabelecidas, não podem mais ser negadas. (SNOW, 1995, p. 128)

Apresentar, na sala de aula, uma física descontextualizada, isto é, despencar fórmulas e conceitos sem apontar o desenvolvimento científico que esteve por trás desses conteúdos, sem mencionar a atividade do cientista, seu comportamento perante as teorias, pode favorecer a formação de indivíduos que não dimensionam a atividade científica e possivelmente não serão capazes de construir uma reflexão crítica sobre a aplicação da ciência.

Um cidadão comum, leigo em ciência, deve ter conhecimentos básicos em física, para assim ter condições de interagir com mais facilidade com o “mundo da fabricação da ciência”.

Presenciamos em intervalos de aulas, alunos do ensino médio discutindo futebol, o jogo do final de semana. No entanto, a física traz discussões inéditas como cosmologia, leis do movimento, as idéias quânticas, etc. que estão distantes das rodas dos jovens estudantes ou mesmo de intelectuais de outras áreas.

Mais uma vez, como afirma Zanetic (1989), *“Física também é cultura”*, e sendo cultura deve fazer parte não só de discussões em salas de aulas, mas que estas discussões devem ser o início do envolvimento do aluno com o assunto para utilizá-lo em outras áreas, fazendo a ponte entre as duas culturas, como defende Snow.

Não podemos formar não cientistas que não se lembram de um só conceito físico e quando têm alguma lembrança são coisas desconexas: só de uma fórmula, por exemplo. Essa polarização, onde o artista esteja confinado no mundo da arte e o cientista trancado na esfera da ciência, é prejudicial ao desenvolvimento de ambas as áreas, como afirma Snow (1995, p. 29). *“Essa polarização é pura perda para todos nós. Para nós como pessoas, e para a nossa sociedade. É ao mesmo tempo perda prática, perda intelectual e perda criativa (...)”*

Tal polarização pode causar prejuízos tanto para a ciência como para as artes em geral, podendo o artista cometer enganos ao falar sobre ciência, pois:

Quando esses dois sentidos se desenvolvem separados, nenhuma sociedade é capaz de pensar com sabedoria. A bem da vida intelectual, a bem do nosso país que corre um perigo especial, a bem da sociedade ocidental que vive precariamente entre os pobres, a bem do pobre que não precisará ser pobre se houver inteligência no mundo (...) (SNOW, 1995, p. 72-73.)

Snow escreve que é necessário mudarmos essa situação de divisão: de um lado cientistas detentores do conhecimento das ciências naturais e de outro não cientistas que não sabem nada ou sabem muito pouco sobre as ciências naturais. É necessário que ambos tenham condições mínimas para dialogar. Para o bem de todos, principalmente dos mais desfavorecidos social e culturalmente.¹³

O oferecimento, no ensino médio, de uma física que além de contemplar os conceitos, discuta a prática de um físico, as interferências do desenvolvimento científico no âmbito social e possibilite ao aluno adotar a física como mais uma forma de cultura, pode superar esse fosso entre as duas culturas.

¹³ Estamos nos referindo aqui à cultura dita escolar.

A escola pode ter papel fundamental na educação de futuros cientistas ou artistas com uma visão multifacetada, assim um romance poderia antecipar uma descoberta científica, por exemplo, ou uma descoberta científica poderia construir um romance.

As aulas devem permitir a transição entre as duas culturas, desenvolvendo a imaginação para que o conhecimento em física seja fonte de inspiração para construção de poemas, textos, histórias e para isso as atividades teatrais podem trazer grandes benefícios.

Apesar de Bachelard escrever que o pesquisador das ciências naturais deve ter um pensamento puramente racional que ele chama de diurno, enquanto que o poeta pode ser conduzido pela imaginação, ele chama de pensamento noturno, Felício (1994, p.129), ao dissertar sobre as idéias de Bachelard, escreve que:

É preciso voltar à ruptura em Bachelard e analisar o quadro de relações em que o saber se constitui e sobre cuja base a ciência aparece; (...) Se as práticas discursivas e não-discursivas constituem o Saber, a aparição da ciência não termina com essas práticas; elas passam a coexistir pacificamente com a ciência. Não esqueçamos que Bachelard termina por aceitar o Imaginário poético como coexistindo com a ciência, sob forma complementar (...) Bachelard acolhe o Imaginário poético como complemento necessário à ciência, embora ambos sejam diversos.

Schenberg (1998, p.148) sugeriu até que seria possível o cientista utilizar dos conhecimentos artísticos para fazer ciência. Ao se referir sobre a tendência à música que alguns cientistas possuíam, ele escreveu o seguinte: *“Não teria sido por isso que Planck descobriu a teoria dos quanta? Não foi essa inclinação musical que o levou à sua descoberta? Talvez.”*

Quando comentamos a utilização de conceitos físicos em outras atividades escolares, pensamos na possibilidade do aluno ter condições, por exemplo nas aulas de arte, se sentir atraído a discutir idéias da física ou na construção de um texto nas aulas de português ser ousado em relacionar conceitos físicos com outras formas de conhecimento. Zanetic (1998, p. 12), ao pensar na física, chega a afirmar que:

(...) sua história, sua filosofia, sua relação com outras áreas do conhecimento, suas implicações ideológicas e políticas podem despertar o interesse mesmo daqueles indivíduos que normalmente detestam a física escolar dominante. O professor de física deveria ser capaz de mostrar inclusive a um futuro poeta que a física poderia ser de seu interesse. Afinal, física também é cultura!

A física poderia fomentar a imaginação do pensador noturno de Bachelard, como também permitir ao leigo identificar idéias físicas em outras formas de expressões culturais como o citado por Menezes (1998, p. 56-57):

O samba 'Tempo de Espaço' de Paulo Vanzolini, por exemplo, eu já conhecia há muito tempo. Sempre havia entendido este samba como sendo a descrição do que vive um cidadão apaixonado, confundindo tempo e espaço, tropeçando universos. Ouvindo este samba, nesta manhã, percebi que ele incorporava o conceito da relatividade geral de Einstein. A seguir, fui surpreendido com conceitos de eletrodinâmica quântica! Toquei de novo... de novo... e fui encontrando outros elementos da física. Meu mau humor desapareceu. Devo ter ficado uma hora ouvindo a música de Vanzolini.

A física é apresentada desconectada de outros desenvolvimentos culturais, o que implica prejuízos na formação do aluno, podendo ser um dos fatores para que o aluno não tenha condições de utilizar as idéias da física em outras atividades, sejam elas quais forem, bem como ser crítico perante o domínio científico.

Os cientistas aprenderam na escola outras formas de conhecimento, bem como cidadãos de outras áreas aprenderam ciências, no entanto:

(...) os humanistas não conhecem conceitos básicos da ciência e os cientistas não tomam conhecimento das dimensões psicológicas, sociais e éticas dos problemas científicos. (KRASILCHIK. In SNOW, 1995, p. 10)

A escola que desejamos deve ter como função construir uma ponte entre ciências e artes, entre cientistas e humanistas, desenvolver diálogos a respeito do alcance do trabalho científico e de sua influência perante a sociedade.

Menezes (1998, p. 62), cita obras onde os conceitos físicos inspiraram a criação do pensador noturno de Bachelard e acreditamos que estas citações possam ser ricamente exploradas em aula de física com o objetivo de formar cidadãos que explorem e valorizem as diversas expressões do saber.

A física e sua cosmologia têm sido contadas em prosa e verso por muitos autores do presente e do passado. Sem precisar fazer um grande esforço de memória, só de Brecht me recordo de pelo menos três trabalhos que têm diretamente a ver com a física (...) Na ficção científica e social, assim como na poesia, são tantas as obras que envolvem a física, alguns com grande consistência, que seria cansativo enumerar.

Acreditamos que o ensino de física deve motivar essa troca entre imaginação e razão para benefício de todos os alunos, sejam aqueles que sentem prazer com a linguagem matemática sejam aqueles que sentem prazer com a linguagem poética. E, como Felicio (1994, p. 133) escreve:

Se, a princípio, Bachelard começa por exorcizar o espírito científico do demônio da poesia, num dado momento ele termina por flertar com esse demônio tão sedutor e tão imprescindível.

E para isso pensamos que o teatro possa ser o grande protagonista ao desenvolver condições de diálogo e permitir que o aluno possa se expressar através das diferentes formas do saber.

5. DO TEXTO DE FÍSICA AO JOGO TEATRAL

Pretendemos neste capítulo exemplificar os diversos tipos de textos a serem utilizados em sala de aula, bem como as possibilidades oferecidas pelos jogos teatrais para leitura, aquisição e compreensão do conteúdo dos textos e como estas atividades podem fomentar discussões ricas e válidas para a aprendizagem.

Para isso, utilizaremos fragmentos de textos originais escritos por físicos, de peças teatrais que enfocam de alguma forma a prática científica e/ou suas consequências, e de outros tipos de textos que tenham alguma ligação com o desenvolvimento da ciência.

5.1 Texto sobre Infância, Memórias da Escola e Prática Científica

Pretendemos que o cientista seja conhecido além das equações e teorias por ele desenvolvidas, por isso, enfatizamos a necessidade de textos que descrevam fatos vividos pelo cientista durante sua infância ou em qualquer outra etapa de sua vida.

Levaremos para sala de aula textos que permitam ao aluno conhecer melhor a vida de um cientista indo além dos fragmentos biográficos às vezes apresentados pelos livros didáticos do ensino médio. Como também textos que relatem os desafios vividos pelo cientista durante a prática científica, bem como suas motivações na busca do novo.

5.1.1 Einstein (A)

O texto escolhido é um fragmento da peça “*Einstein*” do canadense Gabriel Emanuel. Essa peça aborda, na forma de um monólogo, um suposto desabafo do grande cientista acerca de seu trabalho, sua origem judaica, sua visão religiosa, seus dramas com a bomba atômica e até algumas idéias sobre sua teoria da relatividade.

Nosso objetivo com esse texto é humanizar a pessoa do cientista, desfazendo a imagem que o apresente como um ser inatingível. Procuramos com esta atividade verificar como o cientista é visto pelos alunos, como eles reagem ao se mencionar o nome de Einstein.

Pensamos ser possível, através de textos como este, transformar algumas concepções equivocadas existentes nos alunos a respeito do cientista.

É mais que necessário que os alunos conheçam textos que vislumbrem as diversas etapas da vida do cientista, contando como foi sua infância, como foi despertado o interesse pela ciência e que isto pode ocorrer com qualquer cidadão, desde que lhe seja oferecidas condições apropriadas para que, como afirmava Paulo Freire (1995), seja despertada sua curiosidades epistemológica.

O fragmento da peça narra uma etapa da vida de Einstein em que ele estava doente e descreve também um pouco dos problemas enfrentados por Einstein na escola, o que pode favorecer uma discussão de outra natureza na sala de aula, problematizando a questão da aprendizagem. Essa abordagem pode motivar duas questões: Já pensou se os pais de Einstein tivessem ouvido o diretor do colégio? Ou por que não se valoriza outras formas de talentos?

Einstein: A coisa mais bonita que o homem pode experimentar é o mistério, o desconhecido. É esta a emoção fundamental que está na raiz de toda a ciência e de toda a arte. Foi a experiência do mistério, o medo do desconhecido que fez surgir as religiões. A certeza de que existe algo que não podemos alcançar, ou entender. Esta certeza e esta emoção são o alicerce da verdadeira religiosidade. E da ciência. E da arte.

(...)

Quando eu tinha uns 5 ou 6 anos, eu fiquei doente, de cama. Meu pai me deu uma bússola de presente. Foi um presente mágico, encantado. O melhor presente do mundo. Eu me lembro que eu ficava olhando para a agulha, horas a fio, imaginando por que ela sempre apontava para a mesma direção. Eu acho que meu pai nunca soube o quanto eu gostei do presente. A bússola nunca saiu das minhas mãos.

Quando eu tinha 9 ou 10 anos, eu não falava com as crianças da minha idade. Na verdade, eu não me comunicava com ninguém. Meus pais receavam que eu fosse mentalmente retardado (...) Como foi que aconteceu que, mais tarde, eu fui a pessoa a desenvolver a teoria da relatividade? A razão, eu acho, é que um adulto normal não pára pra pensar sobre problemas do tempo, do espaço. Essas são coisas nas quais ele pensou quando criança. Como o meu desenvolvimento intelectual foi retardado, eu comecei a pensar nisso quando já era adulto. Eu era um adulto com mente de criança.

Mamãe me levou a vários especialistas e meu pai foi à escola perguntar ao Diretor qual a profissão que eu deveria seguir.

“Isto realmente não tem nenhuma importância, Herr Einstein. Seu filho nunca será bem sucedido em nada. (EMANUEL, pág. 3, mimeo)

✓ **Jogando com o texto Einstein (A)**

- **Objetivo:** Verificar o que os jogadores demonstrarão através de seus comportamentos sobre a visão que eles têm do cientista.

Pretendemos com isso identificar em seus comportamentos algum estereótipo que tenham construído de forma independente ou mesmo como é enfocado pela mídia. Em se tratando da mídia e do nome de Einstein, a primeira imagem que temos em mente é aquela tão difundida dele mostrando a língua, o que reforça a idéia do “cientista louco”.

- **Foco:** Envolvimento com a atividade a fim de revelar **Quem** o jogador é (Spolin, 2001b, P. 118).

Segundo Spolin (2001b, P. 118), o problema mais difícil do *Quem sou eu* é proporcionar ao jogador elementos que permita que o Quem emerja para o que está acontecendo.

O **Quem** que pretendemos estabelecer é a figura do físico Einstein, assim o jogador deverá, a partir do que ele conhece a respeito de Einstein construir seu personagem.

Apesar de Spolin (2001b, p. 118-119) escrever que o ideal não é utilizar um quem conhecido, pensamos que essa atividade possa permitir ao aluno demonstrar o que pensa sobre o Einstein como cientista.

- **Atividade para o contato com o texto:** Dizer o texto para diferentes quantidades de pessoas, em diferentes tipos de espaço: íntimo/público, fechado/aberto, concentrado/disperso.

- **Instruções:** O **Quem** sugerido é a figura de Einstein.

Exemplos de instruções: “*Suas atitudes devem demonstrar quem você é!*”, “*Se você não conhece o Einstein, aja como um cientista que você conhece!*”, “*Se você não conhece nenhum, aja como você imagina que seja um cientista!*”, “*Espere, não tenha pressa!*”, “*Deixe que Quem você é se revele por si mesmo!*”, “*Não procure adivinhar Quem você é!*”, “*Deixe que apareça!*”

- **Improvisação:** A improvisação deve valorizar o foco da atividade, de forma que o Quem - Einstein, seja o centro das atenções.
- **Avaliação:** Deve verificar se os jogadores mantiveram o foco; se o Quem estipulado foi demonstrado pelos jogadores; se a platéia compreendeu que era o físico Einstein ou um outro cientista que estava naquele momento falando; se o jogador transmitiu esse comportamento. Verificar também com a platéia como identificou isso.
Exemplos de avaliação: *“Eles comunicaram o Quem?”, “A idade?”, “Foi possível identificar que era um cientista?”, “Vocês conseguiram concluir através das atitudes deles que estavam representando Einstein?”* Perguntas para a platéia: *“Você conseguiram identificar com facilidade quem era Einstein?”, “Quais foram as atitudes dos jogadores que permitiram verificar isso?”*

5.1.2. Einstein (B)

Com a intenção de despertar a reflexão sobre o dia-a-dia de um cientista, vamos trabalhar com episódios que mostram que ele também foi aluno em uma escola, que teve dificuldades, que discordou de muitas coisas.

Além disso, pretendemos que essa ação permita que nasça uma autêntica discussão sobre o cotidiano de uma escola. Essa atividade poderá levar à compreensão sobre a necessidade do diálogo crítico no dia-a-dia escolar de qualquer ser humano, principalmente como facilitador da aprendizagem. Como afirmava Paulo Freire (1995, p. 81):

A experiência dialógica é fundamental para a construção da curiosidade epistemológica. São constitutivos desta: a postura crítica que o diálogo implica: a sua preocupação em apreender a razão de ser do objeto que medeia os sujeitos dialógicos.

(ESCREVE NA LOUSA ENQUANTO FALA)

Kadavergehorsamkeit! Vocês sabem o que isto significa?

Obediência cega. Na escola, na Alemanha, os professores pareciam sargentos. Uma vez, na 7ª série, um desses sargentos veio até a minha carteira e ficou ali, parado

apontando para a porta.

FAZ O GESTO, COMO PROFESSOR – Fora!

COMO ALUNO – Eu? Mas eu não fiz nada!

COMO PROFESSOR – Fora!

COMO ALUNO – Eu não entendo! Eu não fiz nada! Eu gostaria muito de saber porque o senhor está me expulsando!

COMO PROFESSOR – Sabe do que eu não gosto de você? Você faz muitas perguntas. E mesmo quando você não faz perguntas, você tem um olhar de quem quer fazer perguntas. A sua presença perturba. A sua presença tira o respeito que a classe tem que ter por mim, Por isso, fora!

Nunca é errado perguntar. Porquê não? A melhor maneira de aprender é questionando. Meus professores nunca aprovaram as minhas perguntas sobre Newton. Afinal de contas, as idéias maravilhosas de Newton são o princípio de toda a nossa estrutura conceptual. Nem a relatividade, nem qualquer outra teoria podem tomar o lugar das grandes idéias de Newton. (EMANUEL, pág. 5, mimeo)

✓ **Jogando com o texto Einstein (B)**

- **Objetivo:** Refletir sobre a importância do diálogo.
- **Foco:** O local deve ser estabelecido pelos jogadores.
- **Atividade para o contato com o texto:** Sentados em círculo, voltados para o interior; cada um experimenta um fragmento com variações de entonação, ritmo, timbre, intensidade, altura, velocidade, duração, fraseado, sucessivamente, alternando-se os jogadores.
- **Instrução:** Ressaltar que para manter o foco os jogadores deverão manifestar sensações que desvendem onde estão.
- **Avaliação:** Verificar se os jogadores mantiveram o foco. Se suas atitudes demonstraram onde estavam.

Exemplo de avaliação: Para a platéia: “*Onde eles estavam?*”. Para os jogadores: “*A platéia acertou?*”. Verificar se foi possível para a platéia identificar, através das ações dos

jogadores, onde eles estavam. Caso, as ações dos jogadores não evidenciaram o local, o que a plateia sugere para que os jogadores atinjam o foco.

- **Improvisação:** Os jogadores devem escolher onde ocorrerá a encenação e poderão, ao improvisar, misturar suas críticas ou elogios sobre a escola com as opiniões de Einstein.

5.1.3. Sutil é o Senhor

Texto retirado de uma biografia de Einstein, para ilustrar que ele também tinha planos para o futuro como qualquer outro jovem. É uma forma de tornar viva a história de Einstein na sala de aula.

Um homem feliz está contente demais com o presente para pensar muito sobre o futuro. Por outro lado, os jovens gostam de se ocupar de planos banais. Além do mais, é natural que um jovem sério tenha uma idéia tão exata quanto possível sobre os objetivos a alcançar.

Se tiver a sorte de passar nos exames, irei para o ETH (Instituto Federal de Tecnologia), em Zurique. Ficarei lá quatro anos para estudar matemática e física. Penso tornar-me professor naqueles ramos das ciências naturais, escolhendo a parte teórica.

Eis as razões que me levaram a este projeto. Acima de tudo, está a [minha] predisposição para o pensamento matemático abstrato, [a minha] falta de imaginação e de habilidade prática. Os meus desejos também me inspiram a mesma resolução. Isso é muito natural: uma pessoa gosta de fazer coisas para as quais tem habilidade. Há também uma certa independência, de que gosto muito, na profissão científica. (PAIS, 1995, p. 47)

✓ **Jogando com o texto Sutil é o senhor...**

- **Objetivo:** Mostrar que o cientista fez planos para o futuro como qualquer outro ser humano. Pretendemos com isso revelar algumas das motivações que o levaram a seguir a carreira científica.
- **Foco:** Centrar suas atenções para o Quem, que poderá representar um profissional que eles almejam ser no futuro ou o próprio Einstein.

- **Atividade para o contato com o texto:** Todos andando; cada um experimenta um fragmento com variações de entonação, ritmo, timbre, intensidade, altura, velocidade, duração, fraseado, sucessivamente, alternando-se os jogadores.
- **Instrução:** Durante os movimentos os jogadores devem demonstrar quem são e assim interagir uns com os outros.

Exemplos de instrução: *“Quem é você?”*, *“Suas atitudes têm de demonstrar quem são vocês!”*

- **Avaliação:** Platéia: *“Foi possível identificar quem os jogadores estavam representando?”*
- **Improvisação:** A improvisação deve manter o foco e conter misturas de comentários que transmitam a idéia dos planos que os alunos-jogadores têm para o futuro com os comentários de Einstein.

5.1.4 Einstein (C)

O objetivo de utilizar esse texto é levar ao aluno algum conhecimento sobre a fabricação da ciência, de como se desenvolve a atividade científica, procurando despertar nele a discussão da “curiosidade epistemológica”, favorecer e valorizar as famosas viagens da imaginação tão necessárias na aprendizagem.

Este é um texto que quebra com a visão tradicional do método científico, tão valorizado nos livros didáticos, como sendo a única forma de fazer ciência. Nesse texto discute-se que o descobrimento científico não é apenas lógico e intelectual e tem uma profunda conexão com a imaginação.

Tem uma coisa que eu me lembro quando era criança. Muitas vezes eu costumava imaginar como seria correr atrás de um raio de luz e viajar na sua velocidade. Desde criança eu imaginava muito. Até hoje eu continuo imaginando. A imaginação é mais importante que o conhecimento.

Acontece que a maioria de nós prefere olhar para fora e não para dentro de si mesmo. E a intuição... Penso 99 vezes e nada descubro; paro de pensar, mergulhando no mais profundo silêncio e eis que a verdade se revela inteira.

Deve ser assim que um artista cria sua obra.

Como trabalha um poeta? Como lhe vem a idéia de um poema? Como é desenvolvida essa idéia?

O raciocínio avança até o ponto onde consegue chegar. Mas, depois, passa para uma dimensão superior, sem saber como chegou lá.

O mecanismo do descobrimento não é lógico e intelectual; é uma iluminação súbita, quase um êxtase. Em seguida, é certo, inteligência analisa e a experimentação confirma a intuição. Além disso, há uma profunda conexão com a imaginação.

Imaginar a luz e viajar na sua velocidade.

Sobre a luz eu posso falar com conhecimento. Galileu uma vez disse: O que se pode medir, se pode conhecer.

De acordo com a relatividade, a luz viaja numa velocidade constante, de 300.000 km/s, independente do movimento do observador. A luz tem peso e se move em linha curva.

Quando eu disse isto pela primeira vez, eles pensaram que eu tinha ficado louco.

Em todo caso, tudo isso é a mais pura teoria. Eu não conheço ninguém que tenha saído daqui e viajado à velocidade da luz. Algum de vocês conhece?

(...)

As pessoas me perguntam quais são os meus métodos de pensar, de solucionar os problemas. Eu não sei quais são eles. Eu acho que eu sei fazer perguntas, formular problemas. Eu acho que a formulação de um problema é, com freqüência, muito mais importante do que sua solução, a qual pode depender apenas de habilidade matemática ou de destreza experimental. Ao encarar um problema na física, eu não me apego aos seus princípios clássicos. Eu levo em consideração todas conjunturas possíveis. Levantar novas questões, novas possibilidades, tratar velhos problemas sob um novo ângulo, isto sim, exige imaginação criativa.

Eu só sei que detesto memorizar.

Uma repórter uma vez me perguntou se eu poderia citar a velocidade do som.

Eu disse a ela – “sinto muito, mas eu não posso ajudá-la. Eu não consegui guardar esse tipo de detalhe. Mas seria muito mais simples se formos juntos dar uma olhada no meu caderno de anotações”.

Como aluno, isso também foi minha principal fraqueza. Eu não conseguia memorizar. E é isso que eles esperam de você na escola. Eles privilegiam a memória, não o raciocínio. (EMANUEL, p. 4-5, mimeo)

✓ **Jogando com o texto Einstein (C)**

- **Objetivo:** Demonstrar que é possível pensar ciência em qualquer lugar. Para isso, proporemos aos alunos que estabeleçam o Onde. Nosso objetivo é verificar o onde que eles escolherão para desenvolver a improvisação.
- **Foco:** Os alunos devem estabelecer o **Onde** ocorrerá a improvisação.
- **Atividade para o contato com o texto:** Sentados ou deitados, escrevendo, trabalhando em um computador, ou outra localização qualquer, cada participante deverá escolher a ação que desejar, desde que ela dê indícios do local onde estão. Cada um experimenta um fragmento com variações de entonação, ritmo, timbre, intensidade, altura, velocidade, duração, fraseado, sucessivamente, alternando-se os jogadores.
- **Instrução:** Os objetos dos locais onde estiverem não podem existir só na mente, tem que existir também no espaço.

Exemplos de instrução: *“A cama está aí!”*, *“Deitem nela!”*, *“Olhem-se no espelho que está na parede!”*, *“Sentem na cadeira”*, *“Digitem no teclado do computador”*.

- **Avaliação:** Verificar se o foco foi mantido.

Exemplos de avaliação: *“Platéia, o jogador deitou na cama como se ela estivesse lá?”*, *“Digitou no teclado do computador?”*, *“Sentou na cadeira?”*. Perguntar para a platéia: *“O que acharam do lugar escolhido pelos jogadores?”*, *“Para vocês, é possível pensar ciência no local escolhido pelos jogadores?”*

✓ **2- Jogando com o texto Einstein (C)**

- **Objetivo:** Esta atividade pode ser proposta a um segundo grupo, com a intenção de buscar o pensamento, a reflexão e o desenvolvimento da imaginação.
- **Foco:** Todos devem estar pensando.

- **Atividade para o contato com o texto:** Andando, cochichar o texto no ouvido dos parceiros que estão sentados e de olhos fechados.
- **Instrução:** Todos devem manter o silêncio. O foco deve ser valorizado. O jogador deve agir como se estivesse pensando em um problema de difícil solução.
Exemplos de Instrução: “*Cochiche o texto!*”, “*Quem estiver sentado aja como se estivesse pensando!*”, “*Ouça o texto e pense nele!*”
- **Avaliação:** Verificar: se o foco foi mantido; se houve silêncio; se suas atitudes demonstravam que estavam pensando.
Exemplos de avaliação: “*O silêncio foi mantido?*”, “*Os jogadores realmente ouviram o texto e pensaram sobre ele?*”, “*Demonstraram que estavam refletindo sobre algo?*”
- **Improvisação:** Cada grupo deverá desenvolver alguma improvisação de acordo com o foco, isto é, cada grupo deverá se concentrar em um foco.

5.2. Textos sobre Períodos de Crise

Períodos de crise, segundo a proposta epistemológica de Thomas Kuhn (1994), são aqueles onde o paradigma vigente não dá conta de explicar alguns problemas com os quais o cientista se depara. Este período é marcado pela dificuldade de aceitação de um novo candidato a paradigma e as “perseguições” sofridas pelo físico que o propõe.

Levou um certo tempo para a comunidade científica aceitar a teoria da relatividade. Einstein a desenvolveu em 1905. Em 1921, ele recebeu o Prêmio Nobel de física por ter descoberto o efeito fotoelétrico e a teoria da relatividade não foi sequer mencionada na premiação.

5.2.1. Einstein (D)

Esta atividade tem por objetivo permitir que os alunos reflitam sobre o comportamento da comunidade científica ao se deparar com uma nova teoria.

É uma forma de procurar mudar a mentalidade que todos têm da ciência, em que o cientista estaria sempre empenhado em construir novas teorias e em que uma teoria é substituída por outra facilmente. Em geral transmite-se a idéia de que uma nova teoria é aceita pela comunidade científica sem nenhuma resistência. Thomas Kuhn (1994) escreveu que historicamente os cientistas não tiveram este comportamento e pelo contrário, a exemplo de Galileu, poucas vezes eles se arriscam propor uma nova teoria.

É claro que a aceitação da teoria da relatividade de Einstein não teve os mesmo reflexos na sociedade como aquilo que ocorreu com Galileu, mas vale ressaltar que sua teoria não foi tão facilmente aceita.

Havia um ‘Grupo de Estudos’, formado por um tal professor Lenard, que era dedicado a expurgar o que eles chamavam de ‘físicos judeus’. De acordo com Lenard, a Teoria da Relatividade era uma fraude judaica. Isto pra mim não era novidade, vindo de Lenard. Anos antes, quando eu ganhei o Prêmio Nobel, ele registrou um protesto. Na época, ninguém deu muita importância. Até riram dele, mas ele começou a ganhar respeito. Ele denominou seu grupo de ‘Filósofos Naturais Germânicos’, mas eu preferia chamá-los de ‘Sociedade anti-Relatividade’. Chegaram a publicar um livro: ‘Cem professores contra a Relatividade’.

Cem professores! Sabem, se eu estivesse errado, bastava um professor!

Certa vez, a tal “Sociedade Anti-Relatividade” alugou o Teatro Filarmônico de Berlim. Eu decidi ir lá. O Planck pensou que eu estava louco.

Lá estava Lenard, bem no meio do palco, com seu jaleco branco.

SOBE NA CADEIRA, GRITANDO COMO LENARD

‘Einstein, rei dos judeus enganadores!’

Eu queria vê-lo de perto. Olhar na cara dele, bem dentro dos seus olhos. Então alguém me viu e logo todos estavam apontando para mim e sussurrando para o Lenard: “Einstein... Einstein...”.

E Lenard: “A teoria da Relatividade é uma farsa judaica!”.

Eu fui me aproximando e batendo palmas. E as pessoas sussurrando: “Einstein... Einstein...”.

Eu estava chegando no palco e Lenard continuava a gritar: “Expulsemos da Alemanha todos os cientistas judeus... fora da Alemanha... Fora da Alemanha... fora...”.

Foi aí que Lenard teve que parar para ver o que estava acontecendo.

Um pesado silêncio caiu sobre o teatro... E tudo que se ouvia... (PALMAS LENTAS).”
(EMANUEL, p. 8, mimeo)

✓ **Jogando com o texto Einstein (D)**

- **Objetivo:** Desenvolver o diálogo e valorizá-lo.
- **Foco:** A atenção deve estar voltada para o que estão fazendo. Dialogando uns com os outros.
- **Atividade para o contato com o texto:** Dizer o texto para diferentes quantidades de pessoas, em diferentes tipos de espaço: íntimo/público, fechado/aberto, concentrado/disperso.
- **Instrução:** Ressaltar a comunicação entre cientistas. Suas ações devem demonstrar que estão defendendo suas idéias.

Exemplos de instrução: “*Comunique o texto!*”, “*Defenda suas idéias!*”, “*Suas ações devem demonstrar se você aceita ou não as idéias do outro!*”.

- **Avaliação:** Verificar se os jogadores se comunicaram claramente uns com os outros.

Exemplo de avaliação: “Os jogadores se comunicaram claramente!”.

- **Improvisação:** Manter o foco! Conservar a idéia do texto: O discurso de Lenard, o comportamento de Einstein.

5.2.2. O Castelo das Estrelas

Ao levar este texto para ser jogado, pretendemos buscar na história da ciência o desenvolvimento de um conteúdo da física.

Como nossa crítica é que os conteúdos chegam prontos e acabados na sala de aula e que na maioria das vezes não passam de reproduções de exercícios parecidos, pretendemos,

com este texto, resgatar a história e possibilitar aos alunos experimentá-la e com isso dar vida a físicos que passam despercebidos como autores de idéias que nos acompanham até hoje.

Duvidei durante muito tempo – respondeu Kepler – mas esta dificuldade em descrever o movimento aparente dos planetas faz-me crer que Copérnico talvez estivesse certo (...)

(...)faz-me crer! – interrompeu-o Tycho, irritado – eu, eu vos digo que vós vos deixais conduzir ao léu da corrente. Estas suposições não se sustentam, meu caro Kepler! Elas não resistem nem à reflexão nem à experiência! A terra não é um pão. Se fosse assim, o mar, os oceanos e o ar se movimentariam incessantemente. Só haveria tempestades, furacões, maremotos causados pela rotação da Terra. Ora, eu que vivi durante muitos anos numa ilha, posso vos assegurar que não reparei que seja assim.

(...) Mas afirmo que o Sol gira ao redor da Terra e não o contrário. Eu vos poupei do relatório sobre as experiências realizadas em Uranienburgo: a dos tijolos que caem sempre no mesmo lugar e a do canhão apontando para o norte, para o sul, para leste ou para oeste, cuja bola cai sempre a uma distância igual. A Terra não gira, Kepler! ¹⁴

✓ **Jogando com o texto O castelo das estrelas**

- **Objetivo:** A atividade deve permitir que os alunos reflitam sobre o embate entre heliocentrismo e geocentrismo.
- **Foco:** Espelhar/ refletir as palavras do iniciador em voz alta. (SPOLIN, 2001a, B20)
- **Instrução:** Os jogadores permanecem um de frente para o outro, um jogador lê um trecho do texto e o outro repete. Depois um fala e o outro como um espelho reflete.

Exemplos de instrução: “*Repita a frase que o outro jogador disse!*”, “*Repita!*”, “*Agora aja como um espelho falando junto à frase!*”, “*Mude de posição!*”, “*Quem repetia, fale agora!*”

- **Avaliação:** Verificar se houve somente repetição ou se houve também a reflexão.

Exemplos de avaliação: “*Qual é a diferença entre repetir uma frase e refleti-la?*”

¹⁴ P. CHATEL. O castelo das estrelas. Págs. 300-301. Citado por ZANETIC, 1996. pág. 63-64.

- **Improvisar:** Deve valorizar o foco, porém, para a reflexão das frases, podem ser frases contraditórias entre si, isto é, a frase refletida pode contradizer a frase falada. “*A terra gira! - A terra está parada!*”

5.3. Textos sobre Ética na Ciência

A prática científica, como é disseminada no ensino, parece ser separada da sociedade, porém o aluno convive diariamente com suas aplicações, sejam elas benéficas ou maléficas em sua vida.

Falta neste tipo de ensino oferecer condições para que o cidadão leigo em ciência, aquele que não seguiu os rumos da ciências, tenha condições de opinar e definir rumos para a aplicação do conhecimento científico, que atenda aos interesses da maioria da população. A responsabilidade social do cientista precisa ser problematizada.

5.3.1. EINSTEIN (E)

Através deste texto temos como objetivo favorecer a discussão sobre questões éticas que envolvem o conhecimento científico.

Despertar o aluno-jogador como cidadão envolvido em um universo carente de pessoas capazes de identificar e criticar situações negativas para o desenvolvimento do bem comum social. E que não apenas identifique e critique, mas que atue para transformar este quadro.

Elza! Eu compreendo de equações, não de política. Uma equação é para a eternidade. Política só serve para o momento. “Um cientista pertence ao mundo em tempo de paz, mas ao seu país e ao seu povo em tempo de guerra”. Haber costumava dizer isso. E Planck me disse uma vez: “Antes de tudo, eu sou um cientista!”.

Quando os nazistas tomaram o poder, como protesto eu ofereci minha renúncia na Universidade. Para minha surpresa, Planck aceitou.

(COMO PLANCK): “A ciência em primeiro lugar. Você, mais que os outros, deve entender a importância da pesquisa científica. Em nome da ciência, eu devo aceitar a sua renúncia”.

(CONSIGO MESMO)

O que é a ciência? Ciência é inteligência. É preciso inteligência para se criar um instrumento. Uma faca é muito útil na vida dos seres humanos, mas ela também pode matar. É preciso ter também sabedoria. Sabedoria é inteligência com bom senso. Nobel não teve sabedoria. Haber também não. Nem Weizman. O esforço para unir sabedoria e ação se consegue poucas vezes na vida e dura muito pouco.

PAUSA

Anos atrás, na Europa, um jovem cientista se aproximou de mim. Ele tinha alguns cálculos no papel para me mostrar. Estava muito eufórico sobre o potencial de armas e bombas, baseado nas minhas equações.

Eu fiquei escutando por alguns minutos, não acreditando no que estava ouvindo, e então eu disse para ele:

Chega! Isso é loucura. O que você está falando é loucura!

VAI ATÉ A LOUSA

Tudo o que fiz foi isso!

(QUEBRA O GIZ E GRIFA AS EQUAÇÕES)

Isso! Minhas equações são sobre energia, não sobre bombas.

(APAGA AS EQUAÇÕES COM A MÃO)

Sobre a luz, não sobre bombas. Você chama a si mesmo de cientista? Cientistas não devem se importar com coisas estúpidas. Você está perdendo seu tempo. Não, essas não são minhas idéias!

Os fatos que importam, é que eu nunca trabalhei no campo da ciência aplicada.

PAUSA

Nós tivemos uma reunião – aqui nesta sala – com todos os cientistas que escaparam da Alemanha. Eu ouvi sobre os seus medos: “E se os nazistas criarem a bomba? Eles não a usarão? Se a resposta for sim, isso significaria destruição e escravização para o resto do mundo”.

“Envie uma carta, Dr. Einstein. Diga ao presidente que tudo que precisamos é apoio financeiro. Nós podemos construir a bomba atômica!”.

PAUSA

Durante toda a minha vida eu tenho sido um pacifista. Mas será que eu posso ser um pacifista a qualquer preço? Se eu não lutar, serei poupado? Mas, se eu lutar, serei alguma coisa melhor?

Eu não posso ser comandado pelo medo. Eu tenho que usar a minha inteligência para raciocinar com bom senso. Mas a sabedoria muitas vezes está do outro lado da inteligência. Eu não posso ter só bom senso com um inimigo que quer destruir a mim e ao meu povo. Se eu não puder raciocinar, eu deixarei de ser um ser humano.

Eu assinei a carta.

PAUSA (SENTA-SE DE COSTAS PARA A PLATEIA)

E então eu ouvi o presidente Truman: “Nós agora estamos preparados para destruir qualquer coisa localizada na superfície de qualquer cidade japonesa. Nós destruiremos seus portos, suas fábricas e seus meios de comunicação. Não há nenhum engano. Nós destruiremos completamente o poder militar do Japão”.

VOLTA-SE PARA PLATEIA

Eu estava errado. Como Nobel, Weizman e Haber.

Einstein também não teve sabedoria!. (EMANUEL, p. 9 e 10, mimeo)

✓ **Jogando com o texto Einstein (E)**

- **Objetivo:** Desenvolver um diálogo que problematize a ética na ciência.
- **Foco:** Perseguir o argumento, usando um assunto específico como trampolim. (SPOLIN, 2001 a , C10)
- **Atividade para o contato com o texto:** Todos andando e lendo silenciosamente; a um sinal, alguém olha a pessoa mais próxima e lhe diz a frase em que parou. O outro responde dizendo uma frase do texto que dê continuidade ao assunto.
- **Instrução:** Na conversa devem ser utilizadas frases do texto. Cada jogador deve utilizar argumentos que nasçam do texto.

Exemplos de instrução: “*Falem diretamente um com o outro!*”, “*Não use ‘eu!’*”, “*Não use ‘você!’*”, “*Compartilhem sua voz!*”, “*Use frases do texto!*”, “*Responda com frases do texto*”.

- **Avaliação:** Verificar se mantiveram o diálogo, se um centrou sua atenção no outro.

Exemplos de avaliação: Os jogadores permitiram que o assunto fosse um trampolim para novas idéias? Um deu continuidade à idéia do outro?

- **Improvisação:** Deve manter o foco, ficar centrada no diálogo. Pode ser, por exemplo, o diálogo entre Einstein e algum descendente de pessoas que sofreram com a guerra.

5.3.2. OS Físicos

O texto “*Os Físicos*” de Dürrenmatt (1966) é um daqueles que não poderia deixar de ser conhecido pelos alunos do ensino médio, seu contexto é polêmico: Físicos que se trancam em um hospício, fingindo-se de loucos, para que suas descobertas científicas e suas teorias não sejam usadas contra a humanidade. Questões como liberdade de pesquisa e riscos das aplicações do conteúdo científico devem fomentar a discussão na sala de aula, tornando possível na formação dos jovens a necessária conscientização de como pode ser aplicado o conhecimento científico em benefício da maioria da população. Isso está de acordo com o que pretendia Bertold Brecht (1991, p.165) quando afirmou na voz do personagem Galileu que: “*(...) a única finalidade da ciência está em aliviar a cansaça da existência humana.*”

NEWTON: (...) Trata-se da liberdade de nossa ciência e nada mais. Pouco importa quem garante essa liberdade. Sirvo a qualquer sistema, desde que o sistema nos deixe em paz. Sei que hoje se fala na responsabilidade dos físicos. De repente temos medo e nos tornamos moralizantes. É uma bobagem. Temos que produzir um trabalho pioneiro e nada mais. Se a humanidade não sabe aproveitar o caminho que estamos construindo é problema dela, não nosso.

EINSTEIN: Concordo, temos que fazer trabalho pioneiro. É também o meu pensamento. Mas nem por isso podemos eximir-nos da responsabilidade. Fornecemos enormes recursos de força aos homens. Isso nos dá o direito de impor condições. Temos que nos tornar políticos no poder, já que somos físicos.

Temos que decidir a bem de quem empregaremos nossa ciência e eu já me decidi. Você, pelo contrário, é um lastimável esteta, Kilton. Por que então não vem trabalhar conosco, já que só lhe importa a liberdade da ciência. Nós também há muito já não podemos nos dar ao luxo de orientar os físicos. Nós também temos necessidade de resultados. Também o nosso sistema político tem de alimentar-se das mãos da ciência.

(...)

EINSTEIN: Sinto muito que a presente situação tenha um final sangrento. Mas nós temos de atirar. Um no outro e, além disso, nos enfermeiros. Em caso de necessidade teremos de atirar também em Möbius. Pode ser que seja o homem mais importante do mundo, no entanto, os seus manuscritos são ainda mais importantes.

MÖBIUS: Meus manuscritos? Eu os queimei.

EINSTEIN: Queimou?

NEWTON; O trabalho de quinze anos.

EINSTEIN: É de ficar louco.

NEWTON: Oficialmente já o somos.

MÖBIUS: Nós três somos físicos. A decisão que iremos tomar será tomada entre físicos. Temos que proceder cientificamente. Não podemos determinar por meio de opiniões e sim por meio de conclusões lógicas. Temos de tentar aquilo que é o mais ajuizado. Não podemos nos permitir a erros de pensamento, já que uma conclusão errada pode levar à catástrofe. O ponto de partida está claro. Nós, os três, temos a mesma meta em vista, se bem que nossa tática seja diferente. A meta é o progresso da física. Você deseja conservar a sua liberdade, Kilton, pondo em dúvida a sua responsabilidade. Por outro lado você, Eisler, empenha a física no nome da responsabilidade de uma política do poder de certo país. Mas como aparece a realidade? É sobre isso que preciso de informações, caso deva tomar uma decisão.

NEWTON: Alguns dos mais célebres físicos o esperam. O pagamento e as instalações são ideais e mesmo que a região seja horrível, as instalações de ar refrigerado são excelentes.

MÖBIUS: E esses físicos são livres?

NEWTON: Meu caro Möbius, esses físicos se dispuseram a resolver determinados problemas científicos decisivos para a defesa do país. Daí é de se concluir (...)

MÖBIUS: Curioso. Cada um apresenta-me uma teoria diferente, mas a realidade que me é apresentada é sempre a mesma: uma prisão. Nesse caso, prefiro o meu hospício. Pelo menos me dá a certeza de não estar sendo usado por políticos.

EINSTEIN: Afinal, nós todos temos que assumir certos riscos.

MÖBIUS: Existem riscos nos quais nunca devemos incorrer: o acaso da humanidade é um deles. O que o mundo faz com as armas que já possui, nós o sabemos bem; o que faria com aqueles que eu poderia produzir, é coisa que podemos imaginar. Por isso submeti minha ação a esta convicção. Fui pobre, tive mulher e três filhos. Na universidade a glória me acenava e na indústria o dinheiro. Ambos os caminhos eram perigosos demais, pois que eu teria de publicar os meus trabalhos, cujas consequências seriam derrubadas de nossa ciência e a ruína da situação econômica. A responsabilidade obrigou-me a seguir outro caminho. Deixei de lado minha carreira acadêmica, industrial e deixei minha família ao seu destino. Escolhi a boina dos bobos da corte. Declarei que o rei Salomão aparecia diante de mim e logo fui preso no hospício.

NEWTON: O que não era solução!

MÖBIUS: O bom senso exigiu esse passo. Com a nossa ciência atingimos o limite do cognoscível. Conhecemos algumas leis completamente compreensíveis, algumas relações básicas entre fenômenos incompreensíveis e isto é tudo. O gigantesco resto permanece inacessível ao entendimento. Alcançamos o fim de nosso caminho. Mas a humanidade ainda não chegou tão longe. Nós lutamos para alcançar a frente e agora ninguém nos segue e nós atingimos o vazio. Nossa ciência tornou-se terrível, nossa pesquisas perigosas, nossos conhecimentos mortíferos. Para nós físicos só resta capitular ante a verdade. Ela não cresceu diante de nós, ela morre conosco. Temos que subtrair o nosso saber e eu o subtraí. Não há outra solução, também para vocês.

EINSTEIN: O que quer dizer com isso?

MÖBIUS: Que vocês têm que ficar comigo no hospício.

MÖBIUS: É a única chance que tenho de continuar indescoberto. Somente no hospício estaremos livres. Somente no hospício poderemos continuar pensando. Em liberdade os nossos pensamentos tornar-se-iam materiais explosivos.

MÖBIUS: (...) Ou ficamos no hospício ou o mundo se torna um hospício. Ou nos apagamos na memória dos homens ou a humanidade se apaga.

NEWTON: Loucos, porém sábios.

EINSTEIN: Presos, porém livres.

MÖBIUS: Físicos, porém inocentes.” (DÜRRENMATT. 1966, P. 72-80.)

✓ **Jogando com o texto Os Físicos**

- **Objetivo:** O texto, através do jogo, deve favorecer a discussão sobre questões éticas que envolvem o conhecimento científico.
- **Atividade para apropriar-se do texto:** Em duplas, um é guia, o outro é cego. O guia dirige a caminhada do cego através da emissão sonora; enquanto diz o texto, o cego pode prosseguir; quando o texto não é emitido, o cego deve parar.
- **Foco:** O foco deve estar na ação: Um auxiliando o outro.
- **Instrução:** Suas atitudes, suas palavras, seus gestos devem demonstrar auxílio, ou seja, um deve ajudar o outro no que for necessário.

Exemplos: *“Se um jogador disser alguma frase, o outro deve responder com uma frase que demonstre motivação.”*, *“Para qualquer tipo de ação, a ação resposta do outro jogador deve ser de ajuda!”*.

- **Avaliação:** Verificar se o foco foi mantido.

Exemplos de avaliação: *“As atitudes dos jogadores demonstraram que um estava ajudando o outro?”*, *“Quais frases demonstraram que estavam prontos para auxiliar o colega?”*

- **Improvisação:** Escolham o local onde irá ocorrer a encenação. Mantenham o foco, porém tomarem os devidos cuidados para que a mensagem seja transmitida, para que o texto seja transmitido.

5.3.3. O Caso Oppenheimer

O texto de Kipphardt (1966) é rico em detalhes ao descrever os pensamentos de um físico ao ver o resultado trágico de sua pesquisa científica. Rosenfeld escreve no prefácio que:

“A peça de Heinar Kippahardt é certamente uma das experiências mais radicais neste campo (do teatro), visto basear-se, quase na íntegra, no documento oficial que transcreve o inquérito do físico Oppenheimer, realizado em Washington, de 12 de abril a 6 de maio de 1954, perante a Comissão de Segurança, e que foi publicado pelo Departamento de Estado.” (ROSENFELD In KIPPHARDT, 1966, págs. V – VI)

Perante todos os danos sofridos pela população e que marcaram a história, é essencial que este texto seja discutido em sala de aula. Despertando não só a crítica, mas atitudes concretas perante o desenvolvimento científico.

Refletindo sobre mim mesmo, um cientista, um físico em nosso tempo, comecei a me perguntar se não ocorreu realmente, qualquer coisa como uma traição mental (...) Quando penso que, para nós, se tornou fato corriqueiro que também as pesquisas fundamentais da física nuclear fiquem cercadas de um sigilo do mais alto grau, que os nossos laboratórios sejam pagos pelas administrações militares e vigiados, como objetos bélicos, quando penso no que se teriam transformado, num caso análogo, as idéias de Copérnico ou as descobertas de Newton, aí eu pergunto a mim mesmo se nós não praticamos, efetivamente, uma traição ao espírito da ciência, ao cedermos aos militares o nosso trabalho de pesquisa sem pensarmos nas consequências (...) (KIPPHARDT, 1966, p. 154)

✓ **Jogando com o texto O caso Oppenheimer**

- **Objetivo:** O texto, através do jogo, deve favorecer a discussão sobre questões éticas que envolvem o conhecimento científico.
- **Foco:** Relação entre jogadores em uma série de relacionamentos que se transformam. (SPOLIN, 2001a, C53)
- **Instrução:** A relação estabelecida é entre um físico e qualquer cidadão comum, por exemplo: barbeiro, manicura, vendedor, administrador, político, etc. Durante o jogo o Quem pode se transformar em novos relacionamentos.

Exemplos de instrução: “*Permaneça com esse movimento! Seu movimento deve demonstrar quem você é!*”, “*Agora mude!, faça o que o outro estava fazendo!*”,

“Coloque-se na posição do outro”, “Suas ações devem demonstrar que mudou de posição e suas palavras também!”.

- **Avaliação:** A avaliação sempre deve verificar se o foco foi mantido.

Exemplos de avaliação: *Jogadores, vocês inventaram ou deixaram acontecer? Mantiveram o foco? Platéia, a relação estabelecida entre os jogadores estava clara?, “O que sentiram quando mudaram de posição?”.*

- **Improvisação:** O foco deve ser mantido, porém o tipo de relacionamento pode ser definido pelo grupo.

5.4. Textos sobre Teoria Física.

Difícilmente é contemplado em sala de aula textos originais escritos por físicos, por isso pretendemos e acreditamos que para um melhor conhecimento do desenvolvimento de uma teoria física é necessário que o aluno tenha acesso ao que foi escrito originalmente pelos cientistas.

5.4.1. Astronomia Nova

Com este texto, pretendemos exemplificar como contextualizar uma discussão sobre um determinado assunto de física. Também, com isso, permitir aos alunos o acesso aos textos originais. E assim dar vida aos físicos, mostrando como eles escreviam, suas dúvidas e suas conclusões. E neste caso, como Kepler possibilitou a Newton chegar ao conceito da força gravitacional.

Logo é claro que a doutrina tradicional acerca da gravidade está errada (...) A gravidade é a tendência corpórea mútua entre corpos cognatos (isto é, materiais) para a unidade ou contato de cuja

espécie é também a força magnética, de modo que a Terra atrai uma pedra muito mais do que uma pedra atrai a terra (...).

Se a Terra e a Lua não estivessem mantidas nas respectivas órbitas por uma força espiritual ou qualquer outra força equivalente, a Terra subiria em direção à Lua um cinqüenta e quatro avos da distância, cabendo à Lua descer as restantes cinqüenta e três partes do intervalo, e assim se uniriam. Mas o cálculo pressupõe terem os dois corpos a mesma densidade.

Se a Terra cessasse de atrair as águas do mar, os mares se ergueriam e iriam ter à Lua (...).

Se a força de atração da Lua chega à Terra, segue-se que a força de atração da Terra, com maior razão, vai até à Lua e ainda mais longe(...)

Nada do que é feito de substância terrestre é inteiramente leve; mas a matéria menos densa quer por natureza quer pelo calor, é relativamente mais leve (...).¹⁵

✓ **Jogando com o texto Astronomia Nova**

- **Objetivo:** Problematizar o ensino da força gravitacional.
- **Atividade para apropriar-se do texto:** Emitir o texto como se fosse comestível: mordê-lo, mastigá-lo, etc.
- **Foco:** Mostrar o Onde e todos os objetos nesse Onde.

O Onde estabelecido pode ser um bar, um campo de futebol, ou algo que atraia os adolescentes. Os jogadores deverão interagir com os objetos pertencentes ao ambiente escolhido.

A escolha de qualquer ambiente como Onde se deve ao fato de desenvolver nos participantes as diversas possibilidades de locais para discutir teorias físicas.

- **Instrução:** Os jogadores deverão construir os objetos no espaço e interagir com eles. Se for um ambiente movimentado, devem entrar e sair pessoas demonstrando isso.

Exemplos de instrução: “*Interaja com o ambiente! Se estiver comendo, demonstra isso!*”, “*Suas ações devem demonstrar onde você está!*”.

¹⁵ KEPLER, J. Astronomia Nova. Citação extraída de KOESTLER, Os Sonâmbulos, pág. 231-232. Citada por ZANETIC, 1996. pág. 90.

- **Avaliação:** Verificar se o foco foi mantido.

Exemplos de avaliação: *“Platéia, onde os jogadores estavam? Todos os jogadores entraram em contato com os objetos?”*, *“As ações deles, demonstravam onde estavam?”*.

- **Improvisação:** O texto deve ser mantido e o foco também.

5.4.2. Principia

Até aqui explicamos os fenômenos dos céus e do nosso mar pelo poder da gravidade, mas ainda não designamos a causa desse poder. É certo que ele deve provir de uma causa que penetra nos centros exatos do Sol e planetas, sem sofrer a menor diminuição de sua força; que opera não de acordo com a quantidade das superfícies das partículas sobre as quais ela age (como as causas mecânicas costumam fazer), mas de acordo com a quantidade da matéria sólida que elas contêm, e propaga sua virtude em todos os lados a imensas distâncias, decrescendo sempre no quadro inverso das distâncias. A gravitação com relação ao Sol é composta a partir das gravitações com relação às várias partículas das quais o corpo do Sol é composto; e ao afastar-se do Sol diminui com exatidão na proporção do quadrado inverso das distâncias até a órbita de Saturno, como evidentemente aparece do repouso do apogeu dos planetas; mais ainda, e mesmo para os mais remotos apogeus dos cometas, se estes apogeus estão também em repouso. Mas até aqui não fui capaz de descobrir a causa dessas propriedades da gravidade a partir dos fenômenos... e para nós é suficiente que a gravidade realmente exista, aja de acordo com as leis que explicamos e que sirva abundantemente para considerar todos os movimentos dos corpos celestiais e do nosso mar. (....) (NEWTON, 1979, p. 19-22)

✓ Jogando com o texto Principia

- **Objetivo:** Tornar viva a presença do autor da teoria. Trazer para o meio escolar as discussões que antecederam a construção da mecânica gravitacional.
- **Foco:** Estabeleçam o lugar da cena.
- **Instrução:** Os jogadores deverão transmitir em seus atos onde estão e o que estão fazendo.

Exemplos de instrução: *“Interaja com o ambiente! Fale e aja de acordo com o lugar onde está! Expanda esse gesto!”*

- **Avaliação:** Verificar se o foco foi mantido.

Exemplos de avaliação: *“Platéia, onde os jogadores estavam? O que eles estavam fazendo?”*

- **Improvisação:** O texto deve ser mantido. O foco escolhido pelos jogadores também.

5.4.3. Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas (A)

Discussões sobre movimento da Terra ou são tratadas em sala de aula de maneira óbvia, isto é, como se não houvesse nenhum obstáculo (Bachelard, 1996) para compreender, ou de forma obscura, complicando ainda mais o seu entendimento.

Ao levar um fragmento dos diálogos escritos por Galileu para a sala de aula possibilitamos ao aluno vislumbrar os escritos originais de Galileu, bem como suas inquietações sobre a relatividade de movimento.

Assim, as idéias de Galileu ganham espaço na sala de aula, deixando de ser algo inatingível, algo que existe por si só.

Salviati: Imaginai agora estar num navio e ter fixado o olho na ponta do mastro: acreditais que, porque o navio se movesse também velocissimamente, ser-vos-ia necessário mover o olho, para manter a vista sempre na ponta do mastro e seguir o seu movimento?

Simplicio: Tenho certeza de que não seria preciso fazer nenhuma mudança, e que não somente a vista, mas, quando, eu tiver ajustado a mira de um arcabuz, qualquer que fosse o movimento do navio, jamais seria preciso movê-la num só fio de cabelo para mantê-lo ajustada.

Salviati: E isso que acontece porque o movimento que o navio confere ao mastro confere-o também a vós e a vosso olho, de modo que não vos convém movê-lo para olhar a ponta do mastro: e, conseqüentemente, ela aparece-vos imóvel.

(...) Transferi agora este argumento para a rotação da Terra e a pedra colocada no alto da torre, na qual não podeis discernir o movimento, por que tendes em comum com a Terra aquele movimento que é necessário para segui-la, nem é necessário mover o olho: quando depois lhe advém o movimento para baixo, que é particular dela, e não vosso, e que se mistura com o circular, a parte do circular que é

comum a pedra e ao olho continua a ser imperceptível, e somente se faz sensível o movimento reto, porque, para segui-la, deveis mover o olho abaixando-o. (...). (GALILEI, 2001, p. 331-332.)

✓ **Jogando com o texto Diálogo sobre os dois máximos sistemas (A)**

- **Objetivo:** Visamos com esta atividade desenvolver ações que possibilitem demonstrar experiências de pensamento como também despertar a curiosidade para o pensamento científico.
- **Foco:** Os jogadores devem estabelecer o **Onde** ocorrerá a improvisação.
- **Atividade para o contato com o texto:** Todos andando e lendo silenciosamente; a um sinal, alguém olha a pessoa mais próxima e lhe diz a frase em que parou. O outro responde dizendo a sua passagem.
- **Instrução:** Definam onde estão. Definam onde estão os objetos. Os objetos dos locais onde estiverem não podem existir só na mente, mas no espaço.

Exemplos de instrução: *“A cadeira está aí! Sentem nela!”*, *Não andem por aí! A mesa está aí!”*
- **Improvisação:** Podem criar outras falas e outros personagens além de Simplicio e Salviatti, porém devem manter o texto e o foco.
- **Avaliação:** Verificar se o foco foi mantido e se as ações transmitiram o texto.

Exemplos de avaliação: *“Platéia, as ações dos jogadores estavam de acordo com o texto?”*, *“Você conseguiram compreender o texto pelas ações dos jogadores?”*, *“Qual ação chamou mais a atenção de vocês?”*, *“Jogadores, qual parte do texto foi mais difícil transformar em ação?”*, *“Do que vocês gostaram mais?”*.

5.4.4. Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas (B)

A discussão sobre o movimento da Terra em sala de aula, na maioria das vezes, desconsidera o ambiente em que vivemos. Isto é, somos bombardeados diariamente por notícias jornalísticas como “o sol irá se por às....” reforçando a teoria geocêntrica. E mesmo

vivendo em um ambiente imerso no geocentrismo, o heliocentrismo é tratado em sala de aula como óbvio e de fácil aceitação.

O que nos permite recorrer ao artigo de Lanciano (1989) “*Ver y Hablar como Tolomeo y Pensar como Copérnico*”, onde o autor discute o fato dos alunos aprenderem o heliocentrismo e falarem reconhecendo o movimento da Terra, mas pensarem como defensores do geocentrismo.

Para essa discussão, este texto é muito rico. Além de trazer os pensamentos de Galileu, pode despertar tal reflexão.

Salviati: (...) Fechai-os com algum amigo no maio compartimento existente sob a coberta de algum grande navio, e fazei que aí existam moscas, borboletas e semelhantes animaizinhos voadores; seja também colocado ali um grande recipiente com água, contendo pequenos peixes; suspenda-se ainda um balde, que gota a gota verse água em outro recipiente de boca estreita, que esteja colocado por baixo; e, estando em repouso o navio, observai diligentemente como aqueles animaizinhos voadores com igual velocidade vão para todas as partes do ambiente; ver-se-ão os peixes nadar indiferentemente para todos os lados; as gotas cadentes entrarem todas no vaso posto embaixo; e vós, lançando alguma coisa para o amigo, não deveis lançar com mais força para esta que para aquela parte, quando as distâncias seja iguais; e saltando, como se diz, com os pés juntos, transporíeis espaços iguais para todas as partes. Assegurai-vos de ter diligentemente todas essas coisas, ainda que não exista dúvida alguma de que enquanto o navio esteja parado as coisas devem acontecer assim e fazei mover o navio com quanta velocidade desejardes; porque (sempre que o movimento seja uniforme e não flutuante de cá para lá) não reconhecereis uma mínima mudança em todos os mencionados efeitos, nem de nenhum deles podereis compreender se o navio caminha ou está parado (..) saltando, percorreríeis no tablado os mesmo espaços que antes, nem daríeis saltos maiores para a popa que para a proa, porque o navio se move velocissimamente, ainda que, no tempo durante o qual estejais no ar, o tablado subjacente deslize para a parte contrária ao vosso salto; e jogando alguma coisa ao companheiro, não será necessário atirá-la com mais força para alcançá-lo, se ele estiver para a proa e vós para a proa, que se estivésseis colocados ao contrário; e as gotas continuarão a cair como antes no recipiente inferior; sem que nenhuma caia em direção à popa, ainda que, enquanto a gota está no ar, o navio navegue muitos palmos; os peixes na sua água nadarão sem maior esforço tanto para a parte precedente quanto para a parte subsequente do vaso, e com a mesma facilidade chegarão ao alimento colocado em qualquer lugar da borda do recipiente; e finalmente as borboletas e as moscas continuarão seus vôos

indiferentemente para todas as partes, e nunca acontecerá que se concentrem na parte endereçada para a popa, como se estivessem cansadas de acompanhar o curso veloz do navio, do qual seriam separadas, por manter-se no ar por longo tempo; e se queimando alguma lágrima de incenso produzísseis um pouco de fumaça, veríeis que ela se eleva para o alto e como uma pequena nuvem aí se mantém, movendo-se indiferentemente não mais para esta que para aquela parte. E a razão de toda esta corresponde de efeitos é ser o movimento do navio comum a todas as coisas contidas nele e também no ar, razão pela qual sugeri que se estivesse sob a coberta do navio (...)

Sagredo: Estas observações, ainda que navegando não me tenha deliberadamente ocorrido fazê-las, todavia estou mais que certo de que acontecerão da maneira relatada: e como confirmação disso, lembro-me de que, estando no meu camarote, encontrei-me por centenas de vezes perguntando se o navio caminhava ou estava parado e, algumas vezes, fantasiando, acreditava que ele seguisse numa direção, enquanto o movimento era na direção contrária. Portanto, até aqui estou satisfeito e persuadido da nulidade do valor de todas as experiências efetuadas para provar mais parte negativa que a afirmativa da rotação da Terra.

Salviati: Antes de vir à solução dessa objeção, não posso calar aquilo que observei mil vezes, e não sem rir, acontecer na mente de quase todos os homens que ouvem pela primeira vez a menção desse movimento da Terra, que eles acreditam de tal modo fixa e imóvel (...) Ora que tal pensamento estultíssimo (...) encontre seu lugar na mente de homens comuns e de juízo limitado, não me espanto; mas que os Aristóteles e os Ptolomeus tenham caído eles também nesta infantilidade, parece-me verdadeiramente uma ingenuidade muito mais estranha e imperdoável.” (GALILEI. 2001, p. 268-270)

✓ **Jogando com o texto Diálogo sobre os dois máximos sistemas (B)**

- **Foco:** Desenvolver bons argumentos para uma discussão.
- **Atividade para o contato com o texto:** Dizer o texto para diferentes quantidades de pessoas, em diferentes tipos de espaço: íntimo/público, fechado/aberto, concentrado/disperso.
- **Instrução:** Na conversa devem ser utilizadas frases do texto. Cada jogador deve utilizar argumentos que nasçam do texto.

Exemplos de instrução: “*Falem diretamente um com o outro!*”, “*Defendam suas idéias!*”, “*Criem argumentos do texto para continuar o diálogo!*”.

- **Avaliação:** Verificar se mantiveram o diálogo, se um centrou sua atenção no outro e no texto.

Exemplos de avaliação: *“Os jogadores permitiram que o diálogo fosse motivado pelo texto? A conversa se desenvolveu tranqüilamente ou foi difícil manter o diálogo? Cada jogador defendeu sua idéia? Ou não ficou claro o que cada um estava defendendo?”*

- **Improvisação:** Deve manter o foco, ficar centrada no diálogo. Pode existir mais personagens além de Simplício, Salviatti e Sagredo.

5.5. Cartas Escritas por Físicos

Pretendemos, com estes textos, apresentar aos alunos as formas e os conteúdos de comunicação que os cientistas utilizavam para discutir o desenvolvimento de uma teoria. Esta é uma possibilidade para apresentar o conteúdo da física diferentemente daquele que é tradicionalmente oferecido. Isto é, deixar claro que aquele conhecimento não nasceu pronto e acabado, mas motivou muitas discussões e questões que não foram instantâneas, mas ocuparam muito tempo nas ações dos cientistas.

Os dois textos apresentados a seguir têm como propósito evidenciar que os físicos, que estavam iniciando a construção da física clássica, interagiam, conversavam, escreviam cartas um para o outro. Mas muito mais do que exemplificar essa comunicação, esses textos ilustram diferentes formas de proceder e de se relacionar com a comunidade científica e com a sociedade utilizadas por Galileu e Kepler. Além disso, as duas cartas ilustram o debate e a luta de idéias geradas pelo conflito entre paradigmas, um dominante e o outro iniciando sua caminhada.

Pretendemos, também, exemplificar um tipo de possibilidade para desmistificar a vida do físico, fazendo com que ele deixe de ser um fantasma, um ser inatingível e passe a ser o que ele realmente é: um ser humano com suas dúvidas, temores, visões de mundo, como qualquer outro.

5.5.1. De Galileu a Kepler

(...) Seria um ingrato realmente se vos não agradecesse imediatamente. Aceito o vosso livro com tanto mais gratidão pois o tenho por prova de ter sido considerado digno de vossa amizade. Até agora só corri os olhos pelo prefácio, mas adquiri com isso uma idéia do intento, e me congratulo por ter, no estudo da Verdade, um associado que é amigo da Verdade. É uma pena existirem tão poucos que persigam a Verdade e não pervertam a razão filosófica. Contudo, não cabe aqui deplorar as misérias deste nosso século e sim congratular-vos pelos brilhantes argumentos que apresentais em favor da Verdade. Só acrescentarei que prometo ler a obra tranqüilamente, certo de nela descobrir as coisas mais admiráveis, e fá-lo-ei alegremente, uma vez que adotei os ensinamentos de Copérnico há muitos anos, e o seu ponto de vista me permite explicar inúmeros fenômenos da natureza que, indubitavelmente, ficam inexplicáveis segundo as hipóteses mais correntes. Escrevi inúmeros argumentos em apoio a ele e em refutação ao parecer oposto, mas até agora não ousei publicá-los, atemorizado pelo destino do próprio Copérnico, nosso Mestre, que, embora adquirisse fama imortal com alguns, constitui ainda, para uma infinita multidão de outros, (que tal é o número de tolos) objeto de ridículo e zombaria. Certamente ousaria publicar as minhas reflexões imediatamente se existisse mais gente como vós; como não existe, saberei conter-me.¹⁶

✓ **Jogando com o texto De Galileu a Kepler**

- **Objetivo:** Levar ao conhecimento dos alunos escritos originais de Galileu e o contexto vivido por ele.
- **Foco:** Escrevendo uma carta.
- **Atividade para o primeiro contato com o texto:** Dizer o texto, escrevendo uma carta. Repetindo as palavras que está escrevendo.
- **Instrução:** O movimento da caneta e o papel devem existir no espaço e não somente na mente do jogador.

Exemplos de instrução: “Movimente a caneta naturalmente! Olhe para o que está escrevendo!”.

¹⁶ Citação extraída de KOESTLER. Os Sonâmbulos, pág. 246/247. Citada por ZANETIC, 1996. pág. 109.

- **Avaliação:** Verificar se a carta foi escrita naturalmente pelos jogadores.

Exemplos de avaliação: “Platéia, vocês conseguiram ver o jogador escrevendo a carta? A carta estava no espaço? Ou só na mente do jogador?”

- **Improvisação:** Manter o foco e o texto. Acrescentar atitudes que transmitam a imagem de Galileu.

5.5.2. De Kepler a Galileu

Gratz, 13 de outubro de 1597. A vossa carta, meu excelentíssimo humanista, que me escrevestes em 4 de agosto, recebi-a em 1º de setembro, e me deu motivos para um duplo júbilo: primeiro, por significar o começo de uma amizade com um italiano; segundo, porque estamos de acordo quanto à cosmografia Copernicana (...) suponho que, se tivestes tempo, já travastes melhor conhecimento com o meu livrinho, e desejo ardentemente saber a vossa opinião crítica, pois é do meu feitio instar com todos aqueles a quem escrevo que me dêem uma opinião franca, e, crede-me, prefiro a crítica mais acerba de um só homem iluminado ao aplauso insensato da multidão.

Gostaria, entretanto que, possuidor de tão excelente inteligência, assumísseis uma posição diversa. Com os vosso hábeis modos sigilosos sublinhais, com o exemplo, a advertência de que deveríamos recuar perante a ignorância do mundo, e não deveríamos levianamente provocar a fúria dos professores ignorantes; a esse respeito seguis Platão e Pitágoras, os nossos verdadeiros mestres. Mas considerando que na nossa época, primeiro Copérnico, em pessoa, e depois dele uma multidão de cultos matemáticos assentaram esse imenso empreendimento, de modo que o movimento da Terra já não constitui nenhuma novidade, preferível seria que ajudássemos, com os nossos esforços, a empurrar para casa essa carruagem que já se movimenta (...) Não são apenas os italianos que se recusam a acreditar que se movem por nada sentirem; na Alemanha também não nos tornamos populares sustentando essas opiniões. Mas há argumentos que nos protegem em face de tais dificuldades (...) Comunicaí-me pelo menos em particular, se não desejais fazê-lo em público, o que descobristes em apoio a Copérnico(...) ¹⁷

¹⁷ Citação extraída de KOESTLER, Os Sonâmbulos, pág. 247/248. Citada por ZANETIC, 1996. pág. 109- 10.

✓ **Jogando com o texto De Kepler à Galileu**

- Repetir os passos da atividade anterior, mudando apenas a improvisação.
- **Improvisação:** Manter o foco. Mesclar frases do texto com frase pessoais dos jogadores. Apresentar atitudes que transmitam a imagem de Kepler.

5.6. Texto sobre Pesquisa Científica Versus outras Questões

O texto selecionado neste item visa evidenciar outras relações que envolvem o fazer do cientista, ou seja ele tem amigos, familiares e, eventualmente, inimigos que constituem um pano de fundo nas suas atividades científicas, mostrando mais uma vez que o cientista não é uma pessoa isolada do mundo ou um habitante de uma torre de marfim.

Vida de Galileu

O texto de Bertold Brecht (1991) “*Vida de Galileu*” é rico em situações históricas que mostram a grandeza do trabalho de Galileu, ao mesmo tempo que desnuda situações corriqueiras, onde vemos artimanhas ardilosas para conseguir favores, financiamentos, privilégios e poder. Como também descreve as possíveis retaliações sofridas pelos familiares de Galileu pelo desenvolvimento da teoria do heliocentrismo.

Entra Virgínia, olhando à volta como quem procura.

Inquisidor de seu canto – *Então, minha filha.*

Virgínia – Um pouco assustada, pois não o havia visto – *Oh, Eminência!*

O Inquisidor estende-lhe a mão direita, sem levantar os olhos. Ela se aproxima, ajoelha e beija o anel.

Inquisidor – *Uma noite esplêndida! A senhora aceite a minhas felicitações pelo seu noivado. O seu noivo é de ótima família. Vocês ficarão aqui, em nossa Roma?*

Virgínia – *Por enquanto não, Eminência. Há tanta coisa a preparar, antes do casamento.*

Inquisidor – *Muito bem, a senhora portanto volta com seu pai para Florença. Acho excelente. Eu imagino que o seu pai precise da senhora. A matemática é companheira fria, não é? Num ambiente*

desses, uma criatura de carne e osso faz muita diferença. Quando se é um grande homem, o mundo das estrelas é muito grande, e é muito fácil perder-se nele.

Virgínia com a respiração cortada – *É muita bondade, Eminência. Eu, na verdade, não entendo quase nada dessas coisas.*

Inquisidor – *Não! ri. Em casa de pescador não se come peixe, hein? O senhor seu pai vai achar graça quando souber que você, minha filha, aprendeu comigo o que sabe das estrelas. Folheando o protocolo. O que se lê aqui e que nossos inovadores consideram bastante exagerada a importância que habitualmente damos à nossa querida terra, o mestre de todos eles, mundialmente acatado, é o senhor seu pai, um grande homem, um dos maiores. Bom, desde os tempos de Ptolomeu, um sábio da antigüidade, até o dia de hoje, calculava-se que a criação inteira – a esfera de cristal, portanto, em cujo o centro está a terra – mediria perto de vinte mil diâmetros terrestre. É um bonito espaço, mas é pouco, muito pouco, para os inovadores. Segundo estes parece que a extensão do espaço é imensa; a distância da Terra ao Sol, que sempre nos pareceu respeitável, por coisa tão mínima, comparada entre a distância de nossa pobre terra e a estrelas fixas da última esfera, tão mínima que não vale a pena levá-la em conta nos cálculos!*

Virgínia ri. O Inquisidor também.

Inquisidor – *De fato, há poucos dias vários senhores do Santo Ofício, ficaram quase chocados com essa imagem do mundo, perto da qual a nossa parece uma miniatura, dessas que enfeitam o colo encantador das juvenzinhas. O que os padres temem é que, nesse espaço enorme, seja fácil perder de vista um prelado, ou mesmo um cardeal. O próprio papa talvez caísse fora das vistas do Senhor. É, é engraçado, minha filha, mas ainda assim acho excelente que a senhora continue perto do seu grande pai, que nós todos prezamos tanto. Será que eu conheço seu confessor?*

Virgínia – *Padre Cristóforo de Santa Úrsula.*

Inquisidor – *Sei. Eu acho excelente que a senhora acompanhe o senhor seu pai. Ele vai precisar muito, a senhora talvez ainda não saiba como, mas vai precisar. A senhora é tão jovem, uma criatura de carne e osso, e a grandeza nem sempre é fácil de suportar, para aqueles a quem Deus a deu, nem sempre. Nenhum mortal é tão grande que não se possa incluí-lo numa oração. Mas eu estou tomando seu tempo, minha filha, o seu noivo já deve estar enciumado, e quem sabe também seu bom pai, pois eu falei das estrelas, e é provável que tenha dito coisas obsoletas. Agora vá dançar, mas não esqueça de cumprimentar padre Cristóforo de minha parte.*

Virgínia sai depois de curvar-se profundamente. (BRECHT, 1991, P. 116-117.)

✓ **Jogando com o texto Vida de Galileu**

- **Objetivo:** Esta atividade visa a compreensão do contexto real da vida cotidiana de um cientista, que envolve também as relações afetivas, familiares e com a estrutura do poder vigente.
- **Foco:** Relação de poder e submissão.
- **Instrução:** A relação estabelecida é entre uma pessoa que representa o poder dominante e outra submissa, simulando seus temores. Exemplo: patrão e empregado, professor e aluno, um ator famoso e uma tiete, um político e um eleitor etc.

Exemplos de instrução: *“Seus movimentos e sua voz devem expressar submissão ou poder!”*

- **Improvisação:** Inverter o sentido de poder e submissão dos personagens, através do tom de voz e dos gestos, utilizando o próprio texto.
- **Avaliação:** A avaliação deve verificar se as relações foram estabelecidas claramente.

Exemplos de avaliação: *“Platéia, quem tinha o poder demonstrou atitudes e voz de submissão na sua interpretação? E o contrário ocorreu?”*.

6. JOGANDO COM OS TEXTOS DE FÍSICA

Apresentamos, neste capítulo, um relato (às vezes crítico às vezes descritivo) das atividades propostas no capítulo 5.

As atividades foram realizadas com alunos da 3ª série do Ensino Médio de um curso noturno de uma escola pública da Grande São Paulo e com professores em uma oficina realizada na XIII Reunión Nacional de Educación en Física, em Río Cuarto, na Argentina.

Nosso objetivo não foi o de medir os resultados obtidos com esses jogos, mas descrever criticamente a relação dos alunos ou professores com os jogos e com os textos e entre si enquanto jogam. Pretendíamos, com essas atividades, aprofundar nossos conhecimentos sobre os jogos aplicando-os em duas situações distintas, mas complementares. Cremos que isso foi alcançado.

6.1. Escola Estadual Eliza de Oliveira Ribeiro

Realizamos três atividades no segundo semestre de 2003 utilizando os textos e os jogos propostos, na Escola Estadual Eliza de Oliveira Ribeiro, com alunos de duas turmas de 3ª série do ensino médio do período noturno.

Pedimos autorização para a direção da escola que reagiu com a seguinte pergunta: Quando os alunos irão se apresentar? Respondemos que não sabíamos, pois se tratava mais de desenvolver os meios tanto para uma melhor relação com a física como com o teatro e não desejávamos obter uma apresentação nos moldes tradicionais. Nossa resposta não convenceu muito a direção, mas mesmo assim ela permitiu que fizéssemos as atividades.

A escola localiza-se em Itapevi, Município da Grande São Paulo, localizada em um bairro com características de periferia e de cidade do interior. A maioria dos alunos mora em sítios e a prefeitura fornece um ônibus escolar para levá-los à escola devido à distância de suas residências.

Embora poucos alunos trabalhem durante o dia e os que trabalham são ajudantes de pedreiro ou de mecânico, os demais também estudam no período noturno, porque não há ensino médio no período diurno.

É um bairro pobre com uma população carente que provoca um desafio difícil para um professor: desenvolver a auto-estima e devolver a esperança a estes alunos. Esperança de continuar os estudos após a terceira série do ensino médio, esperança de ver seus pais empregados, esperança de encontrar um emprego e enfim esperança de aprender.¹⁸

Escolhemos para estas três atividades, um texto sobre ética na ciência, um texto sobre depoimento pessoal de um físico e um texto sobre memórias da escola.

6.1.1. Textos sobre Ética na Ciência

Jogando com o texto Os Físicos

Distribuímos cópias do texto que era um fragmento da peça “*Os Físicos*” de Dürrenmatt (1966), para 12 alunos da 3ª série A que decidiram participar da atividade.

Como a adesão da classe não foi total, fizemos as atividades de aquecimento fora do horário da aula de física em um outro dia da semana.

Começamos a atividade com o processo de aquecimento da voz, dizendo para eles que deveriam ler o texto mudando o tom da voz. Explicamos que cada vez que déssemos um sinal batendo palmas, eles deveriam parar para ouvir as instruções.

A princípio, ficamos admirados de como levaram a sério as atividades de aquecimento.¹⁹

¹⁸ Como autora deste texto, não posso deixar de registrar que ao escrever este relato sinto um aperto no coração, por que eu também cresci neste bairro, sem oportunidade, mas eu tinha esperança, acreditava em dias melhores e por isso tinha vontade de aprender. Não é possível relatar essas atividades, sem me ver misturada no meio desses alunos, eles são uma parte de mim e me entristece muito vê-los sem objetivos, sem esperança e sem voz. Estes são alguns dos motivos por que acredito no diálogo em sala de aula e é neste objetivo que continuarei me empenhando.

¹⁹ Devo relatar que isto realmente me surpreendeu. Esta era uma classe responsável, como eu já sabia através das aulas normais que eles tinham comigo, desde a 1ª série do Ensino Médio, costumavam se empenhar na aprendizagem, mas os seus envolvimento com a atividade de aquecimento realmente me encantaram. Pensei comigo que havia achado a solução.

Este aquecimento foi o primeiro contato dos alunos com o texto, depois passamos para um segundo, o que foi sugerido no item 5.3.2. do capítulo 5 para trabalhar com este texto. A princípio eles não conseguiram compreender o foco da atividade: o guia, mesmo vendo que o cego corria riscos de bater em algum obstáculo, continuava lendo. Explicamos novamente. Eles riram quando dissemos que os guias não podiam permitir que os cegos batessem em algum objeto e, para que isso não ocorresse, eles deveriam suspender a leitura quando vissem algum obstáculo.

Nesta primeira atividade, pudemos observar a importância da clareza das instruções. Spolin escreve que as instruções devem ser dadas enquanto se joga e foi isso realmente que pudemos verificar. Foi a primeira vez que nos deparamos com a necessidade de mudar as palavras do certo ou do errado e em lugar delas apontar caminhos para se atingir o foco.

Pudemos, nessa primeira preocupação para se atingir o foco verificar que os jogadores acolheram bem as instruções e não as entenderam como reprovações e riram quando identificaram que deveriam prestar atenção no “cego” e orientá-lo de forma que não acontecesse nada a ele.

Após a atividade de contato com o texto dividimos a turma em três grupos para que preparassem a improvisação.

Nosso tempo esgotou e marcamos a improvisação para a outra semana. Fizemos a improvisação na sala de aula e a apresentação foi feita para todos os alunos, mesmo aqueles que não participaram das atividades.

Cada grupo fez a sua apresentação.

- Os integrantes do primeiro grupo optaram em manter o conteúdo do texto e escolheram como lugar o hospício, discutiram questões sobre como sair ou ficar no hospício e encerraram com a frase: “Ou ficamos no hospício ou o mundo se torna um hospício. Ou nos apagamos na memória dos homens ou a humanidade se apaga.” E após dizerem esta frase um atirou no outro e os dois morreram.
- Os integrantes do segundo grupo também mantiveram o conteúdo do texto e escolheram o mesmo lugar que o primeiro, porém discutiram se deviam sair ou ficar no hospício e optaram em ficar pois estavam preocupados com a humanidade, principalmente os países do terceiro mundo. Enquanto que o primeiro grupo usou os

mesmos nomes que estavam no texto o segundo grupo optou por renomeá-los como Quixote, Sancho e Pança.

- Os participantes do terceiro grupo também mantiveram o texto e o lugar, porém, após as discussões sobre o que deveriam fazer com as teorias desenvolvidas decidiram matar a enfermeira que havia descoberto seus planos.

Após as apresentações pedimos aos grupos que dessem um nome ao seu grupo. O primeiro grupo se intitulou de Morte: A solução, o segundo de Os insanos e o terceiro de Os físicos.

Para iniciar a avaliação da atividade e verificar quais foram as impressões da platéia, isto é, dos alunos que estavam assistindo, pedimos que escrevessem sobre as improvisações.

- ✓ Morte: a solução.
- Eles resolveram se matar, assim não matariam algum inocente e a humanidade não sofreria mais tarde por causa da teoria deles. Conclusão: é melhor se matar do que fazer os inocentes sofrerem.
- E melhor matar a ciência do que destruir o mundo com ela.
- Eles queriam ajudar também, mas como não achavam solução tiveram que se matar.
- ✓ Os Insanos.
- Não adianta querer esconder as coisas das pessoas, pois mais cedo ou mais tarde alguém sempre descobre.
- É bom sempre falar a verdade.
- Pensar antes de agir.
- Verdade em primeiro lugar.
- ✓ Os físicos.
- Eles não queriam que ninguém soubesse dos seus planos e acharam que a saída seria matar as pessoas que soubessem da verdade.
- Curiosidade mata.
- Os físicos não queriam que suas idéias caíssem em mãos erradas, porque poderiam ser usadas contra a humanidade.

- Os físicos achavam que suas idéias não deveriam cair em mãos erradas, por que eles poderiam, com elas, ajudar a humanidade.

Nesta primeira atividade pudemos verificar, através dos depoimentos da platéia, que o foco foi de certa forma atingido. O foco proposto no item 5.3.2. do capítulo 5 estabelecia que os jogadores deveriam demonstrar palavras e ações de ajuda e a platéia pôde verificar que as improvisações demonstraram que os participantes compreenderam o foco.

Repetimos a atividade com alunos da 3ª série B e distribuimos cópias do texto para os 15 alunos que decidiram participar e como a adesão não foi total, fizemos novamente as atividades de aquecimento fora do horário da aula de física.

Se quando desenvolvemos as atividades com a 3ª série A, pensávamos que tínhamos encontrado o mapa da mina, nesta classe tivemos que rever nossas conclusões. Os alunos fizeram as atividades de aquecimento, mas não foram tão receptivos como na primeira classe. Não conseguiam se concentrar, prestavam muita atenção nos erros dos colegas e riam por qualquer motivo.

Se ficamos tristes com as atitudes dos alunos, ao mesmo tempo ficamos felizes por verificar que estávamos trabalhando com seres humanos e como tais com anseios diferentes.

Como aconteceu na atividade da 3ª série A, eles também tiveram dificuldades para compreender o foco. Tivemos que intervir várias vezes, com instruções para esclarecer quais deveriam ser as atitudes dos guias e quais deveriam ser as atitudes dos cegos. Com esta turma, tivemos que orientar os cegos, pois eles não se dispunham a agir segundo a leitura dos guias, abriam os olhos e quando viam um obstáculo, paravam sem que os guias parassem de ler. Com isso, tivemos que repetir várias vezes as orientações e nos esforçarmos para fugir das palavras certo ou errado.

Nosso tempo esgotou-se e marcamos a improvisação para a outra semana, como ocorreu com a primeira classe, constituindo também três grupos. A improvisação também foi feita na sala de aula para todos os alunos, mesmo aqueles que não participaram das atividades.

Cada grupo fez a sua apresentação.

- O primeiro grupo manteve o texto e escolheu o hospício como lugar. Após discutir se deviam ou não sair do hospício, um deles optou em ficar e depois de beijar a enfermeira que muito amava, matou-a. Ele a matou por que ela sabia que era um físico e que havia desenvolvido uma teoria que poderia ser usada por poderosos para prejudicar a humanidade e ele mesmo amando-a a matou para que ela não contasse nada a ninguém.
- O segundo grupo manteve o texto, mas escolheu o nordeste do Brasil como lugar. Toda a apresentação desenvolve-se entorno de uma tentativa de suborno. Alguém que mantinha o poder oferecia a um físico mandioca em troca de suas teorias.
- O terceiro grupo começou mantendo o texto, até que um físico diz que quer ir ao banheiro, passado alguns segundos os outros participantes da peça também saem da classe dizendo que iriam ao banheiro, porém a apresentação encerrou ali, pois nenhum deles voltou. Sem querer acabaram finalizando a apresentação.

Essas idas ao banheiro não fazia parte da apresentação, mas os participantes não sabiam muito bem como iriam finalizar a apresentação e por isso resolveram “fugir de cena”.

Após as apresentações pedimos aos grupos que dessem um nome ao seu grupo. O primeiro grupo se intitulou: Uma confusa história de amor, o segundo: A mandioca e o terceiro: A confusão dos físicos.

Repetimos a atividade feita na 3ª série A, isto é, pedimos aos alunos que estavam assistindo que escrevessem sobre as improvisações. Eis os resultados.

- ✓ Uma confusa história de amor:
- Um cientista deixa de viver um grande amor para salvar a humanidade.
- O grande amor acabou se transformando em morte.
- Muitas coisas não devemos fazer por amor.
- O amor pela humanidade vence o amor por uma única pessoa.

- ✓ A mandioca:
 - Ninguém deve ser submisso à ninguém.
 - Interesse econômico.
 - As vantagens comerciais de cada país.
 - O dinheiro não é tudo na vida.
- ✓ A confusão dos físicos:
 - Por mais confusa que uma pessoa possa ser, ela pode ter algo de brilhante escondido.
 - Não importa quais são os problemas que uma pessoa apresente, ela continua sendo um ser humano.
 - Todos devem ter os seus direitos reservados.

As avaliações feitas pelos alunos que estavam assistindo demonstram que os grupos compreenderam o foco que consistia em palavras e ações que demonstrassem ajuda mútua. O mais interessante que pudemos verificar no que os alunos escreveram foi em relação ao terceiro grupo que não havia encerrado a apresentação. A classe demonstrou que compreendeu suas inseguranças dizendo que devemos respeitar à todos ou na frase *“Por mais confusa que uma pessoa possa ser, ela pode ter algo de brilhante escondido.”*

6.1.2. Textos sobre Infância, Memórias da Escola e Prática Científica

6.1.2.1. Jogando com o texto Sutil é o Senhor

Este texto foi jogado somente pela 3ª série A, pois a 3ª série B estava tendo uma outra atividade. Distribuímos aos alunos cópias do texto proposto no item 5.1.3.

Fizemos o aquecimento com os 15 alunos. Todos experimentaram o texto, mudando a entonação da voz, falando com um único jogador ou simulando um discurso. Ficamos aproximadamente 40 minutos brincando com o texto, isto é, mudando o tipo e a altura da voz.

Em especial, todos experimentaram falar o texto como se fossem Einstein e qual não foi a nossa surpresa: a falar como Einstein, ficavam sérios e falavam com tom áspero. Após esta atividade, pedimos que preparassem a improvisação e que ela poderia conter misturas de comentários que transmitissem a idéia dos planos que os alunos-jogadores têm para o futuro com os comentários de Einstein.

- O primeiro grupo foi magnífico na construção da atividade. Escolheu como local uma sala de aula, onde alguns alunos querem aprender e fazem muitas perguntas para os professores e outros só conversam. Entre os interessados se destaca um que diz para a professora: Quero prestar vestibular, quero fazer física na USP, quero ser professor de física ou matemática.

Encerrando este comentário, aparece um dos integrantes com um cartaz escrito: “Passados 10 anos...”

Continuaram com as ações acontecendo em uma sala de aula e aquele jogador que dizia querer estudar física entra na sala de aula e se apresenta como o novo professor de física daquela turma.

Sai da classe e agora tudo acontece como se estivessem em uma praça e ele encontra uma de suas colegas do tempo do Ensino Médio, ela está drogada, ele conta que se formou professor como desejara e que estava disposto a ajudá-la a sair desta situação.

Quando encerra esta cena, inicia uma outra, onde três jovens estão praticando um assalto. Estas jovens no início da apresentação, faziam parte do grupo daqueles alunos que não prestavam atenção nas aulas.

Após o assalto o “professor” encontra com uma das jovens e ela está mancando de uma perna. Ela conta que estava fugindo da polícia quando foi atingida por uma bala e agora estava procurando emprego.

Após esta cena inicia outra onde uma jovem demonstra estar na prostituição. Esta jovem também fazia parte daquele grupo de alunos que não prestava atenção nas aulas no início da apresentação.

A apresentação se encerra com o “professor” dizendo que vale a pena fazer planos e lutar por eles. Ele afirma que não tinha nenhuma possibilidade, pois sua família era muito pobre, mas ele não desanimou e resultado: tinha estudado na USP e se formado professor de física.

- O segundo grupo também foi uma sala como o local das ações. Uma professora exigente, um aluno atencioso e dois alunos desinteressados.

A apresentação inicia-se com a professora chamando um por um, apresentando o nome de cada personagem: Gabriel, aluno aplicado e estudioso; Rafael, só se preocupava com sua aparência e nada mais e Daniel era um rebelde, não se importava com nada.

Rafael e Daniel estão atrapalhando a aula e Rafael diz: Professora eu quero estudar e eles não deixam. A professora chama a atenção de Daniel e ele a ameaça de morte e sai da sala batendo no caderno de Gabriel dizendo: Isso daqui não vale nada.

A professora convoca a mãe de Daniel para uma reunião e a mãe afirma que não sabe o que fazer com o filho, e como se não estivesse dando atenção para a professora, atende o celular e após despede-se da professora e sai.

Daniel ameaça: Professora a senhora chamou a minha e eu irei acertar com a senhora na saída.

Aquela cena encerra-se e, como se tivesse passado alguns anos, inicia-se outra cena onde a professora narra o futuro de cada um:

Ao 24 anos, Gabriel já era engenheiro e tinha um emprego muito bom.

Passado alguns anos, Rafael virou servente de pedreiro. Enquanto a professora narra a cena, Rafael entra carregando uma lata com areia ou pedra.

Daniel virou traficante. Enquanto ela narra, ele aparece como se estivesse vendendo drogas e diz para ela: Professora quer comprar uma pedra.

Ao final a professora fala: O que nós queríamos dizer com esta apresentação é que você tem que estudar e lutar por seu futuro. Se você não estudar, você pode não ter nenhum sucesso no seu futuro e ter um emprego muito ruim. Vejam como foi o futuro de Rafael e Daniel que não queriam estudar.

- O terceiro grupo apresentou duas formas diferentes de viver o presente.

Uma de um jovem que estuda, que lê muito, que pede dinheiro ao pai para comprar livros.

E outra onde um jovem mente para seus pais, falta na escola, isto é, diz que vai para a escola, mas fica jogando futebol com os amigos. O dinheiro que ele pede aos pais para comprar livros usa para comprar drogas.

Não encenam o que poderia ter ocorrido com os dois jovens no futuro.

Os três grupos foram fiéis ao foco, porém não optaram pelo Quem Einstein, mas optaram por representar situações reais vividas por eles ou seus colegas de Amador Bueno: Alunos se envolvendo com drogas, não interessados em estudar e outros com planos para o futuro. É interessante ressaltar que eles demonstraram que esperam que a escola os ajude a arrumar um bom emprego ou prosseguir o estudo. As três apresentações demonstraram que quem estuda pode ter um futuro melhor.

Apesar de carregarem no tom moralista do papel da escola e de não terem prestado muita atenção ao conteúdo do texto de Einstein, as atividades conseguiram que problematizassem o que uma escola de qualidade pode significar na formação e na vida desses jovens.

6.1.2.2. Jogando com o texto Einstein (A)

Fizemos aquecimento proposto no item 5.1.1. do capítulo 5: Os alunos disseram o texto em diferentes situações, às vezes o texto era dito em forma de diálogo, ou seja, apenas dois jogadores conversavam utilizando frases do texto, às vezes como se tivessem fazendo um discurso.

Quando pedimos que lessem o texto, como se tivessem fazendo um discurso, subiam em uma cadeira e falavam com autoridade.

Novamente pudemos observar que ao falarem como Einstein eles demonstravam muita seriedade através do tom da voz, da forma que olhavam e como agiam com os colegas.

Quando pedimos que preparassem a improvisação, devemos confessar que imaginamos

que com esse texto fosse quase impossível de improvisar algo além de um simples discurso, sendo assim somente um jogador de cada grupo teria ações e outros nada fariam. Mas fomos surpreendidos pela sua criatividade.

- O primeiro grupo apresentou Einstein sendo entrevistado por um repórter e contando com muita seriedade sobre seu passado.

Conforme a entrevista foi se desenvolvendo o restante dos jogadores, foram, através de mímicas, demonstrando tudo aquilo que Einstein ia falando para o repórter.

Através das mímicas mostraram as cenas de Einstein doente na cama, seu pai dando o presente e ele olhando com muita fixação para o presente.

Cenas de crianças brincando e chamando Einstein para brincar e ele, porém, somente olhava para o presente que tinha ganhado.

Depois, cenas da escola. A diretora fazendo gestos que demonstravam que Einstein não teria sucesso no futuro.

- O segundo grupo apresentou Einstein pensando sobre seu passado. Eles também utilizaram o artifício das mímicas, porém com algumas diferenças. Além dos gestos, eles utilizaram algumas frases. Quando Einstein adulto se lembra do presente que ganhou de seu pai, a cena do menino doente acontece e seu pai fala: “Este presente é para você, Albert.”

De um lado do “palco” Einstein adulto pensativo, como se estivesse lembrando do passado e do outro o passado acontecendo, isto é, o menino Einstein observando o presente que ganhou.

Outra cena acontece com Einstein adulto falando sobre sua dificuldade para fazer amizades e do outro lado crianças chamando o menino Einstein para brincar e ele não aceitando.

Novamente Einstein adulto fica pensativo e do outro lado do palco arruma-se o local como se fosse a sala do diretor do colégio. O pai de Einstein entra e pergunta para a diretora do colégio: “Qual a profissão meu filho deve seguir?”. A diretora responde “Isto realmente não tem nenhuma importância. Seu filho nunca será bem sucedido em nada.”

Não havíamos discutido com eles que poderiam utilizar o recurso da narração e verdadeiramente não conseguíamos de antemão imaginar tais possibilidades utilizadas por eles.

Durante o desenvolvimento da improvisação, eles apresentaram problemas para se relacionar com os locais da apresentação, isto é, não conseguiam delimitar onde era a casa de Einstein, onde era o jardim que Einstein brincava com outras crianças e o onde estava o colégio. Os dois grupos apresentaram estes problemas. Aparecia cena, por exemplo, de Einstein saindo do quarto, passando pelo que era a sala da diretora da escola e indo brincar no jardim que em outra apresentação era o quarto.

Esperamos encerrar a improvisação e discutimos a importância de decidirmos antes de iniciar a apresentação, onde estariam os locais que ela iria ocorrer. Explicamos que precisaríamos construir uma planta do palco para que eles pudessem identificar onde estariam os locais e os objetos que faziam parte da apresentação e assim o fizemos.

Após construírem a planta-baixa do palco, repetiram a apresentação e nesta segunda apresentação interagiram com clareza com o ambiente.

Pudemos observar dois detalhes do comportamento de Einstein por eles representado, e isto foi apresentado pelos dois grupos: Einstein quando adulto, era sério, muito sério. Porém, quando criança, seus gestos transmitiam a idéia de algum tipo de deficiência física.

É possível que tenhamos perdido a oportunidade de, logo após as apresentações, discutir com os alunos por que suas apresentações transmitiram estes comportamentos diferentes para as idades diferentes, principalmente a questão da deficiência que representava em Einstein, aparentemente dando muita ênfase factual ao que era dito no texto extraído da peça.

6.1.3. Fotos das Atividades Realizadas na Escola Estadual Eliza de Oliveira Ribeiro

FOTO 1- Professora anuncia a entrada dos alunos

FOTO 3- Rafael entra brincando com a professora

FOTO 2- Daniel entra na sala de aula

FOTO 4- Sala de aula: Daniel levanta da carteira para intimidar professora

FOTO 4- Professora chama a atenção de Rafael.

FOTO 8- Gabriel formado engenheiro

FOTO 6- Mãe procura a professora

FOTO 9- Daniel como traficante

FOTO 5- Mãe conversa com a professora

FOTO 10- Rafael carregando lata

FOTO 11- Professor conversa com drogada

FOTO 14- Ferida pela polícia conversa com professor

FOTO 12- Professor tentando ajudar drogada

FOTO 15- Professor volta para casa após encontrar seus antigos colegas

FOTO 13- Fugindo da polícia após roubo

FOTO 16- Filho recebe dinheiro dos pais

FOTO 17- Filho oferece dinheiro para prostituta

FOTO 20- Narradora iniciando a apresentação

FOTO 18- Filho com prostituta

FOTO 21- Einstein recebendo a bússola dos pais

FOTO 19- Pais conversam sobre o filho

FOTO 22- Einstein olhando a bússola

FOTO 23- Einstein com a bússola

FOTO 26- Einstein com a bússola

FOTO 24- Mãe abraça Einstein

FOTO 27- Einstein adulto lendo e pai conversando com a diretora

FOTO 25- Einstein adulto lendo

FOTO 28- Psicóloga dizendo que Einstein não tem jeito

FOTO 29- Einstein doente

FOTO 31- Crianças brincando

FOTO 30- Einstein e seu pai

FOTO 32- Pais conversando com a diretora

FOTO 33- Einstein recebendo a bússola

6.2. XIII Reunión Nacional de Educación en Física

Tivemos a oportunidade de apresentar nossa proposta em Córdoba – Argentina através de uma oficina para professores de física. Esses professores eram coordenadores de regiões educacionais. Os professores que participaram do congresso tinham como responsabilidade multiplicar o que puderam aprender, isto é, transmitir a outros professores de suas regiões seu novo conhecimento.

A oficina foi apresentada pela professora Neusa Raquel de Oliveira e pelas mestres em ensino de ciências Doralice Bortoloci Ferreira e Valéria Silva Dias. O nome da oficina foi “Introduciendo la Historia de la Ciencia en el aula a través del teatro”.

Para esta oficina preparamos uma apostila (ver ANEXO I) com uma introdução sobre a utilização da história no ensino de física e o teatro. Elegemos alguns textos do Capítulo 5 para compor a apostila. Os textos eleitos foram: “*Einstein*” de Gabriel Emanuel (A), “*Os Físicos*”, “*O Caso Oppenheimer*”, “*Diálogo sobre os dois máximos sistemas (A)*”, “*Diálogo sobre os dois máximos sistemas (B)*” e “*Vida de Galileu*”. Por sugestões da Valéria e da Doralice tanto o discurso que justificava a escolha do texto como o desenvolvimento dos jogos sofreram modificações para a confecção da apostila.

Valéria apresentou aos professores a importância da história da ciência no ensino de física, visando ajudar os estudantes a perceber a ciência como uma atividade humana, histórica e socialmente construída. Neusa apresentou o teatro e os jogos teatrais como uma possibilidade para se introduzir a história da ciência na sala de aula, através de uma atividade lúdica, que proporciona o engajamento entre os alunos, uma ponte entre o saber científico e o saber sócio-cultural. A Doralice, por ter uma longa jornada em formação de professores e por também estar envolvida com o teatro, desenvolveu seu discurso sobre a necessidade de professores terem conhecimentos de história como também se utilizarem do teatro como recursos possíveis no ensino de física.

Após as apresentações, explicamos como as atividades seriam desenvolvidas e como era sua estrutura.

As motivações da escolha do texto para ser jogado.

A construção de atividade para apropriação do texto.

A eleição de um foco para a apresentação do texto.

A montagem da improvisação

A apresentação

A avaliação.

6.2.1. Textos sobre Infância, Memórias da Escola e Prática Científica

Jogando com o texto Einstein

O texto utilizado assim como o desenvolvimento do jogo foi sugerido na 1ª atividade da apostila (Ver ANEXO I). Para um primeiro contato com o texto os participantes deveriam ler o texto como se estivessem cochichando, outros falando alto como se estivessem discursando para um grande público ou como se estivessem contando uma história para uma criança dormir. Todos andando cada um lendo como queria sem se preocupar com os outros.

Foi feita uma segunda atividade de aquecimento. Agora cada um devia escolher para quem está falando. Podia ser para um grande público, podia ser para um amigo, podia ser cochichando ou para uma criança dormir. Cada um de cada vez.

A Valéria explicou aos participantes que poderiam criar as atividades de aquecimento de acordo com o que pretendiam com o texto, dizendo que essas são apenas exemplos, mas que poderiam ser criadas infinitas atividades para o contato com o texto.

Após estas atividades de aquecimento, dividimos os participantes em dois grupos para que preparassem a improvisação do texto. Os grupos se formaram de acordo com a proximidade em que estavam.

O que mais nos surpreendeu neste primeiro momento foi a aceitação por parte dos participantes em fazer as atividades. Fizeram o aquecimento sem nenhuma restrição e se dispuseram a preparar a improvisação.

- O primeiro grupo iniciou com Einstein doente, tossindo muito. Seu pai lhe dá um presente, deixando-o totalmente extasiado olhando para o presente. As outras crianças insistiam para que Einstein fosse brincar com elas, mas ele não aceitava e ficava

olhando para o presente que seu pai lhe dera. Por verificar que o menino tinha dificuldades de relacionamento, os pais procuraram uma especialista e disseram: *“Após receber uma bússola de seu pai, ele não mais quer brincar com as crianças, não se integra ao grupo de amigos”*. A especialista respondeu: *“Ele deve ter algum tipo de deficiência!”* Mesmo assim, os pais pediram informações a respeito do futuro profissional do menino. A especialista respondeu: *“Não seria bem sucedido! Não será bem sucedido!”*.

- O segundo grupo apresentou o menino Einstein doente. O tablado que havia na classe se tornou em cama para que o menino Einstein pudesse se deitar doente. Seu pai lhe entregou o presente dizendo: *“Filho isto é uma bússola.”* Após receber o presente, o menino não quer brincar com os colegas, as outras crianças insistiam, mas ele se recusava a brincar e ficava olhando para a misteriosa agulha. Os pais disseram: *“Ele não quer brincar com outras crianças, somente fica olhando para a bússola. Vamos procurar um especialista, vamos procurar as autoridades da escola”*. Chegando à escola, o pai disse: *“Senhora diretora, estou muito preocupado com meu filho!”*. A diretora responde: *“Seu filho é um caso perdido, nunca será nada”*. O pai repete: *“Um caso perdido! Um caso perdido!”* O Pai pergunta à diretora: *“Podemos conversar com ele e explicar a situação?”* A diretora o chama: *“Einstein, por favor. Seus pais e eu chegamos a uma conclusão: sua falta de comunicação com seus companheiros, sua obsessão por este presente.”* Einstein interrompe: *“Meus companheiros não querem entender como funciona esta bússola.”* O pai interrompe o menino Einstein: *“Filho, não seria bom fazer uma plantação no fundo do quintal, plantar batatas..”*. O menino Einstein balança a cabeça negativamente e diz: *“Pai olhe para essa agulha, olhe como ela se move”*, encerrando a apresentação.

Após as apresentações, iniciamos a avaliação das atividades. Ao invés de analisarmos se o foco foi mantido, foi sugerido que cada um falasse sobre quais seriam as possíveis discussões que o texto permitiria. O primeiro comentário levantado foi: O que teria acontecido se Einstein tivesse ido plantar batatas? Um segundo interrompeu: E por que não ir plantar batatas? Por que só se deve valorizar o conhecimento acadêmico? As discussões demonstraram que a escola deve formar pessoas que respeitem todo o tipo de trabalho, sem

preconceitos. Mencionaram o fato do Presidente do Brasil não ter curso superior e isso foi muito questionado durante o período eleitoral. As discussões apontaram para uma outra problemática que era a separação de cientistas e não cientistas e a responsabilidade da escola para que futuramente isso não ocorra. E que a formação dos professores deve dar conta de tudo isso para que estejam preparados para discutir tais temas em sala de aula.

6.2.2. Textos sobre Ética na Ciência

Jogando com o texto Os Físicos

O texto utilizado assim como o desenvolvimento do jogo foi sugerido na 2ª atividade da apostila (Ver ANEXO I). Explicamos como seria a atividade de aquecimento, isto é, o cego deveria andar enquanto o guia lesse o texto. No princípio ficou meio confuso, mesmo que o cego estivesse batendo em algum obstáculo, os guias continuavam lendo. Pedimos uma pausa e demos mais instruções para que os jogadores conseguissem atingir o foco.

Esta era a terceira vez que realizávamos esta atividade, pois já havíamos realizado com alunos da Escola Estadual Eliza de Oliveira Ribeiro e pudemos verificar a importância da compreensão do foco para o desenvolvimento da atividade. Koudela (2001, p. 99) ao comentar sobre uma oficina de dramaturgia escreve que:

A partir da compreensão da função do Foco, a preocupação com a linearidade na sequência de ações foi rompida e a estória passou a ser uma consequência da relação de jogo. Quando o Foco na atividade foi descoberto pelo grupo, houve seleção e detalhamento no gesto, o que provocou uma modificação na atuação.

- O primeiro grupo montou a improvisação como sendo a física (ciência) entrevistando os físicos. Em seus diálogos, ela perguntou a um dos físicos se ele estava usando-a para o bem da humanidade. Ele respondeu que tentou e foi por causa da humanidade que ele tomou algumas atitudes.

A física (ciência) perguntou a outro físico: *“Por que haviam desenvolvido teorias que prejudicaram a humanidade?”* Ele respondeu: *“Não queríamos que a humanidade*

corresse riscos. Mas... Realmente me sinto usado pelos poderes, me parece que nossa ciência tenha se tornado algo horrível. A única forma de fazermos o bem para a humanidade é ficarmos aqui, neste hospício. Temos um trabalho de anos e não podemos permitir que ele caia nas mãos de políticos interessados em aplicá-lo somente para ter poder e sem pensar nos outros. Queremos ver a humanidade livre, por isso iremos ficar aqui”

A física (ciência) encerrou a entrevista dizendo: “*Bem, pudemos ver as posições ideológicas de cada físico*”.

- O outro grupo travou uma discussão sobre o desenvolvimento das suas teorias, a preocupação da aplicação e quais seriam os riscos que a sociedade estava correndo.

A avaliação fomentou a discussão da importância de se levar textos como este para a sala de aula. Um dos participantes levantou a questão de que sempre é relacionada com a física a problemática da bomba atômica e isso os alunos questionam em sala de aula. Sendo assim o professor de física deve estar preparado para discutir sobre a aplicação do conhecimento científico, os benefícios e os malefícios como também sobre os interesses políticos que há no uso do conhecimento científico. É necessário que os professores estejam preparados para abordar as questões éticas do conhecimento científico.

Após estas discussões, comentamos sobre o tamanho dos textos e dependendo das idades dos alunos, os textos deveriam ser menores. Foi ressaltado que se devem tomar alguns cuidados na escolha do texto, no que se propõe com ele, isto é, que questões se quer fomentar em sala de aula, se é sobre a vida do cientista, se é sobre ética, etc.

Um participante, que trabalha com formação de professores, disse que é essencial que os professores tenham em sua formação acesso a textos como estes para que também possam usá-los em sala de aula.

Um outro participante, estudante de engenharia, comentou que quando estudamos física, na sala de aula, perdemos a noção de que o físico é um ser humano, fazemos contas e mais contas, e nunca nos ensinam sobre a vida do físico, é como se aquele conhecimento da sala de aula não tivesse nenhuma relação com o cotidiano.

Um outro ainda acrescentou sobre o trabalho do físico, dizendo que as pessoas conhecem como trabalha um médico, um cozinheiro, mas não sabe como trabalha um físico, um matemático.

Como a maioria dos participantes trabalha com formação de professores, as discussões seguiram o rumo de destacar como é valioso na formação de professores este tipo de atividade. Disseram que é muito necessário que o professor em sua formação tenha o conhecimento de tais atividades, pois se cobra muito dele, mas não se lhe oferece opções reais como estas.

No segundo dia mais dois professores se juntaram ao grupo, dizendo ouvir muitos “comerciais” a respeito da oficina.

6.2.3. Textos sobre Teoria Física

6.2.3.1. Jogando com o texto Os Diálogos sobre os dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano

O texto utilizado assim como o desenvolvimento do jogo foi sugerido na 4ª atividade da apostila (Ver ANEXO I). No início da atividade de aquecimento ocorreram alguns problemas: não paravam frente à frente, quando falavam não olhavam para o companheiro. Explicamos novamente: vocês devem proferir a frase olhando para o companheiro. Continuaram e a cada sinal paravam e olhavam para o companheiro para proferir a frase.

- O primeiro grupo manteve os personagens Simplicio e Salviati. Sentaram-se os três no chão como se estivessem em um barco pequeno e suas ações demonstravam que remavam. Olhavam para um ponto como se existisse algo no teto da sala. Salviati disse: *“Imagine estar num navio e ter fixado o olho na ponta do mastro. Porque o navio se move é necessário mover o olho para continuar vendo o mastro?”* Simplicio: *“Tenho certeza que não”*. Salviati complementou a cena usando as palavras do texto para argumentar que a Terra se move.
- O segundo grupo desenhou ondas na lousa como se fosse o mar e definiu como barco uma grande região da classe e o mastro era um do participantes. Enquanto se

desenvolvia o diálogo, uma das jogadoras limpava o navio. Era muito engraçado vê-la limpando o mastro. Salviati: *“Se o navio se move com muita velocidade, é necessário mover os olhos para continuar vendo o mastro?”* Simplício: *“Seguramente que não!”* Salviati: *“Muito bem! Isso acontece por que o mastro se movimenta junto com o navio. Agora imagine a Terra e uma torre. A torre está na Terra. Se a Terra se movimenta, a torre se movimenta! Se deixar cair da torre uma pedra, a pedra cai da torre e chega à terra. Se movimenta a Terra, se movimenta a torre! O que te parece que passaria?”*.

Vamos para nossas análises: As discussões partiram das possibilidades que o texto fornece. O primeiro grupo optou pela imaginação, pela experiência do pensamento: Imagine estar no navio.... O segundo grupo, porém, optou em encenar a situação: O mar, o navio, o mastro... e aí o diálogo foi travado a partir do que era visto.

Um dos participantes comentou que com este texto poderíamos levar para sala de aula somente o tema “experiência do pensamento” e resgatar a imaginação ou então discutir os conceitos.

Quando um dos participantes perguntou por que se definiu este foco, argumentamos que queríamos explorar a imaginação e que eles foram perfeitos imaginando a existência de um mastro, a limpeza do mastro, as ondas do mar, como remavam. Porém se quiséssemos um debate de idéias poderíamos ter centrado no quem, pessoas debatendo, e não no local, como foi neste caso.

6.2.3.2. Jogando como texto Os Diálogos Sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano

Pedimos aos participantes da oficina que utilizassem o texto da 5ª atividade da apostila (Ver ANEXO I) e, com base no texto, deveriam desenvolver a atividade de contato com o texto, estabelecer o foco e construir a improvisação.

- A atividade de aquecimento do primeiro grupo foi um debate de idéias utilizando o próprio texto. O foco foi estabelecido em dois debatedores. E a improvisação fez todo

mundo rir. Enquanto os dois debatiam as idéias, um terceiro jogador demonstrava em suas ações tudo o que eles falavam. Se Salviati falava de moscas ou animaizinhos voadores, o terceiro jogador imitava borboleta ou algo que voasse, se falava de peixes, ele imitava peixes. Quando Salviati falou de gotas cadentes entrarem todas no vaso posto embaixo. Ele andava com uma garrafa com água despejando a água em um copo. Este recurso utilizado por ele permitia verificar que se algo está se movimentando, ele também confere movimento ao que está preso a ele. O debate se desenvolveu de acordo com o texto.

- A atividade para o primeiro contato com o texto proposto pelo segundo grupo foi a de um vendedor vendendo as idéias contidas no texto. O foco estabelecido foi uma espécie de feira. Salviati e Sagredo foram conservados e o texto também. Eles proferiam frases do texto como se estivessem vendendo-as.

Quando perguntamos: O que acharam da atividade? Disseram: É interessante poder criar em cima de um texto, respondeu um dos participantes. Outro falou: É difícil! Porém interessante olhar para o texto e ver que dele pode sair qualquer coisa, mas qualquer coisa é válida! Os grupos trabalharam de forma diferente, mas cada um oferece muito a ser explorado.

Quando perguntamos: Vocês acham que é possível levar estas atividades para a sala de aula? Um dos participantes respondeu: Sim, precisamos de algo assim que permita o entrosamento entre os alunos, que permita discussões em sala de aula e que favoreça a descontração. Uma outra participante disse: Eu procurava isso, mas nunca havia encontrado, temos algumas atividades de teatro na escola, mas precisava de algo que reforçasse nossas idéias.

Uma preocupação apontada por eles foi que não conheciam tantos textos que enfocassem a vida do cientista, a ética ou mesmo históricos e para isso nos colocamos à disposição no que fosse necessário.

Um outro participante disse que este é um tipo de atividade que facilita as discussões em sala de aula, que permite que os alunos formem opiniões a respeito dos assuntos, que defendam suas idéias, que criem argumentos e isto é fundamental na escola.

Um dos participantes: Estava comentando com um colega que o que estou aprendendo nesta oficina é algo que se pode usar. Que se pode usar!

6.2.4 Fotos das Atividades Realizadas na XIII Reunión Nacional de Educación en Física

FOTO 34- Grupo de professores que participaram da oficina

FOTO 36- Primeiro contato com o ambiente

FOTO 35- Primeiro contato com texto

FOTO 37- Einstein doente deitado

FOTO 38- Einstein olhando a bússola

FOTO 39- Trabalhando com objetos imaginários

FOTO 49- A física (Ciência) entrevistando os físicos

FOTO 40- Representando o texto “Os dois máximos...”

CONCLUSÃO

Uma questão central de nossa pesquisa foi propor, discutir e exemplificar a utilização do teatro no ensino de física. Durante o desenvolvimento da nossa caminhada, pudemos verificar vários benefícios que os jogos teatrais podem trazer para esse ensino tão marcado pelo descontentamento por partes dos estudantes de nível médio e de seus professores. O conhecimento científico deve se constituir num desafio construtivo para educador e educando e não um objetivo distante da vida de ambos.

Com essa perspectiva, em nosso trabalho exploramos as idéias de Paulo Freire visando construir um ensino que valorize o diálogo problematizador do conteúdo abordado em sala de aula. Pudemos constatar que o estabelecimento desse diálogo, com base na estrutura dos jogos teatrais de Viola Spolin, pode mudar esse descontentamento com um ensino onde aprender física se resume, quase sempre, no treinamento da resolução de problemas de exames vestibulares.

Não podemos nos esquecer, enquanto educadores do ensino de física, das implicações sociais do conhecimento científico. Por isso, uma questão abordada neste trabalho foi a ética na ciência e a responsabilidade social do cientista. Com essa intensão exploramos um tema grave e dramático que envolve a física: a construção da bomba atômica e de outras possibilidades da utilização da física para fins militares. Sugerimos também que outros educadores da área de ciências da natureza procurem explorar outros temas pertinentes. É necessário que o ensino de ciências não se faça de “cego” perante essa problemática, mas a explore e forneça condições para que o estudante se posicione criticamente.

Destacamos também que o ensino de física deve tirar o cientista do imaginário fantástico e mítico colocando-o onde ele realmente está: interagindo com outros cientistas, dialogando com seu espaço-tempo, demonstrando medo e insegurança ou alegria e confiança, enfim, situações que demonstrem que o cientista também é um ser humano.

Acreditamos que os textos selecionados permitem que ocorra essa “metamorfose” na sala de aula, permitem ao aluno aprender que aquele nome (Galileu, Einstein, etc.) não simboliza apenas uma lei ou uma teoria, mas um trabalhador que esteve envolvido em questões metodológicas, paradigmáticas, conceituais e éticas de sua profissão, com familiares

que estiveram presentes de alguma forma na sua vida e com situações do cotidiano iguais às de qualquer um de nós.

A aplicação em sala de aula da estrutura dos jogos teatrais de Viola Spolin trouxe alguns benefícios: mudança de postura de professores e alunos, a criação de um ambiente agradável e convidativo para que todos exponham suas idéias e criações e as diversas possibilidades oferecidas para que o grupo encontre no texto sua teatralidade.

Em relação à mudança de postura observamos que, ao direcionar o desenvolvimento do jogo sem utilizar palavras ou ações que reforcem o certo ou o errado, as orientações podem ser motivadoras na busca da melhor saída e não da única saída; elas não trazem a resposta correta e a solução para uma problemática, mas problematizam a situação permitindo que todos os envolvidos se empenhem para solucionar o que é proposto pelo jogo.

Em relação ao clima agradável e favorável a aprendizagem, pudemos observar que ao se utilizar dos jogos para discutir algum tema relacionado com a física o ambiente se modifica: a seriedade das discussões não deixa de existir, mas tanto os alunos quanto os professores que fizeram as oficinas exploraram as discussões de forma mais receptiva. A sala de aula “quadrada” com fileiras de carteiras cede lugar para um ambiente não limitado e onde os alunos-jogadores podem expor o que compreenderam de formas diversas.

Nunes (2000) afirmou que é possível encontrar em cada texto sua teatralidade inerente. Foi exatamente isto que pudemos verificar numa atividade relacionada com uma manifestação de um cientista. Nós não encontrávamos uma possível saída para teatralizar aquele texto, “contagiados” pelo ensino vigente onde tudo tem de dar certo. Estávamos à beira de sugerir ao grupo que preparasse uma improvisação onde os jogadores fizessem um Einstein discursando, mas não fizemos esta sugestão e, para nossa surpresa, os grupos construíram uma improvisação digna de sua criatividade, respeitando a participação de todos os componentes do grupo. Nesta atividade, por intermédio do artifício da narração, pudemos contemplar o grupo buscando no texto a sua teatralidade.

Os jogos possibilitaram o desabrochar da imaginação. Os participantes ao trabalharem com coisas ou objetos imaginários como barco, mastro do barco, balde com água, pano para limpeza, peixes, borboletas, etc. transmitiram o que estavam imaginando de forma que a platéia pudesse enxergar as situações. E isso foi feito pelos jogadores de forma formidável: saíram do concreto e deram vida ao imaginário.

As atividades permitiram observar o quanto os artifícios do teatro podem auxiliar no ensino. Os alunos extrapolaram o verbal e utilizaram outros recursos que vão além das palavras, como ações, gestos e saíram “do imagine que aqui temos uma mesa”. Realmente todos tinham de imaginar que ali havia uma mesa, mas a diferença era que eles agiam como se a mesa estivesse ali e isto transforma completamente a situação.

Este trabalho também desenvolveu algumas críticas a um ensino que não permite que os indivíduos reflitam sobre sua situação e sobre seu tempo. Paulo Freire dizia que a educação não pode deixar de refletir sobre a situação social de seu país. Pudemos observar que as atividades mediadas pelos jogos teatrais mostraram o que os alunos desejam discutir. Na atividade proposta para se conhecer um pouco os planos que Einstein tinha para o futuro, propusemos que eles poderiam utilizar o próprio Einstein ou alguém que representasse a atual realidade vivida pelo alunos. Essa atividade aflorou os seus desejos de falar sobre seus sonhos, sobre a situação social de seu bairro, onde jovens deixam os sonhos, deixam os estudos e partem para uma vida triste e sem futuro.

O que podemos concluir é que o ensino de física, no nosso caso, ou o ensino de qualquer outra disciplina, não pode fechar os olhos para estas questões que são enfrentadas diariamente pelos alunos. Pudemos verificar que quando se permitiu ao aluno que falasse, ele não falou apenas sobre os sonhos de Einstein, mas sobre seus sonhos em fazer uma boa universidade e ter um futuro diferente daquele que ele presencia nos jovens na sua realidade diária.

Aprendemos na realização desta pesquisa que a presença do teatro no ensino de física pode abrir espaço a muitos outros temas que estão adormecidos na sala de aula. Temas como injustiça social, ética em qualquer profissão, alegria e prazer em aprender e ensinar e o reconhecimento e o respeito dos valores humanos podem ganhar vida através da voz de educandos e educadores.

Abrir as portas para as possibilidades que o teatro oferece ao ensino pode permitir que o aluno receba o beijo do príncipe e acorde para um tempo de diálogo, de reflexão e, muito mais do que isso, para um tempo mais solidário sem discriminações raciais e de valores e que respeite as diferenças individuais.

BIBLIOGRAFIA

ALVES, A. C. A brincadeira prometida... o jogo teatral e os folhetos populares. (Dissertação de Mestrado), São Paulo, ECA/USP, 1992.

ALVES, R. A alegria de ensinar. São Paulo, Ars Poética Editora Ltda. 1994.

AXLINE, V.M. Dibs: Em busca de si mesmo. São Paulo, Agir, 1981.

BACHELARD, G. O novo espírito científico. Rio de Janeiro, Editora Tempo Brasileiro, 1985.

_____. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. E. S. Abreu. Rio de Janeiro, CONTRAPONTO, 1996.

_____. Epistemologia. Trechos escolhidos por Dominique Lecourt. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1977.

BARBOSA, E. O segredo do mundo. Uma leitura de Gaston Bachelard. (Tese de doutorado), São Paulo, FFLCH-USP, 1985.

BARCELLOS, H. Além do círculo de giz. Brasília: Musi Med Editora, 1995.

BOAL, A. Folha de São Paulo de 20/12/2000.

BRASIL. MEC. SEMTC. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: 1999.

_____. PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: 2002.

BRECHT, B. Vida de Galileu. In Teatro Completo em 12 volumes. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, Coleção Teatro, 1991.

_____. Teatro de diversão ou teatro pedagógico. In Revista Civilização Brasileira, nº 3, julho/1965.

CALVINO, I. As Cosmicômicas. Trad. Ivo Barroso. São Paulo Companhia das Letras, 1992.

CANETTI, E. Uma luz no meu ouvido. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

- CHIQUELTO, M. J. e PARADA A. A Física. São Paulo, Ed. Scipione, 1991 vol.1
- DÜRRENMATT, F. Os físicos. Trad. João Marchner. São Paulo: Editora Brasiliense. 1966
- ECO, U. Obra aberta. Forma e indeterminação nas poéticas contemporâneas. 8ª ed. Ed., São Paulo: Perspectiva, 1997.
- EINSTEIN, A. E INFELD, L. A evolução da física. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1966.
- EISBERG, R. e RESNICK, R. Física Quântica. Trad. P. C. Ribeiro, E. F. da Silveira e M. F. Barroso, 11ª Reimpressão – Rio de Janeiro: Campus, 1979.
- EMANUEL, G. Einstein. Trad. R. Franceschini. Direitos autorais no Brasil exclusivo a ACPALMA Comunicação. Mimeo.
- FRAYN, M. Copenhague. Trad. A. Lobaki, Direitos autorais no Brasil exclusivos a ACPALMA Comunicação. Mimeo.
- FREIRE, P. À sombra desta mangueira. 2ª ed., São Paulo: Ed. Olho d'água, 1995.
- _____. Educação com prática de liberdade. 18ª Ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.
- _____. Extensão ou comunicação? Trad. R. D. de Oliveira. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.
- _____. Pedagogia da autonomia. Saberes necessários à prática educativa. 15ª Ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000.
- _____. Pedagogia do oprimido. 23ª Reimpressão. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1996.
- GALILEI, G. Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano. Trad. P. R. Mariconda. São Paulo: Discurso Editorial, 2001.
- GAMOW, G. O incrível mundo da Física Moderna. Trad. E. J. Monteiro – 2ª Ed. São Paulo: IBRASA, 1980.
- GOETHE, J.W., Doutrina das cores. São Paulo: Nova Alexandria, 1993.
- GUINSBURG, J. Considerações sobre a Tríade essencial: Texto, Ator e Público. In: Revista da USP, dezembro/fevereiro 1996-97.
- HUBISZ, J. L Report on a study of middle school physical science texts. Physics Teacher, vol. 39, may 2001.

- KIPPARDT, H. O Caso Oppenheimer. Trad. M. Silva, São Paulo: Editora Brasiliense, 1966.
- KNELLER, G.F. A ciência como atividade humana. São Paulo: Editora Zahar e EDUSP, 1980.
- KORCZAK, J. Quando Eu Voltar a Ser Criança. Trad. Y. Michalski, Summus Editorial 1981.
- KOUDELA, I. D. Jogos Teatrais. 4ª ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001.
- KOYRÉ, A. Estudos Galilaicos. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1986.
- KUHN, T. S. A estrutura das revoluções científicas. Trad. B. V. Boeira e N.Boeira. 3ª ed., São Paulo: Editora Perspectiva, São Paulo, 1994.
- LAKATOS, I. e MUSGRAVE, A. (Org.) A Crítica e o desenvolvimento do conhecimento. São Paulo: Editora Cultrix e EDUSP, 1979.
- LANCIANO, N. Ver y Hablar como Tolomeo y Pensar como Copérnico”. Enseñanza de Lãs Ciências, 1989 7(2), págs.173-182.
- LAPENDA, C. D. Teatro: Recurso lúdico e pedagógico In: Aprender e ensinar com textos não escolares. Adilson Citelli (Coord.) Vol.3. São Paulo: Cortez Editora, 1997.
- LOPES, J.L e ESCOUBÈS, B. Sources et évolution de la physique quantique – Textes fondateurs. Paris: Masson, 1994.
- MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B. Física, São Paulo: Editora Scipione, 1997, Vol. Único.
- MEDAWAR, P.B. Consejos a un joven científico. México: Fundo de Cultura Economica, 1984.
- MENEZES, L. C. Crise, Cosmos, Vida Humana, Física para uma Educação humanista. (Tese de Livre-docência) São Paulo: IF-USP, 1998.
- NEWTON, I. Principia. Coleção os Pensadores, São Paulo: Abril Cultural, 1979.
- NUNES, L. A. Do livro para o palco: Formas de interação entre o épico literário e o teatral. In: O Percevejo n.9, ano 8, 2000.
- OSTERMAN, F. e MOREIRA, M. A. Sobre o ensino do método científico. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Vol. 10 n.2 pág. 108 a 117, agosto de 1993.

PAIS, A. Sutil é o senhor... A ciência e a vida de Albert Einstein. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, 1995.

POPPER, K. R. A lógica da pesquisa científica. São Paulo: Ed. Cultrix e EDUSP, 1975.

_____. Conjecturas e Refutações. Trad. S. Bath, 3ª Edição, Brasília: Editora UNB, 1994.

PUNTUSCHKA, N. N. (Org.) Ousadia no Diálogo. São Paulo: Edições Loyola, 1993.

PUPO, M. L. S. B., Palavras em Jogo Textos literários e teatro-educação. (Tese de livre-docência) São Paulo: ECA-USP, 1997.

RAMALHO, F. e FERRARO, N.A.T. Os fundamentos da física. 5ª ed., São Paulo: Editora Moderna, 1989, Vol. 1.

ROBILOTTA, M. R. Notas de aula do Curso Construção e Realidade no Ensino de Física. São Paulo: 2001.

ROSENTHAL, R. E. JACOBSON, L. Profecias auto-realizadoras na sala de aula: as expectativas dos professores como determinantes não intencionais da capacidade intelectual dos alunos. In: Patto, M.H.S. Introdução à Psicologia escolar, São Paulo: T. A Queiroz, 1982.

SCHENBERG, MÁRIO. Pensando a Física. São Paulo: Nova Stella, 1988.

SHOR, I. Medo e ousadia – O cotidiano de professor/ Ira Shor, Paulo Freire. Trad. A. Lopez. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

SNOW, C. P. As duas culturas e uma segunda leitura. Trad. G. G. Souza e R. A. Rezende Neto. São Paulo: EDUSP, 1995.

SNYDERS, G. Alunos felizes: Reflexão sobre a alegria na escola a partir de textos literários. Trad. C. A. P. Silva. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.

SPOLIN, V. Improvisação para o teatro. Trad. I. D. Koudella. São Paulo: Editora Perspectiva, 2000, 4 ed.

_____. Jogos Teatrais. O fichário. Trad. I. D. Koudella. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001a.

_____. O jogo teatral no livro do diretor. Trad. I. D. Koudella e E. Amos. São Paulo: Editora Perspectiva, São Paulo, 2001b.

WEISBECKER, A. C. Banditos Cósmicos. Trad. D. Demasi, São Paulo: Editora Marco Zero Ltda., 1987.

ZANETIC, J. Alguns tópicos de “filosofia” da ciência. Notas de aula do curso Evolução dos Conceitos da Física. São Paulo: Publicação do Instituto de Física, USP, 1999.

_____. Física e Literatura: Uma possível integração no ensino In: Cadernos CEDES 41 - Ensino da Ciência, Leitura e Literatura 1 ed. ZAMBONI, E (Coord), Campinas: UNICAMP, 1997.

_____. Física também é cultura. (Tese de Doutorado). São Paulo: FE-USP, 1989.

_____. Gravitação Notas de Aula. São Paulo: Publicações do IFUSP, 1995.

_____. Literatura e Cultura Científica In: Linguagens, Leituras e Ensino de Ciência. Almeida, M. J. P.M e Silva, H. C. (Orgs.) Campinas: Mercado das Letras, 1998:

_____. Olhando para o futuro, desafios para o ensino de física, na escola e na cultura, após quase cem anos dos trabalhos de Einstein. Conferência de abertura do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, realizado em Águas de Lindóia. 2002.

ZOLA, E. O. O Romance experimental e o naturalismo no teatro. São Paulo: Editora Perspectiva, 1982.

ANEXO I - APOSTILA

INTRODUZINDO A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA SALA DE AULA ATRAVÉS DO TEATRO

INTRODUÇÃO

Os estudos recentes sobre o ensino de ciências apontam para uma dificuldade enfrentada pelos professores em sustentar a motivação dos alunos para a aprendizagem dos conteúdos de ciências e, particularmente da física. Acreditamos que o distanciamento dos conteúdos científicos abordados na escola com o cotidiano dos alunos, os impede de enxergar na aprendizagem das ciências uma ferramenta de diálogo com o mundo.

Sabemos que entre as muitas alternativas apontadas para minimizar esse problema, estão as propostas que evidenciam a importância da história da ciência, visando ajudar os estudantes a perceber a ciência como uma atividade humana, histórico e socialmente construída.

Embora essas idéias sejam bem aceitas pelos professores, parece-nos que lhes faltam estratégias apropriadas para colocá-las em prática na escola. A oficina que estamos propondo vem de encontro a essa necessidade, oferecendo uma possibilidade de trabalhar a história da ciência na sala de aula, através de uma atividade lúdica, que proporciona o engajamento entre os alunos, uma ponte entre o saber científico e o saber sócio-cultural e pode ajudar na sustentação da motivação dos estudantes de ciências.

Acreditamos que o ensino de ciências deve situar o aluno em uma realidade científica mais ampla, na tentativa de desmitificar a visão que se tem do cientista. Não se trata apenas de se preocupar com novas metodologias, com formas de "facilitar" a aprendizagem dos conceitos físicos, mas levar ao aluno o conhecimento do "fazer ciência", da compreensão dessa ciência como uma ferramenta útil para um diálogo com o mundo e com sua possível transformação.

Uma das possibilidades para tornar isso possível é introduzir a história da ciência nas aulas, colocando em discussão com os alunos, questões do tipo: Como foram se construindo e

se solidificando os paradigmas²⁰ da física? Como foram superados e substituídos? Quanto tempo é necessário para que uma revolução científica aconteça?

Acreditamos que essas idéias sejam úteis na formação escolar porque ajudam na desmitificação do cientista fantástico que dorme “humano” e acorda “gênio”.

A física percebida enquanto construção histórica, como atividade social humana, emerge da cultura e leva à compreensão de que modelos explicativos não são únicos nem finais, tendo se sucedido ao longo dos tempos, como o modelo geocêntrico, substituído pelo heliocêntrico, a teoria do calórico pelo conceito de calor como energia, ou a sucessão dos vários modelos explicativos para a luz. (Brasil, 1999, p. 59)

Não resta dúvida de que ao longo da história os cientistas produziram novidades experimentais e teóricas, encontraram falhas e erros nas teorias que acabaram sendo suplantadas por novas e desvendaram mistérios da natureza. Mas isso tudo não justifica que se idealize e se priorize uma visão de ciência que não leve em consideração sua prática atual e suas contradições.

Professores de ciências e alunos falam com ênfase: "Esta teoria funciona até que se prove ao contrário". Dificilmente ou nunca escutamos em sala de aula que o cientista é aquele que admira as teorias vigentes, que trabalha em função delas, que busca a todo custo comprovar sua veracidade e melhorá-las, como Kuhn (1994) expôs em sua análise epistemológica, que fala inclusive da crise dessas teorias e das revoluções científicas que fazem aflorar novas teorias.

Faz-se necessário despertar a reflexão do aluno sobre um universo físico e sobre um universo além do físico, com problemas sociais, culturais e éticos, dando a ele condições de interagir com esta realidade e tentar mudá-la e, para isso, acreditamos que o teatro possa oferecer contribuições.

A linguagem do teatro, através de peças que discutam o desenvolvimento de uma teoria física, que focalizem a discussão sobre idéias que não se tornaram teorias e os motivos que

²⁰ Utilizamos os termos “Paradigma” e “Revolução Científica” baseando-se no referencial epistemológico de Thomas Kuhn.

levaram outras a se tornarem teorias, pode possibilitar esse tipo de discussão, mesmo entre aqueles alunos que através da abordagem tradicional, sentem-se afastados dela.

Como fatores positivos na utilização das atividades teatrais nas aulas de física, ressaltamos o trabalho emocional, a imaginação como elemento útil na aprendizagem, o trabalho de ações e movimentos e a introdução de meios que favoreçam o diálogo e a discussão a respeito de temas importantes no ensino de física.

Para nós, a presença do teatro na escola é necessária e deve ter pelo menos dois objetivos: possibilitar à criança o conhecimento e o gosto pelo teatro, e desempenhar o papel de elemento didático. Entendemos que o teatro pode participar com muita eficácia da formação do estudante" (Lapenda, 1997, p. 155)

As atividades do teatro, como elementos didáticos, podem permitir a interação entre alunos, a relação do aluno consigo mesmo, a apropriação cognitiva do conteúdo presente no texto teatral e podem diminuir a distância entre a escola e as artes cênicas, já que:

(...) este distanciamento entre a escola e as artes cênicas gera alguma consequência no que diz respeito à formação global dos alunos. Uma, e a mais óbvia, é o não desenvolvimento de uma forma de apreensão do mundo cifrada pela linguagem teatral. (Lapenda, 1997: 158)

Com isso o aluno tem uma formação fragmentada não desenvolvendo outras formas de expressar o que sabe, o que sente, o que entende e o que não entende. Segundo Lapenda (1997, p. 158): "*Significa 'atrofiar' mecanismos perceptivos e sensibilidades potencializadas pelos mecanismos representativos da arte*".

Ou seja, a ausência de atividades que despertem a reflexão e a interação entre alunos poderá ser a causa da insegurança ao se comunicar e, sem comunicação a aprendizagem dificilmente acontece. Aluno integrado no mundo da cultura amplia sua visão de mundo, enriquece seu vocabulário e isso pode trazer grande contribuição na aprendizagem.

Como fatores problemáticos da utilização do teatro, ressaltamos aqueles apontados por Lapenda (1997), por exemplo, fazer dramatizações improvisadas que acabam frustrando os alunos, levando-os a não tentar novamente uma experiência teatral. A apresentação da atividade teatral desconectada do dia-a-dia da sala de aula, teatro só para diversão, sem vínculo com o conteúdo, sem preparação do aluno, só para tornar a aula diferente.

Assim, muitos professores acabam usando o teatro apenas como instrumento de fixação dos conteúdos didáticos, visto que a dramatização tornaria a aula mais dinâmica e supostamente mais interessante para o aluno. (Lapenda, 1997: 166)

Essa é uma consequência da forma equivocada de se enfatizar apenas a memorização de conteúdos e não o significado do conhecimento, seus limites, seu processo de construção, etc. Este tipo de equívoco, algumas vezes, também ocorre com a história da ciência que muitas vezes é utilizada apenas para facilitar a memorização do conteúdo.

Uma outra problemática seria o obstáculo animista apontado por Bachelard (1938). Em um livro conceituado do ensino superior (Eisberg e Resnick, 1979: 72) lemos: “... *presume-se que o elétron e pósitron se movem em torno de seu centro de massa em uma espécie de ‘dança da morte’ até se aniquilarem mutuamente.*” Seria interessante imaginar os elétrons conversando, eles poderiam falar o que sentiram ao se aproximar dos prótons ou mesmo de outros elétrons mas, qual seria o impacto de uma atividade teatral que desse vida aos elétrons na formação de adolescentes? E de futuros físicos?

É necessário estar atento a esta possibilidade ao utilizar o drama, para que o aluno não tenha uma visão errônea do mundo físico. Não basta somente utilizá-lo, mas definir em quais condições deve ser utilizado. Agindo desta forma, essa espécie de “licença científica” pode ter seu lugar no ensino de física, fazendo a ponte entre uma leitura literária e uma leitura científica.

Nunes (2000, p. 40) sugeriu uma forma para lidar com esses problemas, onde não seria necessário mudar o texto para utilizá-lo em uma atividade teatral:

(...) nossa proposta faz questão de conservar o discurso autoral (narração, descrição, comentário, reflexão, etc.), fundada na crença de que é possível descobrir nele uma teatralidade inerente e específica, capaz de render instigantes soluções de linguagem cênica.

A atividade teatral ao trabalhar a sensibilidade, a percepção, a intuição, as emoções pode permitir ao aluno fazer relações entre conteúdos, relações entre ciência e questões sociais, como também proporcionar a coragem para se arriscar, descobrir e enunciar a sua crítica, expor sua forma diferente de pensar, e o mais importante, levar à reflexão.

O teatro como atividade dinâmica tem como função instigar a resposta e contribuir para o acerto e benefício dessas situações. A dramatização reflete e forja nossas atitudes e valores como também ajuda-nos a modificá-los, a redimensionar os comportamentos culturais, podendo explorar relacionamentos desde as pessoas subjugadas à complexidade do sistema social e expostas a preconceitos e a injustiças, como cidadão. (Barcellos, 1997, p. 31)

Nosso objetivo nesta oficina é oferecer ao professor a possibilidade de desenvolver na sala de aula um ambiente favorável à aprendizagem, mais humano e menos individualista, onde as diferenças possam ser respeitadas.

Através da história da ciência, enfocaremos a atividade científica, procurando reproduzi-la na sala de aula com depoimentos, cartas e textos originais escritos por físicos. Pretendemos com isso fomentar a discussão da necessidade de desmitificar a função do cientista, o seu trabalho, o seu compromisso com o social e com o ser humano.

Por meio de atividades teatrais de Viola Spolin (2001), mostraremos como alguns textos podem ser trabalhados, onde a valorização do foco pode transformar o aluno enquanto pessoa levando-o a fazer parte de um grupo com acertos e erros.

ATIVIDADES

1. Escolha um texto que se adapte a discussão que o professor deseja promover para alcançar um objetivo.
2. Apropriação do texto.
3. Eleição de um foco para a apresentação do texto: Quem? Onde? Ou O quê?.
4. Montagem da improvisação.
5. Apresentação.
6. Avaliação.

1ª ATIVIDADE - EINSTEIN

Nosso objetivo na primeira atividade é desmitificar a pessoa do cientista, como aquele ser inatingível. A população em geral tem alguma idéia de como um jornalista trabalha, de como um médico trabalha, de como um professor trabalha, mas não tem idéia alguma de como um físico trabalha ou o que levou uma pessoa a se tornar um cientista. Alguns depoimentos de cientistas que marcaram a história, poderiam facilitar essa compreensão. Por exemplo, Peter Medawar, prêmio Nobel de Medicina de 1960, escreveu o seguinte:

Freqüentemente me perguntam “O que o fez tornar-se um cientista?”. Não consigo afastar-me o bastante de mim mesmo para oferecer uma resposta realmente satisfatória, pois não posso recordar claramente um época em que não pensasse que o mais interessante que o homem poderia ser era ser cientista. Certamente me comoveram e persuadiram os escritos de Júlio Verne e de H. G. Wells, e também um enciclopédia, não necessariamente luxuosa, que se atravessa no caminho dos adolescentes afortunados que lêem incessantemente e que continuamente estão consultando livros. (Medawar, 1984 p. 23-24)

Procuramos com esta atividade verificar de certa forma como o cientista é visto pelos alunos, ao mencionar o nome de Einstein.

O texto abaixo é um fragmento da peça “*Einstein*” de autoria de EMANUEL (mimeo, 1998).

Einstein: A coisa mais bonita que o homem pode experimentar é o mistério, o desconhecido. É esta a emoção fundamental que está na raiz de toda a ciência e de toda a arte. Foi a experiência do mistério, o medo do desconhecido que fez surgir as religiões. A certeza de que existe algo que não podemos alcançar, ou entender. Esta certeza e esta emoção são o alicerce da verdadeira religiosidade. E da ciência. E da arte.

(...)

Quando eu tinha uns 5 ou 6 anos, eu fiquei doente, de cama. Meu pai me deu uma bússola de presente. Foi um presente mágico, encantado. O melhor presente do mundo. Eu me lembro que eu ficava olhando para a agulha, horas a fio, imaginando por que ela sempre apontava para a mesma direção. Eu acho que meu pai nunca soube o quanto eu gostei do presente. A bússola nunca saiu das minhas mãos.

Quando eu tinha 9 ou 10 anos, eu não falava com as crianças da minha idade. Na verdade, eu não me comunicava com ninguém. Meus pais receavam que eu fosse mentalmente retardado... Como foi que aconteceu que, mais tarde, eu fui a pessoa a desenvolver a teoria da relatividade? A razão, eu acho, é que um adulto normal não pára pra pensar sobre problemas do tempo, do espaço. Essas são coisas nas quais ele pensou quando criança. Como o meu desenvolvimento intelectual foi retardado, eu comecei a pensar nisso quando já era adulto. Eu era um adulto com mente de criança.

Mamãe me levou a vários especialistas e meu pai foi à escola perguntar ao Diretor qual a profissão que eu deveria seguir.

“Isto realmente não tem nenhuma importância, Herr Einstein. Seu filho nunca será bem sucedido em nada.” (EMANUEL, 1998, p. 3)

JOGANDO COM O TEXTO.

Atividade para o contato com o texto: Dizer o texto para diferentes quantidades de pessoas, em diferentes tipos de espaço: íntimo/público, fechado/aberto, concentrado/disperso.

Objetivo: Com esta atividade, objetivamos verificar se os jogadores demonstrarão através de seus comportamentos qual a visão que eles têm dos cientistas. Pretendemos com isso

identificar em seus comportamentos algum estereótipo construído através dos tempos, ou mesmo como é enfocado pela mídia.

Foco: Envolvimento com a atividade a fim de revelar **Quem** o jogador é.

Segundo Spolin (2001), o problema mais difícil do *Quem sou eu*, é proporcionar ao jogador que ele permita que o Quem emerja para o que está acontecendo.

O **Quem** que pretendemos estabelecer é a figura do físico Einstein, assim o jogador deverá, a partir do que ele conhece a respeito de Einstein construir seu personagem.

Instruções: O **Quem** sugerido é a figura de Einstein. Apesar de Spolin escrever que o ideal não é estabelecer um quem conhecido, pensamos através dessa atividade permitir ao aluno que ele demonstre o que ele pensa sobre o Einstein como cientista.

Exemplos de instruções: *“Suas atitudes devem demonstrar quem você é!”*, *“Se você não conhece o Einstein, aja como um cientista que você conhece!”*, *“Se você não conhece nenhum, aja como você imagina ser um!”*, *“Espere, não tenha pressa!”*, *“Deixe que Quem você é se revele por si mesmo!”*, *“Não procure adivinhar Quem você é!”*, *“Deixe que apareça!”*

Improvisação: A improvisação deve valorizar o foco da atividade, de forma que o Quem - Einstein seja o centro das atenções.

Avaliação: Deve verificar se os jogadores mantiveram o foco. Se o Quem estipulado foi demonstrado pelos jogadores. Se a platéia compreendeu que era o físico Einstein ou um outro cientista que estava naquele momento falando, se o jogador transmitiu corretamente esse comportamento. Verificar também com a platéia como identificou isso.

Exemplos de avaliação: *“Eles comunicaram o Quem?”*, *“A idade?”*, *“Foi possível identificar que era um cientista?”*, *“Vocês conseguiram concluir através das atitudes deles que estavam representando Einstein?”* Perguntas para a platéia: *“Você conseguiram identificar com facilidades quem era Einstein?”*, *“Quais foram as atitudes dos jogadores que permitiram verificar isso?”*

2ª ATIVIDADE - OS FÍSICOS – TEXTO DE DÜRRENMATT

Na segunda e na terceira atividade almejamos propiciar a discussão sobre ética e a atividade científica.

O texto “*Os Físicos*” (DÜRRENMATT, 1966) é um daqueles que não poderiam deixar de ser conhecidos pelos alunos do ensino médio. Seu contexto é polêmico: físicos que se trancam em um hospício se fingindo de loucos, para que suas descobertas científicas e suas teorias não sejam usadas contra a humanidade. Questões como liberdade de pesquisa e riscos das aplicações do conteúdo científico podem ser discutidas na sala de aula, contribuindo na formação dos jovens com a possível problematização da aplicação consciente do conhecimento científico.

NEWTON: (...) Trata-se da liberdade de nossa ciência e nada mais. Pouco importa quem garante essa liberdade. Sirvo a qualquer sistema, desde que o sistema nos deixe em paz. Sei que hoje se fala na responsabilidade dos físicos. De repente temos medo e nos tornamos moralizantes. É uma bobagem. Temos que produzir um trabalho pioneiro e nada mais. Se a humanidade não sabe aproveitar o caminho que estamos construindo é problema dela, não nosso.

EINSTEIN: Concordo, temos que fazer trabalho pioneiro. É também o meu pensamento. Mas nem por isso podemos eximir-nos da responsabilidade. Fornecemos enormes recursos de força aos homens. Isso nos dá o direito de impor condições. Temos que nos tornar políticos no poder, já que somos físicos. Temos que decidir a bem de quem empregaremos nossa ciência e eu já me decidi. Você, pelo contrário, é um lastimável esteta, Kilton. Por que então não vem trabalhar conosco, já que só lhe importa a liberdade da ciência. Nós também há muito já não podemos nos dar ao luxo de orientar os físicos. Nós também temos necessidade de resultados. Também o nosso sistema político tem de alimentar-se das mãos da ciência.

(...)

EINSTEIN: Sinto muito que a presente situação tenha um final sangrento. Mas nós temos de atirar. Um no outro e, além disso, nos enfermeiros. Em caso de necessidade teremos de atirar também em Möbius. Pode ser que seja o homem mais importante do mundo, no entanto, os seus manuscritos são ainda mais importantes.

MÖBIUS: Meus manuscritos? Eu os queimei.

EINSTEIN: Queimou?

NEWTON; O trabalho de quinze anos.

EINSTEIN: É de ficar louco.

NEWTON: Oficialmente já o somos.

MÖBIUS: Nós três somos físicos. A decisão que iremos tomar será tomada entre físicos. Temos que proceder cientificamente. Não podemos determinar por meio de opiniões e sim por meio de conclusões lógicas. Temos de tentar aquilo que é o mais ajuizado. Não podemos nos permitir a erros de pensamento, já que uma conclusão errada pode levar à catástrofe. O ponto de partida está claro. Nós, os três, temos a mesma meta em vista, se bem que nossa tática seja diferente. A meta é o progresso da física. Você deseja conservar a sua liberdade, Kilton, pondo em dúvida a sua responsabilidade. Por outro lado você, Eisler, empenha a física no nome da responsabilidade de uma política do poder de certo país. Mas como aparece a realidade? É sobre isso que preciso de informações, caso deva tomar uma decisão.

NEWTON: Alguns dos mais célebres físicos o esperam. O pagamento e as instalações são ideais e mesmo que a região seja horrível, as instalações de ar refrigerado são excelentes.

MÖBIUS: E esses físicos são livres?

NEWTON: Meu caro Möbius, esses físicos se dispuseram a resolver determinados problemas científicos decisivos para a defesa do país. Daí é de se concluir...

(...)

MÖBIUS: Curioso. Cada um apresenta-me uma teoria diferente, mas a realidade que me é apresentada é sempre a mesma: uma prisão. Nesse caso, prefiro o meu hospício. Pelo menos me dá a certeza de não estar sendo usado por políticos.

EINSTEIN: Afinal, nós todos temos que assumir certos riscos.

MÖBIUS: Existem riscos nos quais nunca devemos incorrer: o acaso da humanidade é um deles. O que o mundo faz com as armas que já possui, nós o sabemos bem; o que faria com aqueles que eu poderia produzir, é coisa que podemos imaginar. Por isso submeti minha ação a esta convicção. Fui pobre, tive mulher e três filhos. Na universidade a glória me acenava e na indústria o dinheiro. Ambos os caminhos eram perigosos demais, pois que eu teria de publicar os meus trabalhos, cujas conseqüências seriam derrubadas de nossa ciência e a ruína da situação econômica. A responsabilidade obrigou-me a

seguir outro caminho. Deixei de lado minha carreira acadêmica, industrial e deixei minha família ao seu destino. Escolhi a boina dos bobos da corte. Declarei que o rei Salomão aparecia diante de mim e logo fui preso no hospício.

NEWTON: O que não era solução!

MÖBIUS: O bom senso exigiu esse passo. Com a nossa ciência atingimos o limite do cognoscível. Conhecemos algumas leis completamente compreensíveis, algumas relações básicas entre fenômenos incompreensíveis e isto é tudo. O gigantesco resto permanece inacessível ao entendimento. Alcançamos o fim de nosso caminho. Mas a humanidade ainda não chegou tão longe. Nós lutamos para alcançar a frente e agora ninguém nos segue e nós atingimos o vazio. Nossa ciência tornou-se terrível, nossa pesquisas perigosas, nossos conhecimentos mortíferos. Para nós físicos só resta capitular ante a verdade. Ela não cresceu diante de nós, ela morre conosco. Temos que subtrair o nosso saber e eu o subtraí. Não há outra solução, também para vocês.

EINSTEIN: O que quer dizer com isso?

MÖBIUS: Que vocês têm que ficar comigo no hospício.

MÖBIUS: É a única chance que tenho de continuar indescoberto. Somente no hospício estaremos livres. Somente no hospício poderemos continuar pensando. Em liberdade os nossos pensamentos tornar-se-iam materiais explosivos.

MÖBIUS: (...) Ou ficamos no hospício ou o mundo se torna um hospício. Ou nos apagamos na memória dos homens ou a humanidade se apaga.

NEWTON: Loucos, porém sábios.

EINSTEIN: Presos, porém livres.

MÖBIUS: Físicos, porém inocentes. (DÜRRENMATT, 1966. p. 72-80)

JOGANDO COM O TEXTO.

Atividade para apropriar-se do texto: Em duplas, um é guia, o outro é cego. O guia dirige a caminhada do cego através da emissão sonora. Enquanto o texto é lido, o cego pode prosseguir; quando o texto não é emitido, o cego deve parar.

Objetivo: O texto, através do jogo, deve favorecer a discussão sobre questões éticas que envolvem o conhecimento científico.

Foco: O foco deve estar na ação: Todos devem ser responsáveis por todos.

Instrução: Suas atitudes, suas palavras, seus gestos devem demonstrar auxílio, ou seja, um deve ajudar o outro no que for necessário.

Exemplos: *“Se um jogador disser alguma frase, o outro deve responder com uma frase que dê uma continuidade na idéia”, “Para qualquer tipo de ação, a ação resposta jogador deve demonstrar que ele se envolveu com a ação do outro”.*

Improvisação: Escolham o local onde irá ocorrer a encenação. Mantenham o foco, porém tomar os devidos cuidados para que a mensagem seja transmitida.

Avaliação: Verificar se o foco foi mantido.

Exemplos de avaliação: *“As atitudes dos jogadores demonstraram que um estava ajudando o outro?”*, *“Quais frases demonstraram que estavam prontos para auxiliar o colega?”*

3ª ATIVIDADE - O CASO OPPENHEIMER – TEXTO DE KIPPARDT

Nesta terceira atividade enfocaremos o texto de KIPPARDT (1966) que é rico em detalhes ao descrever os pensamentos de um físico ao ver o resultado trágico de sua pesquisa científica. Anatol Rosenfeld (In KIPPARDT, 1966, p. V - VI) escreve no prefácio que: *“A peça de Heinar Kippahardr é certamente uma das experiências mais radicais neste campo (do teatro), visto basear-se, quase na íntegra, no documento oficial que transcreve o inquérito do físico Oppenheimer, realizado em Washington, de 12 de abril a 6 de maio de 1954, perante a Comissão de Segurança, e que foi publicado pelo Departamento de Estado.”*

Acreditamos ser interessante a discussão deste texto em sala de aula, devido aos danos sofridos pela população que marcaram a história, favorecendo não somente o despertar crítico como também atitudes concretas perante o desenvolvimento científico.

Refletindo sobre mim mesmo, um cientista, um físico em nosso tempo, comecei a me perguntar se não ocorreu realmente, qualquer coisa como uma traição mental (...) Quando penso que, para nós, se tornou fato corriqueiro que também as pesquisas fundamentais da física nuclear fiquem cercadas de um sigilo do mais alto grau, que os nossos laboratórios sejam pagos pelas administrações

militares e vigiadas, como objetos bélicos, quando penso no que se teriam transformado, num caso análogo, as idéias de Copérnico ou as descobertas de Newton, aí eu pergunto a mim mesmo se nós não praticamos, efetivamente, uma traição ao espírito da ciência, ao cedermos aos militares o nosso trabalho de pesquisa sem pensarmos nas consequências (...) (KIPPHARDT, 1966, p. 154).

JOGANDO COM O TEXTO.

Objetivo: Esta atividade visa favorecer a discussão sobre as questões éticas que envolvem o conhecimento científico, problematizando assim o tema no ensino.

Foco: Relação entre jogadores em uma série de relacionamentos que se transformam.

Instrução: A relação estabelecida é entre um físico e qualquer cidadão comum, a exemplo: barbeiro, manicure, vendedor, administrador, político etc. Durante o jogo deve haver uma inversão de papéis sobre o Quem.

Exemplos de instrução: *“Permaneça com esse movimento! Seu movimento deve demonstrar quem você é!”*, *“Agora mude!, faça o que o outro estava fazendo!”*, *“Se coloque na posição do outro”*, *“Suas ações devem demonstrar que mudou de posição e suas palavras também!”*.

Improvisação: O foco deve ser mantido, porém o tipo de relacionamento pode ser definido pelo grupo.

Avaliação: A avaliação sempre deve verificar se o foco foi mantido.

Exemplos de avaliação: *Platéia, a relação estabelecida entre os jogadores estava clara?*, *“Jogadores, o que sentiram quando mudaram de posição?”*.

4ª ATIVIDADE - OS DIÁLOGOS SOBRE OS DOIS MÁXIMOS SISTEMAS DO MUNDO PTOLOMAICO E COPERNICANO – TEXTO DE GALILEU GALILEI

Nesta quarta atividade exploraremos ainda mais a contribuição de Galileu, trabalharemos com trechos de uma de suas últimas publicações, “Os Diálogos”, que têm uma construção teatral com os diálogos entre Salviati, Sagredo e Simplicio. Galileu, apondo-se ao pensamento aristotélico então dominante, apresenta através do diálogo os elementos básicos

de sua teoria. Essa argumentação pode ser explorada em sala de aula ao discutir conteúdos relacionados com a construção da cinemática, da dinâmica e da gravitação.

Esse tipo de argumentação desenvolvida por Galileu pode ser utilizada numa experiência em sala de aula em que o professor de física queira discutir de forma mais significativa alguns conceitos básicos da mecânica e, ao mesmo tempo, queira apresentar aos seus alunos como essas idéias surgiram através da fala de um de seus criadores mais importantes. Ele estaria, assim agindo, colocando-os em contato com o "romance da física", como diria Mário Schenberg em suas aulas e, ao mesmo tempo, até poderia suscitar uma discussão de caráter histórico/filosófico sobre o assunto em sala de aula. (Zanetic, 1998 p. 22)

Ao levar um fragmento dos diálogos escritos por Galileu para a sala de aula, possibilitamos ao aluno vislumbrar os escritos originais de Galileu, bem como suas inquietações sobre a relatividade de movimento.

Salviati: Imaginai agora estar num navio e ter fixado o olho na ponta do mastro: acreditais que, porque o navio se movesse também velocissimamente, ser-vos-ia necessário mover o olho, para manter a vista sempre na ponta do mastro e seguir o seu movimento?

Simplicio: Tenho certeza de que não seria preciso fazer nenhuma mudança, e que não somente a vista, mas, quando, eu tiver ajustado a mira de um arcabuz, qualquer que fosse o movimento do navio, jamais seria preciso movê-la num só fio de cabelo para mantê-lo ajustada.

Salviati: E isso acontece porque o movimento que o navio confere ao mastro confere-o também a vós e a vosso olho, de modo que não vos convém movê-lo para olhar a ponta do mastro: e, conseqüentemente, ela aparece-vos imóvel.

(...) Transferi agora este argumento para a rotação da Terra e a pedra colocada no alto da torre, na qual não podeis discernir o movimento, por que tendes em comum com a Terra aquele movimento que é necessário para segui-la, nem é necessário mover o olho; quando depois lhe advém o movimento para baixo, que é particular dela, e não vosso, e que se mistura com o circular, a parte do circular que é comum a pedra e ao olho continua a ser imperceptível, e somente se faz sensível o movimento reto, porque, para segui-la, deveis mover o olho abaixando-o. (...). (GALILEI, 2001, p. 331-332)

JOGANDO COM O TEXTO

Atividade para o contato com o texto: Todos andando e lendo silenciosamente; a um sinal, alguém olha a pessoa mais próxima e lhe diz a frase em que parou. O outro responde dizendo a sua passagem.

Objetivo: Visamos com esta atividade desenvolver ações que possibilitem demonstrar experiências de pensamento.

Foco: Os jogadores devem estabelecer o **Onde** ocorrerá a improvisação.

Instrução: Definam onde estão os jogadores. Definam onde estão os objetos. Os objetos não podem existir só na mente, mas no espaço, devem existir fisicamente para os jogadores.

Exemplos de instrução: *“A cadeira está aí! Sentem nela!”*, *“Não andem por aí! A mesa está aí!”*

Improvisação: Podem criar outras falas e outros personagens além de Simplício e Salviatti, porém devem manter o texto e o foco.

Avaliação: Verificar se o foco foi mantido e se as ações transmitiram o texto.

Exemplos de avaliação: *“Platéia, as ações dos jogadores estavam de acordo com o texto?”*, *“Você conseguiram compreender o texto pelas ações dos jogadores?”*, *“Qual ação chamou mais a atenção de vocês?”*, *“Jogadores, qual parte do texto foi mais difícil transformar em ação?”*, *“Do que vocês gostaram mais?”*, *“Os jogadores respeitam a existência física dos objetos imaginados por eles?”*

5ª ATIVIDADE - OS DIÁLOGOS SOBRE OS DOIS MÁXIMOS SISTEMAS DO MUNDO PTOLOMAICO E COPERNICANO – TEXTO DE GALILEU GALILEI

Nesta quinta atividade iremos discutir o tema que foi muito bem sintetizado no título do artigo de LANCIANO (1989) *“Ver y Hablar como Tolomeo y Pensar como Copérnico”*. Acreditamos ser importante levar ao aluno o conflito que se estabelece entre a nossa percepção geocêntrica e o nosso conhecimento escolar heliocêntrico.

Discussões sobre movimento da Terra são tratadas de maneira simplista, isto é, como se não houvesse nenhum obstáculo causado pelas experiências primeiras vividas por alunos em seu cotidiano (BACHELARD, 1968) ou de forma obscura, complicando ainda mais o seu entendimento. De nenhuma forma se leva para a sala a discussão de como esse conhecimento foi construído, considerando os longos séculos de debate e as sérias conseqüências da defesa de uma posição.

Para essa discussão, texto “Os diálogos sobre os dois maiores sistemas do mundo, Ptolomaico e Copernicano”, (GALILEI, 2001) é muito rico, pois além de trazer a posição defendida por Galileu, pode despertar tais reflexões.

Salviati: (...) Fechai-os com algum amigo no maior compartimento existente sob a coberta de algum grande navio, e fazei que aí existam moscas, borboletas e semelhantes animaizinhos voadores; seja também colocado ali um grande recipiente com água, contendo pequenos peixes; suspenda-se ainda um balde, que gota a gota verse água em outro recipiente de boca estreita, que esteja colocado por baixo; e, estando em repouso o navio, observai diligentemente como aqueles animaizinhos voadores com igual velocidade vão para todas as partes do ambiente; ver-se-ão os peixes nadar indiferentemente para todos os lados; as gotas cadentes entrarem todas no vaso posto embaixo; e vós, lançando alguma coisa para o amigo, não deveis lançar com mais força para esta que para aquela parte, quando as distâncias seja iguais; e saltando, como se diz, com os pés juntos, transporíeis espaços iguais para todas as partes. Assegurai-vos de ter diligentemente todas essas coisas, ainda que não exista dúvida alguma de que enquanto o navio esteja parado as coisas devem acontecer assim e fazei mover o navio com quanta velocidade desejardes; porque (sempre que o movimento seja uniforme e não flutuante de cá para lá) não reconheceréis uma mínima mudança em todos os mencionados efeitos, nem de nenhum deles podereis compreender se o navio caminha ou está parado...: saltando, percorreríeis no tablado os mesmo espaços que antes, nem daríeis saltos maiores para a popa que para a proa, porque o navio se move velocissimamente, ainda que, no tempo durante o qual estejais no ar, o tablado subjacente deslize para a parte contrária ao vosso salto; e jogando alguma coisa ao companheiro, não será necessário atirá-la com mais força para alcançá-lo, se ele estiver para a proa e vós para a proa, que se estivesseis colocados ao contrário; e as gotas continuarão a cair como antes no recipiente inferior; sem que nenhuma caia em direção à popa, ainda que, enquanto a gota está no ar, o navio navegue muitos palmos; os peixes na sua água nadarão sem maior esforço tanto para a parte precedente quanto para a parte subsequente do vaso, e com a mesma facilidade chegarão ao alimento colocado em qualquer

lugar da borda do recipiente; e finalmente as borboletas e as mocas continuarão seus vãos indiferentemente para todas as partes, e nunca acontecerá que se concentrem na parte endereçada para a popa, como se estivessem cansadas de acompanhar o curso veloz do navio, do qual seriam separadas, por manter-se no ar por longo tempo; e se queimando alguma lágrima de incenso produzísseis um pouco de fumaça, veríeis que ela se eleva para o alto e como uma pequena nuvem aí se mantém, movendo-se indiferentemente não mais para esta que para aquela parte. E a razão de toda esta corresponde de efeitos é ser o movimento do navio comum a todas as coisas contidas nele e também no ar, razão pela qual sugeri que se estivesse sob a cobertura do navio (...)

Sagredo: Estas observações, ainda que navegando não me tenha deliberadamente ocorrido fazê-las, todavia estou mais que certo de que acontecerão da maneira relatada: e como confirmação disso, lembro-me de que, estando no meu camarote, encontrei-me por centenas de vezes perguntando se o navio caminhava ou estava parado e, algumas vezes, fantasiando, acreditava que ele seguisse numa direção, enquanto o movimento era na direção contrária. Portanto, até aqui estou satisfeito e persuadido da nulidade do valor de todas as experiências efetuadas para provar mais parte negativa que a afirmativa da rotação da Terra.

Salviati: Antes de vir à solução dessa objeção, não posso calar aquilo que observei mil vezes, e não sem rir, acontecer na mente de quase todos os homens que ouvem pela primeira vez a menção desse movimento da Terra, que eles acreditam de tal modo fixa e imóvel (...) Ora que tal pensamento estultíssimo (...) encontre seu lugar na mente de homens comuns e de juízo limitado, não me espanto; mas que os Aristóteles e os Ptolomeus tenham caído eles também nesta infantilidade, parece-me verdadeiramente uma ingenuidade muito mais estranha e imperdoável. (GALILEI, 2001, p. 268-270)

JOGANDO COM O TEXTO

Atividade para o contato com o texto: Dizer o texto para diferentes quantidades de pessoas, em diferentes tipos de espaço: íntimo/público, fechado/aberto, concentrado/disperso.

Foco: Desenvolver bons argumentos para uma discussão.

Instrução: Na conversa devem ser utilizadas frases do texto. Cada jogador deve utilizar argumentos que nasçam do texto.

Exemplos de instrução: *“Falem diretamente um com o outro!”*, *“Defenda sua idéias!”*, *“Criem argumentos do texto para continuar o diálogo!”*.

Improvisação: Deve manter o foco, ficar centrada no diálogo. Pode existir mais personagens além de Simplício, Salviati e Sagredo.

Avaliação: Verificar se mantiveram o diálogo, se um centrou sua atenção no outro e no texto.

Exemplos de avaliação: “*Os jogadores permitiram que o diálogo fosse motivado pelo texto? A conversa se desenvolveu tranquilamente ou foi difícil manter o diálogo? Cada jogador defendeu sua idéia? Ou não ficou claro o que cada um estava defendendo?*”

6ª ATIVIDADE - VIDA DE GALILEU – TEXTO DE BERTOLD BRECHT

Nesta sexta atividade temos a oportunidade de trabalhar ou de evidenciar as outras relações que envolvem o fazer do cientista, ou seja existem amigos, familiares como pano fundo nas atividades científicas, mostrando que o cientista não é uma pessoa inatingível, um mito.

Para isso, utilizaremos um trecho do texto “Vida de Galileu”, Bertold Brecht (1991).

O texto é rico em situações históricas que mostram a grandeza do trabalho de Galileu, ao mesmo tempo que desnuda situações corriqueiras, onde vemos artimanhas ardilosas para conseguir favores, financiamentos, privilégios e poder.

Entra Virgínia, olhando à volta como quem procura.

Inquisidor de seu canto – *Então, minha filha.*

Virgínia – Um pouco assustada, pois não o havia visto – *Oh, Eminência!*

O Inquisidor estende-lhe a mão direita, sem levantar os olhos. Ela se aproxima, ajoelha e beija o anel.

Inquisidor – *Uma noite esplêndida! A senhora aceite a minhas felicitações pelo seu noivado. O seu noivo é de ótima família. Vocês ficarão aqui, em nossa Roma?*

Virgínia – *Por enquanto não, Eminência. Há tanta coisa a preparar, antes do casamento.*

Inquisidor – *Muito bem, a senhora portanto volta com seu pai para Florença. Acho excelente. Eu imagino que o seu pai precise da senhora. A matemática é companheira fria, não é? Num ambiente desses, uma criatura de carne e osso faz muita diferença. Quando se é um grande homem, o mundo das estrelas é muito grande, e é muito fácil perder-se nele.*

Virgínia com a respiração cortada – *É muita bondade, Eminência. Eu, na verdade, não entendo quase nada dessas coisas.*

Inquisidor – *Não! ri. Em casa de pescador não se come peixe, hein? O senhor seu pai vai achar graça quando souber que você, minha filha, aprendeu comigo o que sabe das estrelas. Folheando o protocolo. O que se lê aqui é que nossos inovadores consideram bastante exagerada a importância que habitualmente damos à nossa querida terra, o mestre de todos eles, mundialmente acatado, é o senhor seu pai, um grande homem, um dos maiores. Bom, desde os tempos de Ptolomeu, um sábio da antigüidade, até o dia de hoje, calculava-se que a criação inteira – a esfera de cristal, portanto, em cujo o centro está a terra – mediria perto de vinte mil diâmetros terrestre. É um bonito espaço, mas é pouco, muito pouco, para os inovadores. Segundo estes parece que a extensão do espaço é imensa; a distância da Terra ao Sol, que sempre nos pareceu respeitável, por coisa tão mínima, comparada entre a distância de nossa pobre terra e a estrelas fixas da última esfera, tão mínima que não vale a pena levá-la em conta nos cálculos!*

Virgínia ri. O Inquisidor também.

Inquisidor – *De fato, há poucos dias vários senhores do Santo Ofício, ficaram quase chocados com essa imagem do mundo, perto da qual a nossa parece uma miniatura, dessas que enfeitam o colo encantador das juvenzinhas. O que os padres temem é que, nesse espaço enorme, seja fácil perder de vista um prelado, ou mesmo um cardeal. O próprio papa talvez caísse fora das vistas do Senhor. É, é engraçado, minha filha, mas ainda assim acho excelente que a senhora continue perto do seu grande pai, que nós todos prezamos tanto. Será que eu conheço seu confessor?*

Virgínia – *Padre Cristóforo de Santa Úrsula.*

Inquisidor – *Sei. Eu acho excelente que a senhora acompanhe o senhor seu pai. Ele vai precisar muito, a senhora talvez ainda não saiba como, mas vai precisar. A senhora é tão jovem, uma criatura de carne e osso, e a grandeza nem sempre é fácil de suportar, para aqueles a quem Deus a deu, nem sempre. Nenhum mortal é tão grande que não se possa incluí-lo numa oração. Mas eu estou tomando seu tempo, minha filha, o seu noivo já deve estar enciumado, e quem sabe também seu bom pai, pois eu falei das estrelas, e é provável que tenha dito coisas obsoletas. Agora vá dançar, mas não esqueça de cumprimentar padre Cristóforo de minha parte.*

Virgínia sai depois de curvar-se profundamente. (BRECHT, 1991, p. 116-117.)

JOGANDO COM O TEXTO

Objetivo: Esta atividade visa a compreensão do contexto real da vida cotidiana de um cientista, que envolve também as relações afetivas, familiares.

Foco: Relação de poder e submissão.

Instrução: A relação estabelecida é entre uma pessoa que mantenha o poder e outra submissa, simulando uma confissão. Exemplo: patrão e empregado, professor e aluno, um ator famoso e uma tiete, um político e um eleitor etc.

Exemplos de instrução: *“Seus movimentos e sua voz deve expressar submissão ou poder!”*

Improvisação: Inverter o sentido de poder e submissão dos personagens, através do tom de voz e dos gestos, utilizando o próprio texto.

Avaliação: A avaliação deve verificar se as relações foram estabelecidas claramente.

Exemplos de avaliação: *“Platéia, quem tinha o poder demonstrou submissão na sua interpretação? E o contrário ocorreu?”*

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Trad. E. S. Abreu. Rio de Janeiro: CONTRAPONTO, 1996.

BARCELLOS, H. Além do círculo de giz. Brasília: Musi Med Editora, 1995.

BRASIL. MEC. SEMTC. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: 1999.

BRECHT, B. Teatro de diversão ou teatro pedagógico. In Revista Civilização Brasileira, nº 3, julho/1965.

EISBERG, R. e RESNICK, R. Física Quântica. Trad. P. C. Ribeiro, E. F. da Silveira e M. F. Barroso, 11ª Reimpressão – Rio de Janeiro: Campus, 1979.

GALILEI, G. Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano. Trad. P. R. Mariconda. São Paulo: Discurso Editorial, 2001.

GAMOW, G. O incrível mundo da Física Moderna. Trad. E. J. Monteiro – 2ª Ed. São Paulo: IBRASA, 1980.

GUINSBURG, J. Considerações sobre a Tríade essencial: Texto, Ator e Público. In: Revista da USP, dezembro/fevereiro 1996-97.

KNELLER, G.F. A ciência como atividade humana. São Paulo: Editora Zahar e EDUSP, 1980.

KOYRÉ, A. Estudos Galilaicos. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1986.

KUHN, T. S. A estrutura das revoluções científicas. Trad. B. V. Boeira e N.Boeira. 3ª ed., São Paulo: Editora Perspectiva, São Paulo, 1994.

LANCIANO, N. Ver y Hablar como Tolomeo y Pensar como Copérnico”. Enseñanza de Lãs Ciências, 1989 7(2), págs.173-182.

LAPENDA, C. D. Teatro: Recurso lúdico e pedagógico In: Aprender e ensinar com textos não escolares. Adilson Citelli (Coord.) Vol.3. São Paulo: Cortez Editora, 1997.

LOPES, J.L e ESCOUBÈS, B. Sources et évolution de la physique quantique – Textes fondateurs. Paris: Masson, 1994.

MEDAWAR, P.B. Consejos a un joven científico. México: Fundo de Cultura Economica, 1984.

MENEZES, L. C. Crise, Cosmos, Vida Humana, Física para uma Educação humanista. (Tese de Livre-docência) São Paulo: IF-USP, 1998.

NUNES, L. A. Do livro para o palco: Formas de interação entre o épico literário e o teatral. In: O Percevejo n.9, ano 8, 2000.

PAIS, A. Sutil é o senhor... A ciência e a vida de Albert Einstein. Rio de janeiro, Editora Nova Fronteira, 1995.

PUNTUSCHKA, N. N. (Org.) Ousadia no Diálogo. São Paulo: Edições Loyola, 1993.

PUPO, M. L. S. B., Palavras em Jogo Textos literários e teatro-educação. (Tese de livre-docência) São Paulo: ECA-USP, 1997.

SCHENBERG, MÁRIO. Pensando a Física. São Paulo: Nova Stella, 1988.

SNOW, C. P. As duas culturas e uma segunda leitura. Trad. G. G. Souza e R. A. Rezende Neto. São Paulo: EDUSP, 1995.

SPOLIN, V. Improvisação para o teatro. Trad. I. D. Koudella. São Paulo: Editora Perspectiva, 2000, 4 ed.

_____. Jogos Teatrais. O fichário. Trad. I. D. Koudella. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001a.

_____. O jogo teatral no livro do diretor. Trad. I. D. Koudella e E. Amos. São Paulo: Editora Perspectiva, São Paulo, 2001b.

ZANETIC, J. Alguns tópicos de “filosofia” da ciência. Notas de aula do curso Evolução dos Conceitos da Física. São Paulo: Publicação do Instituto de Física, USP, 1999.

_____. Física e Literatura: Uma possível integração no ensino In: Cadernos CEDES 41 - Ensino da Ciência, Leitura e Literatura 1 ed. ZAMBONI, E (Coord), Campinas: UNICAMP, 1997.

_____. Física também é cultura. (Tese de Doutorado). São Paulo: FE-USP, 1989.

_____. Gravitação Notas de Aula. São Paulo: Publicações do IFUSP, 1995.

_____. Literatura e Cultura Científica In: Linguagens, Leituras e Ensino de Ciência. Almeida, M. J. P.M e Silva, H. C. (Orgs.) Campinas: Mercado das Letras, 1998:

_____. Olhando para o futuro, desafios para o ensino de física, na escola e na cultura, após quase cem anos dos trabalhos de Einstein. Conferência de abertura do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, realizado em Águas de Lindóia. 2002.

ZOLA, E. O. O Romance experimental e o naturalismo no teatro. São Paulo: Editora Perspectiva, 1982.

PEÇAS DE TEATRO

BRECHT, B. Vida de Galileu. In Teatro Completo em 12 volumes. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, Coleção Teatro, 1991.

EMANUEL, G. Einstein. Trad. R. Franceschini. Direitos autorais no Brasil exclusivo a ACPALMA Comunicação. Mimeo.

FRAYN, M. Copenhague. Trad. A. Lobaki, Direitos autorais no Brasil exclusivos a ACPALMA Comunicação. Mimeo.

KIPPARDT, H. O Caso Oppenheimer. Trad. M. Silva, São Paulo: Editora Brasiliense, 1966.