

---

## O TEATRO COMO FERRAMENTA DE APRENDIZAGEM DA FÍSICA E DE PROBLEMATIZAÇÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA<sup>+,\*</sup>

---

*Marcio Medina*

Colégio Pedro II – Uned-Niterói

Niterói – RJ

Colégio Qi

Rio de Janeiro – RJ

*Marco Braga*<sup>2</sup>

CEFET-RJ<sup>3</sup>

Rio de Janeiro – RJ

### Resumo

*Neste artigo apresentamos uma experiência didática onde as relações entre Física e Arte se apresentam através da História da Ciência. O teatro é o elemento motivador de uma metodologia de ensino voltada para uma aprendizagem interdisciplinar, que coloca em prática os pressupostos indicados na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 9394/96 e nos Parâmetros Curriculares Nacionais PCN+ (2002). Na atividade foram desenvolvidas as habilidades e competências necessárias para a vida, a partir da encenação teatral de um texto adaptado da peça “A Vida de Galileu Galilei” de Bertolt Brecht. O texto foi adaptado visando explorar o conteúdo de Física, de Astronomia e áreas afins. Pretende-se, a partir daí,*

---

<sup>+</sup> Theater as Physics learning and problem-solving tool of the nature of Science

<sup>\*</sup> Recebido: fevereiro de 2010.

Aceito: maio de 2010.

<sup>1</sup> Trabalho realizado com apoio de CNPq e FAPERJ.

<sup>2</sup> Grupo Teknê.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

*alcançar uma maior integração entre as disciplinas científicas e destas com as de ciências humanas e sociais. A peça ocorre como parte de um trabalho sobre a revolução científica, técnica, artística, econômica e social ocorrida durante os séculos XVI e XVII. O trabalho foi acompanhado de uma pesquisa sobre a aprendizagem e interesses dos alunos em relação à Física onde se procurou avaliar as vantagens e desvantagens da metodologia adotada. Procuraremos, aqui, descrever as etapas do trabalho desde as primeiras discussões travadas em sala até a montagem da peça. Nesse processo, os alunos tiveram uma participação efetiva, desde a idealização à execução final do trabalho, incluindo os ensaios, a pesquisa e a produção de cenários e figurinos, marcação de cenas, layout dos programas da peça, do cartaz, etc. Os resultados alcançados apresentaram-se de acordo com as competências gerais, habilidades e o letramento, defendidos pela nova educação exigida para os alunos do século XXI.*

**Palavras-chave:** *Ensino de Física; Interdisciplinaridade; História da Ciência; Teatro Científico.*

#### **Abstract**

*This article shows a new teaching way to approach Physics and Arts through History of Science. This methodology puts the Theater as a gear of the interdisciplinary learning that practices the Lei de Diretrizes e Bases (LDB) and the Parâmetros Curriculares Nacionais PCN+(2002) requirements. The activity developed skills and competencies for life, from the theatrical productions of texts of "Galileo's Life" of Bertolt Brecht. The text was adapted in order to explore the contents of Physics and Astronomy and related fields. It is intended to achieve greater integration between scientific disciplines and human and social sciences. The play takes place as part of a work on the scientific revolution, technical, artistic, economic and social developments during the sixteenth and seventeenth centuries. The work was accompanied by research on students' learning and interests in relation to the Physics which sought to evaluate the advantages and disadvantages of the methodology adopted. We shall try to*

*describe the stages of work since the first discussions in the classroom until the final act. The results are in accordance with general skills, abilities and literacy, defended by the new education required for students of the 21st century.*

**Keywords:** *Physics Education; Interdisciplinarity; History of Science; Scientific Theater.*

## **I. Introdução**

De acordo com a LDB, a Educação Básica tem por finalidade *desenvolver o educando, assegurando-lhe uma formação indispensável para o exercício da cidadania, fornecendo-lhe os meios necessários para o seu progresso nos estudos superiores e na vida profissional* (art. 22). O trabalho que será aqui apresentado pretende analisar uma experiência educacional que procurou atender a essas diretrizes. Seu objetivo é ir além do ensino acadêmico convencional, mostrando possibilidades de transformação da escola. Primeiramente num espaço de discussão de ideias, muito mais do que de aprendizagem de verdades inquestionáveis. Depois num espaço onde o ensino não seja constituído de disciplinas estanques, limitadas em si mesmo, mas como um local onde o aprender aconteça de modo interativo (professor e aluno envolvidos, trocando experiências e saberes) e dinâmico. Algo que não veja o professor somente como provedor, detentor do saber, e que não considere o aluno como mero receptor.

Pretende-se discutir as possibilidades de utilização do teatro (tão diferente do universo técnico-científico, em tese) para alicerçar o conhecimento sobre a Natureza da Ciência e mostrar que existem várias formas entrelaçadas de aprendizagem, não somente daqueles que participaram ativamente da montagem das peças, mas também da plateia. Todos podem aprender mais sobre a construção do conhecimento científico, de forma inesquecível e consistente, saboreando a descoberta do conhecimento.

*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. PCN+ (BRASIL, 2002, p. 84)*

Acredita-se, então, num trabalho interdisciplinar, baseado na complexidade, de forma que os conteúdos se entrelacem e preparem o aluno de forma sólida, desenvolvendo habilidades e competências que o capacitem a se inserir, com sucesso, na realidade.

Diversas tentativas têm sido feitas, desde a edição do livro de C. P. Snow (1995), visando reaproximar essas duas culturas, o campo das chamadas ciências humanas e sociais – no qual se insere a arte – do campo das chamadas ciências naturais e a tecnologia nelas embasada (SARAIVA, 2007). Esforços estão sendo feitos no sentido de humanizar a ciência nos currículos de ensino de ciências em simpósios, encontros, atividades e projetos vinculando ciência e arte (*ib idem*), visando uma maior aproximação entre esses dois universos e um maior interesse pelas questões científicas por parte do público geral.

Assim, o desenvolvimento de estratégias educativas que aliem arte e ciência pode gerar inovações para o ensino de ciências no ambiente formal das escolas ou nos ambientes de ensino não-formais das mais diversas naturezas.

No entanto, o ensino de ciências é uma área em que se verifica uma grande resistência a essa mudança. Isso tem repercussões na sala de aula, onde se constata que a maioria dos alunos encara *a priori* as disciplinas de Física e Química como “bichos de sete cabeças”, só acessíveis a um número muito restrito de estudantes. A visão de cientista vem impregnada de estereótipos, comumente veiculadas pelos meios de comunicação (BARRETO et al, 2007).

Segundo o ator Carlos Palma (2006), para entendermos o todo, não é possível ignorar a ciência, pois ela é parte integrante da sociedade, da economia, das nossas ações e da nossa vida. Portanto, a interdisciplinaridade abrange a busca de uma aproximação enérgica e criativa entre ciências e humanidades. Arte e ciência são frequentemente consideradas áreas totalmente opostas. A arte é tida como entretenimento e vista como uma forma de criatividade baseada em idiosincrasias pessoais, não tendo necessidade de dar explicações ou desfazer equívocos. A ciência, no entanto, está imersa numa área de racionalização pura e metódica, que explica observações e valida teorias com base em fatos. Essa imagem estereotipada provoca uma forte separação entre essas duas atividades. Entretanto, inúmeros são os casos que, ao longo da história, ignoraram e ultrapassaram essa separação. O próprio Leonardo da Vinci, escultor, pintor, engenheiro e cientista, afirmava que ciência e arte se complementam, constituindo a atividade intelectual.

Tanto no Brasil como ao redor do mundo, diversos eventos vêm sendo realizados com o intuito de fazer arte e ciência interagirem, como exposições, feiras e *workshops*. No teatro já foram levadas à cena peças relacionadas com diversas

temáticas que partem de questões científicas e que são comumente categorizadas como “teatro científico”.

O teatro, sendo um instrumento de comunicação por excelência, pode ter um papel muito importante na formação da opinião pública e a ciência abrange um variado rol de assuntos passíveis de serem representados de uma maneira interessante, divertida e agradável. As descobertas, as invenções, as aplicações da ciência no cotidiano, as biografias dos cientistas mais conceituados, são apenas alguns exemplos do vasto universo de temas possíveis de serem dramatizados. Dessa forma, o palco torna-se uma possibilidade de ampliar e cativar os alunos para questionamentos, provocações e reflexões sobre a natureza da ciência, que tocam a humanidade e que estão cada vez mais infiltrados nas preocupações sociais e econômicas (PALMA, 2006).

A teatralidade já foi utilizada diversas vezes ao longo da história como forma de expressão de conteúdos tanto científicos como filosóficos. Vide Platão, que escreveu diversos diálogos para expor suas ideias, e Galileu Galilei, que procurou seguir o exemplo do filósofo grego e também expôs algumas de suas ideias através de personagens. Por outro lado, grandes cientistas que, por terem características tão peculiares e marcantes, foram transformados em personagens de teatro, como Einstein (Einstein, 1998), Niels Bohr e Heisenberg (Copenhague, 2001), Richard P. Feynman (E agora Sr. Feynman?, 2004), Kepler e Galileu (Dança do Universo, 2005), Newton e Leibniz (Calculus, 2003) e Lavoisier (Oxigênio, 2006).

As ciências apresentam um vasto leque de personalidades suscetíveis de serem transformados em personagens no teatro. A maioria das peças que abordam a ciência não é escrita por cientistas, mas por dramaturgos com manifestos conhecimentos em teatro, ao exemplo de Bertolt Brecht (Alemanha) e Osvaldo Mendes (Brasil). Talvez por essa razão, estes geralmente abordam o tema na perspectiva do cientista e não somente das ideias científicas.

O teatro científico, na maioria das vezes, não tem a preocupação de abordar os temas numa vertente pedagógica, procurando muito mais questões humanísticas. Entretanto, alguns desses textos também transmitem ideias sobre a natureza da ciência, que permite uma reflexão do público sobre o papel social da ciência. O teatro procura fazê-lo de forma simples, lúdica e agradável, com o objetivo de torná-los mais acessíveis, prazerosos, ou, segundo Paul G. Hewitt, “delightful” (HEWITT, 1997). Cabe aos professores remeter a discussão, posteriormente, para a sala de aula.

Através do teatro, é possível atrair o público para assuntos científicos, com as constantes dúvidas, provocações e reflexões, cada vez mais presentes nas preocupações de todos enquanto indivíduos. Assim, o teatro científico deve ser

encarado como uma possibilidade de ampliar e cativar o grande público, além de constituir uma agradável ferramenta de ensino.

A linguagem teatral pode desempenhar um papel poderoso no processo de ensino e de aprendizagem. Para as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), a capacidade de abstração, a capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, a capacidade de trabalhar em equipe, de disposição para procurar e aceitar críticas, etc, também são competências. Dessa forma, o teatro permite que os jovens encontrem o seu lugar num projeto, que se sintam compreendidos e reconhecidos, independentemente do seu percurso escolar. Mas há também outra faceta não menos relevante: ensina-os a viver e a trabalhar em conjunto com o seu semelhante, a respeitar os outros, a respeitar os seus compromissos, a cumprir regras e a ter disciplina (horário, fidelidade ao texto). Ajuda-os a tomar consciência de que o seu sucesso é importante para o sucesso do projeto e de que este sucesso só é possível com disciplina e trabalho em equipe (*teamwork*). O teatro, por sua forma de “fazer coletivo”, possibilita o desenvolvimento pessoal não apenas no campo da educação não-formal, mas permite ampliar, entre outras coisas, o senso crítico e o exercício da cidadania (MONTENEGRO et al., 2005).

Deve-se lembrar que teatro e teoria têm a mesma origem etimológica, as duas palavras possuem o mesmo radical grego *thea*, que significa “um ponto de vista”. Não obstante, a ciência possui uma teatralidade própria, já que o exercício da atividade científica pode envolver grandes controvérsias, disputas, ambições, argumentação, contra-argumentação. Logo, os elementos necessários para uma boa peça estão aí presentes.

Não se pretende, obviamente, defender que todas as ciências devam ser abordadas exclusivamente dessa forma, substituindo os métodos mais tradicionais. A sala de aula e o palco se complementam e os alunos estarão mais receptivos às aulas convencionais.

As peças utilizadas deverão contemplar desde a evolução conceitual e metodológica da ciência quanto à relação da Física e da Química, com outras áreas do conhecimento e com a sociedade. Logo, uma ciência inserida no processo histórico (ZANETIC, 1989).

*Claro que temos que respeitar o viés do conhecimento, mas trazemos a questão dos conflitos humanos, da responsabilidade científica, dos valores da ciência, da ética da ciência, pois são estes aspectos da ciência que nos interessam. A função da arte é mostrar*

*que a vida mudou com a ciência, e vai mudar mais* (PALMA, 2006).

A prática que se propõe, então, é introduzir, como um trabalho coletivo da escola sob a forma de projeto (HERNANDEZ; VENTURA, 1998), a encenação de peças teatrais como *A Vida de Galileu* – de Bertolt Brecht; *Oxigênio* – de Carl Djerassi e Roald Hoffmann; *Frankenstein* – de Mary Shelley e *o Inimigo do Povo* – de Henrik Ibsen. Tais textos possibilitam aos alunos a discussão de questões relativas à natureza da ciência, enfocando as relações entre a ciência e seu contexto humano e social, que por vezes ficam totalmente esquecidos ou mesmo ausentes das aulas tradicionais das disciplinas científicas. Esse caminho permite um aprendizado das ciências mais globalizado, transversal e complexo. A opção por um ensino baseado em projetos proporciona a possibilidade de uma aprendizagem pluralista e permite articulações diferenciadas de cada aluno envolvido no processo. Ao alicerçar o processo educativo na elaboração de projetos, o professor pode optar por um ensino com pesquisa, com uma abordagem de discussão coletiva crítica e reflexiva que oportunize aos alunos a convivência com a diversidade de opiniões, convertendo as atividades metodológicas em situações de aprendizagem ricas e significativas. Esse procedimento metodológico propicia o acesso a maneiras diferenciadas de aprender e, especialmente, de aprender a aprender.

O processo de encenação da peça teatral exigiu a confluência de diversos saberes, alguns que são parte das disciplinas escolares tradicionais e outros que não se constituem de conhecimentos escolares. Por sua vez, o trabalho em torno de um projeto de encenação teatral envolveu uma problematização do processo de construção do conhecimento científico junto à aprendizagem de diversos conceitos de Física, Química e Biologia.

Ressalvamos que não basta apresentar espetáculos teatrais que abordem temas relacionados às ciências e/ou à vida dos cientistas, sem fazê-lo de modo a esclarecer o que é fazer ciência. Nesse sentido, os debates que se seguem em sala de aula, nos corredores da escola, em casa, após a apresentação das peças, por exemplo, são fundamentais para incentivar e aprofundar os questionamentos de ideias sobre a natureza da ciência no contexto da História das Ciências (MCCOMAS, 2008).

A identidade interdisciplinar se dá pela metodologia, pela forma de pensar as ciências e a evolução do pensamento científico. Há uma necessidade de um ensino de Física e Química contextualizado em sua história, frisando a sua não linearidade e as diferentes leituras que dela podemos ter. Diferentes aspectos da

história da ciência e de sua aplicabilidade em sala de aula são apresentados na forma de exemplos concretos possíveis para um ensino não-formal.

Segundo João Zanetic (2005), é imprescindível ao ensino de Física, além de um número mínimo de aulas, da conceituação teórica, da experimentação, da História da Física, da Filosofia da Ciência e de sua ligação com a sociedade e com outras áreas da cultura. O que favorece a construção de uma educação problematizadora, crítica, ativa, engajada na luta pela transformação social.

Apresentando aos alunos a História da Ciência integrada ao conteúdo da Física diferente daquele que é tradicionalmente oferecido permite ensinar aos estudantes que o conhecimento não nasceu pronto e acabado, mas foi motivado por inúmeras discussões e questões que não foram instantâneas, mas ocuparam muito tempo nas ações dos cientistas. Como no período histórico que se seguiu aos efeitos sociais e econômicos decorrentes das grandes navegações, ao contrário do que ocorreu no período feudal, em que as discussões sobre a Física evoluíram lentamente, seu desenvolvimento foi fundamental para a burguesia mercantil que estava se formando. Esse cenário influenciou também na forma de trabalho e comunicação entre os cientistas dessa geração, provocando uma mudança significativa na prática científica. Na época de Kepler (1571-1630) e Galileu (1564-1642), era incomum, entre os cientistas, a troca de informações entre si; com a criação das sociedades científicas, houve uma revolução na troca de informações, nas discussões, nos desafios, alterando assim o relacionamento entre os cientistas. As ciências naturais, particularmente a Física, começaram a se transformar numa verdadeira instituição social, se bem que ainda longe do *status* que os cientistas iriam atingir a partir do século XIX (ZANETIC, 2005).

O uso da História da Ciência e, em especial, da Cosmologia, é abordado como possibilidade de definir rumos para a pesquisa básica e para mudar paradigmas vigentes. E nessa perspectiva foi escolhido o tema da peça para se trabalhar o assunto de gravitação universal e cosmologia.

## **II. O projeto educacional**

A experiência de trabalho com os alunos ocorreu em um colégio da rede particular, na cidade do Rio de Janeiro – RJ. Depois foi repetida num colégio público da rede federal, na cidade de Niterói – RJ. A experiência só pode ser realizada nas duas escolas porque em ambas existia uma vontade coletiva dos professores de construir uma boa formação integral do aluno. Além disso, contou-se também com a liberdade dada pelos dirigentes das escolas de utilizar novas for-



mas de ensinar que auxiliassem no aprendizado. Sem essas duas vertentes talvez fosse impossível desenvolver o projeto.

A experiência inicial foi desenvolvida na escola particular ao longo do ano de 2007. A primeira série do Ensino Médio foi escolhida para principiar o processo porque, além de seus alunos estarem em uma faixa etária mais apropriada para assimilar o texto, eles também estavam vivenciando um processo de separação do conhecimento científico, pois nessa série passa-se a estudar Física, Química e Biologia como disciplinas independentes. Entretanto foi permitida a participação de alguns alunos da segunda série do Ensino Médio. A participação de todos no projeto foi voluntária.

A primeira etapa do projeto constitui-se na discussão da proposta com os demais professores. Todos tinham clareza da importância da liberdade de duvidar, que é essencial para o desenvolvimento das ciências. Esse fato levou-os a pensar numa peça de teatro, que retratasse a luta contra o dogmatismo. Logo, veio à mente de todos a peça “A Vida de Galileu” de Bertolt Brecht. Sendo o texto bastante extenso e com muitos personagens, o professor de Física adaptou a peça utilizando uma linguagem simples.

Na apresentação do projeto aos alunos, além da comunicação de que se tratava de uma encenação teatral, foi explicitado que haveria a necessidade de uma investigação aprofundada sobre questões científicas, filosóficas, históricas e artísticas da época. Essa investigação culminaria com uma apresentação dos resultados para uma banca formada por professores de diversas áreas. Para ampliar as possibilidades de exploração de questões sobre a natureza da ciência, foi proposta a leitura de um pequeno livro paradigmático (GUERRA et al., 1997) sobre o nascimento da ciência moderna. O livro seria apenas uma porta de entrada para a temática.

O projeto acabou despertando o interesse para o estudo da ciência de um grupo heterogêneo de alunos, atraindo mesmo aqueles que, através da abordagem tradicional, sentiam-se afastados dela (ZANETIC, 2005).

A primeira etapa do trabalho, após a leitura do livro, consistiu-se na realização, pelos alunos envolvidos no projeto, de uma pesquisa e um seminário sobre a revolução cultural do século XVII (KUHN, 1978; KOYRÉ, 1979), subdividida em quatro revoluções específicas: científica, artística, político-religiosa e filosófica.

<b>Revolução Científica</b>	<b>Revolução Artística</b>
Teve como ícone principal a figura de Galileu Galilei, e a partir dele cercou-se o tema proposto. Configuraram esse elenco: Aristóteles, Ptolomeu, Galeno, Johannes Kepler, Tycho Brahe, Nicolau Copérnico, Isaac Newton, etc. Esse grupo era orientado pelo professor de Física e Coordenador do projeto.	Teve como ícone principal a figura de Leonardo da Vinci, e a partir dele cercou-se o tema proposto. Configuraram o elenco: Michelangelo, Rafael, Botticelli, Caravaggio, Vermeer, Rembrandt, o Renascimento, o Maneirismo e o Barroco. A professora de História da Arte orientou esse grupo.
<b>Revolução Político-Religiosa</b>	<b>Revolução Filosófica</b>
Prevalecia no conhecimento da Reforma e Contrarreforma Protestante e Santo-Ofício. Incluíam-se nessa pesquisa: Bulas papais, Dinastia Médici, Expansão Marítima, Descobrimto das Américas, Rotas para as Índias e Brasil, etc. A professora de História Geral orientou esse grupo.	Teve como ícone principal a quebra do pensamento Aristotélico e a partir dele cercou-se o tema proposto. Incluíam-se nessa pesquisa: Iluminismo, Aristóteles, Bacon, Descartes, Galileu, Giordano Bruno, Maquiavel, etc. O professor de Filosofia orientou esse grupo.

Após essa etapa, procurou-se realizar alguns testes, onde uma parte do grupo foi destacada para trabalhar o texto da peça como atores. O restante teve tarefas fundamentais na produção do espetáculo, pois seria necessário estabelecer a indumentária, os cenários, e o suporte de luz e som. Apesar de, nesse ponto, existir a divisão dos grupos, ao longo de todo o processo o conjunto dos alunos participou das discussões em sua totalidade.

Durante dois meses foram feitas reuniões semanais extraclasse com professores de História da Arte, História Geral, Filosofia e Física para melhor orientação dos alunos, onde eram indicadas bibliografias complementares e feitas preleções sobre as dúvidas levantadas nos encontros.

Ao longo da última semana, os professores responsáveis realizaram um diagnóstico dos *slides-show* elaborados pelos alunos que seriam apresentados ao final daquela semana, orientando-os quanto aos assuntos abordados e não abordados, suas relevâncias, etc, promovendo uma pré-avaliação do trabalho.

Os grupos apresentaram suas pesquisas para os professores e para os demais colegas de classe. As apresentações contaram com um *data-show* e um computador, para exibição dos *slides* de suas apresentações. Cada grupo teve um tempo mínimo de 10 minutos e máximo de 20 minutos para realizar suas apresentações. Ao final, os professores fizeram suas observações para o grupo e para a turma, a fim de elucidar algumas ideias brevemente abordadas ou que poderiam ter sido aprofundadas.

O resultado dessa etapa consistiu na própria observação dos alunos, que puderam perceber que os assuntos-tema se relacionavam entre si, tornando-se impossível abordá-los individualmente, sem citar os outros temas.

### **III. Ensaios: o ensino não-formal dentro da escola**

No primeiro encontro foi decidida a divisão dos alunos participantes do projeto em dois grupos. O grupo 1 seria formado por aqueles que fariam parte do elenco. O grupo 2 seria formado pelos alunos responsáveis pela produção, que depois foram divididos em cenografia (Grupo 2A) e figurinos (Grupo 2B).

Antes da formação do grupo 1 foram realizados testes de “potencial de interpretação”. Nessa etapa, os alunos foram divididos em pares. Durante trinta minutos eles estudaram os primeiros diálogos do texto entre André e Galileu. Sem qualquer recurso de direção ou cenário, ficaria por conta deles a interpretação e a improvisação, naquele teste.

Pode-se perceber, nesse momento, que existia naquele grupo uma grande criatividade e várias ideias foram surgindo durante aqueles trinta minutos. Por sorteio, a ordem das apresentações foi escolhida. Foi permitido “colar”, se necessário, ou até mesmo improvisar, desde que não saíssem do tema central.

A partir desse primeiro encontro, já percebemos quais os personagens seriam necessários colocar na adaptação e a exigência que poderia ser feita ao Galileu, que possui falas imensas e está em cena o tempo todo.

Nos encontros seguintes, os grupos se encontraram com o professor coordenador do projeto em horários distintos. O Grupo 2 teve que apresentar uma pesquisa sobre vestuário (cores predominantes, estilo, etc.), arquitetura e decoração da época. Nesse processo, eles realizaram uma leitura imagética de vídeos sobre a época de Galileu, como “O Império dos Médicis” (History Channel) e “Os Patronos do Renascimento” (PBS). Além desses, eles também assistiram a um filme sobre a montagem de “Galileo’s Life” de Bertolt Brecht dirigido por Joseph Losey, do The American Film Theatre (1975). Esses vídeos estavam em seus idiomas originais (inglês ou espanhol) e contavam com legendas nos respectivos

idiomas (com *closed caption*). Com isso, as disciplinas de línguas estrangeiras acabaram se integrando ao projeto.

O grupo 1 fez a leitura paragrafada do texto, a fim de conhecer a história que estariam contando, quais as intrigas contidas no texto, quais as descobertas, quais ideias eram sustentadas até então, o que tais descobertas mudariam naquele contexto histórico, etc. Quando não era possível terminar a leitura das cenas, ficava como dever de casa a releitura e pesquisa do texto. A importância de ler e reler o texto em teatro é assumir a verdade do que o texto quer passar, a interpretação se torna mais natural quando as personagens assumem essa verdade.

Na escolha do repertório, os alunos levaram Bach, Suppé, Albinoni, e diversas músicas barrocas, clássicos mais modernos, músicas contemporâneas. Produziu-se um repertório bem distinto de qualquer montagem já feita. Na hora dos aplausos foi escolhida “De volta ao Planeta dos Macacos” da banda de rock brasileira Jota Quest, que se destacava pela sua primeira estrofe que resumia bem a ideia insurgente na peça.

*Lá fora/ Todos os corações procuram a sua órbita/ Novas propostas pro mundo/ Novos encaixes pras coisas/ Que ainda não estão no lugar/ Atento às diversidades ... De Volta ao Planeta dos Macacos, Jota Quest.*

Logo nos primeiros encontros foi travada uma discussão entre os grupos: alguns alunos tomaram, por si só, a liderança, causando algumas discussões e tensões. Uns apresentavam características de maior execução em detrimento da reflexão, outros, por sua vez, demonstravam maior espírito crítico em relação a esse fazer. Assumir o papel de produtores fez com que aquele grupo pensasse sobre a situação em que se encontravam. Eles também estavam atuando.

No sexto encontro os alunos-atores já possuíam seus textos decorados. O professor de teatro do colégio organizou questões relativas aos figurinos e cenografia, fez algumas alterações textuais e iniciou os ensaios.



*Fotos 01: Ensaios no Colégio*

A peça foi ensaiada durante uma semana até a apresentação, incluindo o sábado e o domingo. Foi muito interessante a evolução desses passos porque consistiu em um desafio tanto para o diretor, quanto para os alunos: realizar uma peça em apenas uma semana de ensaios.

A peça foi interpretada pelos alunos em dois teatros da Cidade do Rio de Janeiro: duas apresentações no Teatro Municipal Café Pequeno, no Leblon, e uma no Teatro do Espaço Cultural Solar de Botafogo, em Botafogo. O público alcançado superou a marca de 360 pessoas.



*Fotos 02: Fotos da Apresentação nos Teatros.*

*N.A.: As fotos dos alunos foram autorizadas para publicação pelos pais e/ou responsáveis.*

#### **IV. Os conteúdos não ensinados que foram aprendidos**

Os métodos de trabalho desenvolvidos nas escolas acabaram subvertendo o processo de ensino-aprendizagem. A questão da avaliação por provas, e sua íntima ligação com a promoção de série, acabaram retirando o objetivo do processo educacional da aprendizagem para o “fazer provas”. Os alunos não estudam para aprender, eles estudam para fazer provas. A falta de objetivos concretos da aprendizagem acabou desviando o foco para o ato de fazer uma prova. Esse fato deformou todo o processo. A prova deixou de ser um momento de avaliação para se transformar no objetivo central de todo o processo. Ao ter a prova como objetivo, toda a aprendizagem fica contaminada por ela. Uma pergunta tão comum nas

salas de aula como “qual a matéria que cai?” exprime essa deformação. O aluno só precisa saber aquela delimitação dada pelo professor e, se possível, até o momento da prova. Após aquele momento não é mais necessário.

O trabalho dos grupos tornou a aprendizagem mais significativa porque existia um objetivo claro a ser atingido, que era a concretização do projeto. Nele, o aprendizado não estava vinculado a uma nota, mas ao prazer de realizar algo bem feito. A necessidade dessa concretização produziu uma aprendizagem complexa, onde diversas disciplinas se entrelaçaram. Portanto, ficou difícil avaliar onde a aprendizagem da Física começava e onde terminava em todo esse contexto.

O fato de ser uma peça sobre Galileu colocou a História e Filosofia da Ciência no centro dos interesses. Com quem Galileu estava dialogando naquele momento? Com Aristóteles ou com a Igreja? Compreender que a Teologia católica no século XVII estava impregnada do aristotelismo foi um ponto fundamental. Mas existiam nuances que nunca foram discutidas pelos livros didáticos que também acabaram sendo percebidas pelos alunos. O fato de Aristóteles ter construído sua teoria astronômica a partir da condição ptolomaica de uma Terra estática no centro do Universo (mas não no centro das órbitas) acarretava também a elaboração de uma Física onde todos os graves caíam em direção ao centro do universo, dependendo de sua constituição a partir dos quatro elementos (BRAGA et al., 2004). Ao tirar a Terra do centro do Universo, Copérnico simplificou parcialmente a mecânica celeste, mas não deu respostas sobre o porquê dos corpos continuarem caindo em direção à Terra, que não seria mais o centro do Universo. Galileu, apesar de defender o sistema copernicano, também não conseguiu dar respostas a esse problema. Essa era uma das questões que impediam a aceitação do copernicanismo nos meios intelectuais italianos. Somente Newton, com a Gravitação Universal, foi capaz de dar uma resposta satisfatória a esse problema.

Discutir essas questões com alunos forneceu a eles uma visão menos simplificada de toda essa trama. Com isso, eles puderam perceber questões sobre a natureza da ciência, que até então não haviam pensado.

No campo epistemológico, a questão das proposições de Galileu sobre o uso da experimentação e da linguagem matemática também veio à tona. Os alunos puderam perceber que existiu uma ruptura fundamental na forma de lidar com a natureza. Um dos livros paradidáticos lidos (GUERRA et al., 1997) apontava para o fato de que, já na Idade Média, existiam indícios da necessidade de experiências como forma de inquérito à natureza e da expressão quantitativa das informações coletadas. Galileu fez uma síntese de diversas questões que já estavam em discussão já há alguns anos.

A aprendizagem de tudo isso se deu num processo bastante complexo, onde se mesclaram leituras de livros, conversas com professores, consultas à *internet*, etc. As discussões do grupo acabaram fechando o processo. Compartilhou-se o conhecimento.

## V. Uma pequena investigação

Para avaliar a aprendizagem dos alunos ao longo do projeto, foi realizada uma pesquisa qualitativa, que poderia ser dividida em dois momentos distintos. O primeiro foi constituído por uma investigação de base etnográfica. Ao longo de todo o processo, o professor procurou anotar diversas informações sobre a presença nas reuniões, comportamento durante as atividades, postura frente aos conflitos surgidos no desenvolvimento do projeto, fontes de consulta e formas de resolução dos problemas encontrados. O segundo, realizado após o término da peça, constituiu-se de um *focus group*, uma entrevista aberta onde os alunos puderam avaliar sua participação no projeto, sua aprendizagem e discutir sobre o trabalho de todos. Essa avaliação foi gravada em vídeo para posterior análise.

Em princípio, o professor procurou identificar os interesses de estudo dos alunos em termos de uma divisão entre áreas de estudo:

Científico-Biomédica	12,7 %
Científico-Tecnológica	16,2%
Econômicas	9,1%
Humanas e Sociais	62%

Verifica-se que o grupo participante do projeto não era constituído de alunos interessados em Física. Esse fato pode ser explicado pelo objetivo do projeto ser a encenação de uma peça teatral, ainda que a temática fosse ligada à ciência.

No *focus grup* foram levantadas algumas ideias centrais recorrentes ao longo da fala dos alunos. Vamos enumerá-las a seguir:

Ideias	Nº de alunos
a) Sabiam desde o início que Galileu era físico ou cientista.	27
b) Sabiam que ele havia “inventado” a luneta.	19
c) Disseram que ele havia estudado a queda dos corpos.	08
d) Reconheceram que ele foi um revolucionário, que quebrou com uma Astronomia de dois mil anos (como diz a peça).	22
e) Indicaram-no como o primeiro cientista a enunciar as leis da Física.	27
f) Disseram que achavam Física coisa de gente “maluca”, mas reconheciam que Galileu havia modificado a história, a economia e/ou a ciência.	20

Os alunos voltados para as áreas tecnológicas (6) responderam que as ideias de Galileu se relacionam com tudo no mundo, já os demais se dividiram entre a descoberta do Sistema Solar e o desenvolvimento da Ciência como a maior contribuição do cientista.

Unanimemente, os alunos apontaram Leonardo Da Vinci como o mais completo cientista do mundo, pois dominava as Artes, a Ciência, a Matemática, a Biologia, etc. De fato, ele demonstrava maestria tanto como cientista quanto como engenheiro e inventor, uma vez que utilizava, frequentemente, a tecnologia na sua obra.

Todos concordaram que não percebiam que as áreas de conhecimento estavam tão relacionadas antes do desenvolvimento do projeto, reconhecendo que a visão do mundo que eles tinham se modificou durante e após a execução da peça.

O grupo da série mais adiantada revelou que, ao aprender História Geral, pôde perceber que muitas coisas estavam mais claras quanto às transformações ocorridas naquele período.

O grupo reconheceu que, para eles, a ideia do sistema não ser heliocêntrico era muito difícil de ser entendida, pois eles só haviam aprendido daquela forma. Apesar de que, para dois deles, a observação diária do céu provocava neles a mesma sensação que motivou Aristóteles.

Apenas um aluno reconheceu que, na cena onde Galileu e o Papa conversavam, havia ocorrido um exemplo de relatividade, os demais não perceberam do que se tratava.

Na pergunta formulada no final da entrevista sobre a avaliação do projeto como um todo, pode-se verificar que todos concordaram que aprender a partir



dessa experiência era mais interessante e divertido. Todos adoraram a experiência teatral e a mudança da atmosfera da “aula”, permitindo uma participação mais efetiva e afetiva com os professores, quebrando a atmosfera da aula convencional. Reconheceram que um dos pontos-chave do trabalho foi a liberdade de interagir com o assunto de uma maneira não-formal, mais aberta às dúvidas e aos questionamentos. Apontaram que, além de terem aprendido a “atuar”, o melhor aprendizado foi o de trabalhar em equipe, onde o sucesso do trabalho depende, não só de parte do grupo, mas, de todos.

Durante a entrevista foi perguntado qual o maior aprendizado deles ao fazerem a peça. Os alunos destacaram que adquiriram tolerância de suportar as dificuldades dos companheiros durante os ensaios, aprenderam a superar suas dificuldades, principalmente de falar em público, assumir a responsabilidade de um projeto e ter dedicação e comprometimento, que são valores não mensuráveis e que transcendem a sala de aula e a escola.

A entrevista revelou que os alunos que realizaram a peça estavam interessados, na sua maioria, em repetir a experiência, referindo que o fato de terem sido atores de uma peça científica foi um aspecto motivador para a aprendizagem das Ciências. Eles manifestaram, também, interesse pela existência de peças que abordassem essa temática, em outras matérias. Por fim, é importante salientar que os alunos, na sua maioria, responderam corretamente às questões que abordam fatos científicos, o que sugere que os conteúdos transmitidos foram assimilados.

## **VI. Conclusão**

Percebemos claramente pelas respostas que o desenvolvimento do trabalho proposto atendeu positivamente às competências I, II e IV, às habilidades 1, 4, 5, 18, 19 e 21 propostas pelo INEP/ENEM e aos objetivos 2 e 3 de letramento exigidos pelo OCDE/PISA.

A produção de um saber está intimamente ligada ao reconhecimento da existência de um processo evolutivo que caracteriza a ideia de transposição. Diante disso, pode-se destacar a diferença sutil entre o saber e o conhecimento que, na prática, aparece pouco realçada. Para o meio científico, o saber é, na maioria das vezes, caracterizado por ser relativamente descontextualizado, despersonalizado, isto é, mais associado a um contexto acadêmico e propedêutico. Conceito que agora vem sendo derrubado, já que a ciência não pode estar desvinculada de outros contextos.

O mundo repleto de incertezas, contradições, paradoxos, conflitos e desafios impele-nos ao reconhecimento da necessidade de uma visão complexa, que

significa renunciar ao posicionamento estanque e reducionista de conviver no universo.

O saber científico deve contribuir também para o desenvolvimento crítico do aluno, dando prioridade aos valores éticos da educação. Sendo assim, a finalidade educacional maior desse saber científico deve estar ligada às questões essenciais dos problemas humanos. Faz-se necessário viabilizar essa reforma didática que garantirá a elaboração de uma metodologia pedagógica interdisciplinar, visando a uma pedagogia transdisciplinar.

Dentro dessa dinâmica, é necessário criar condições que, quase que implicitamente, auxiliem e determinem a relação entre quem ensina e quem aprende, de modo que cada uma das partes assuma o seu papel dentro desse contexto. Cabe ao professor apresentar as propostas, as crises, os paradigmas, e fazer com que o aluno constate, analise, discuta, promova debates, critique, concorde, isto é, assumam a responsabilidade de seu aprendizado.

A aprendizagem interdisciplinar é um processo contínuo, requer uma análise cuidadosa desse aprender em suas etapas, evoluções e avanços; requer, também, um redimensionamento dos conceitos que alicerçam a possibilidade da busca e da compreensão de novas ideias e valores.

Entende-se que o verdadeiro caminho para a construção de uma aprendizagem significativa e sólida está relacionado com o “aprender a aprender”, expressão muito difundida atualmente que consolida as conquistas e favorece as condições fundamentais do ensino comprometido com a concepção de aprendizagem humana como um processo de construção, dinâmico, flexível, e, por isso, inesgotável.

A proposta dos projetos foi ao encontro das diretrizes da flexibilização curricular à medida que prevê a realização de atividades acadêmicas não restritas às disciplinas, desenvolvendo uma perspectiva interdisciplinar, integrando ensino e pesquisa.

Através de questões e entrevistas, gravadas em vídeo, pudemos avaliar que os alunos compreenderam os conceitos trabalhados, assim como passaram a entender alguns aspectos da produção científica. Como consequência, desenvolveram-se certas habilidades, tais como: oralidade, leitura e interpretação, desinibição, tolerância, trabalho em equipe...

Atendeu-se também às exigências dos órgãos responsáveis em avaliar nacionalmente (INEP/ENEM e SAEB) e internacionalmente (OCDE/PISA) a educação no Brasil quanto aos objetivos: habilidades e letramento, requeridos, respectivamente, por eles.

A relação entre História, Filosofia da Ciência e Teatro fez-nos pensar acerca de diferentes problemas que inquietam a essência humana: a ética, a honra, o caráter, o valor, o uso de instrumentos científicos, as contradições e os obstáculos do desenvolvimento científico. Ao mesmo tempo, o trabalho com os alunos procurou delinear ligações entre ciência, vida social e política, enfatizando a controvérsia das mudanças de paradigmas. Justifica-se, assim, o uso do recurso cênico como sendo capaz de colocar a temática da ciência em discussão.

Acreditamos que atingimos o objetivo principal: o incentivo à inovação nas práticas educativas, a importância da criatividade e da ousadia no ensino da Física, como forma de resgatar o interesse e a credibilidade do aluno que já não vê na sala de aula nenhuma correspondência com o mundo de que faz parte.

### Referências

BARRETO, M. B. P. M.; PORTO, P. A.; FERNANDEZ, C. Análise das concepções dos alunos do 1o ano do Ensino Médio sobre ciência e cientistas a partir de questões levantadas na peça Oxigênio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 30, 2007, Águas de Lindóia, SP. **Atas...** Disponível em: <<http://sec.sbq.org.br/cdrom/30ra/resumos/T0843-1.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2010.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. **Breve história da ciência moderna: das máquinas do mundo ao universo máquina**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2004. v. 2.

BRASIL **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio):** Parte III Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 2000.

BRASIL. **PCN+:** Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 2002.

DJERASSI, C. Calculus. In: **Newton's Darkness**. London: Imperial College Press, 2003.

GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. C.; FREITAS, J. **Galileu e o nascimento da Ciência Moderna**. São Paulo: Ed Atual, 1997.

Hernandes, F.; Ventura, M. (1998) - A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho, Porto Alegre, Artmed;

HEWITT, P. G. **Conceptual Physics**. California: Addison-Wesley Publishing Company, 1997.

INEP **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)**. Fundamentação Teórico- Metodológica. Brasília, DF, 2005.

INEP **Qualidade da Educação**: uma nova leitura do desempenho dos estudantes da 3ª série do Ensino Médio. Brasília, DF, 2004.

KOYRÉ, A. **Do mundo fechado ao universo infinito**. São Paulo: Ed. USP, 1979.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1978.

MCCOMAS, W. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, Dordrecht, 2008.

MONTENEGRO, B.; FREITAS, A. L. P.; MAGALHÃES, P. J. C.; SANTOS, A. A.; VALE, M. R. O papel do teatro na divulgação científica: a experiência da Seara da Ciência. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 31-32, 2005.

OCDE (2007) - PISA 2006 - Science Competencies for Tomorrow's World, 2007.

PCN+, ENSINO MÉDIO. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, p.139, 2002.

PALMA, C. Arte e ciência no palco. Entrevista concedida a Luisa Massarani e Carla Almeida. **História, Ciências, Saúde**, Manguinhos, v. 13 (suplemento), p. 233-46, out. 2006.

SARAIVA, C. C. **Teatro Científico e Ensino de Química**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/claudiasaraiva/docs/>>. Acesso em: 15 jan 2010.

SNOW, C. P. **As duas novas culturas e uma segunda leitura**. São Paulo: Edusp, 1995.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. 1989. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZANETIC, J. Física e literatura: uma possível integração no ensino. **Cadernos Cedes**, v. 41, p. 46-61, 1997.

ZANETIC, J. Física e cultura. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 57, n. 3, p. 21-24, 2005.

ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-Posições**, v. 17, n. 1, p. 39-57, jan./abr. 2006.

ZANETIC, J. Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. **História, Ciências, Saúde**, Manguinhos, v. 13 (suplemento), p. 55-70, out. 2006.