

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO DE EDUCAÇÃO

O USO DE ROLE-PLAY E DRAMATIZAÇÃO
NO ENSINO DE FÍSICA DO 2º. GRAU:
QUATRO CASOS EM ESTUDO

Maria de Fátima Dias Rodrigues

*Dissertação submetida ao Centro de Educação da
Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do
Título de Mestre em Educação.*

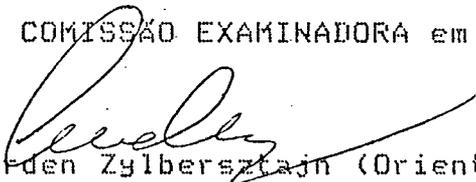
Orientadores: Arden Zylbersztajn
Susana de Souza Barros

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO

O USO DE ROLE-PLAY E DRAMATIZAÇÃO NO ENSINO DE
FÍSICA DO 2º GRAU: QUATRO CASOS EM ESTUDO

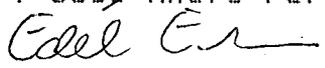
Dissertação submetida ao Colegiado
do Curso de Mestrado em Educação do
Centro de Ciências da Educação em
cumprimento parcial para a obtenção
do título de Mestre em Educação.

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 03/05/93


Prof. Dr. Arden Zylbersztajn (Orientador)


Profª MSc. Suzana de Souza Barros (Co-Orientadora)


Prof. Dr. José André Feres Angotti (Examinador)


Profª .Drª. Edel Ern (Examinadora)

MARIA DE FATIMA DIAS RODRIGUES

Florianópolis, Santa Catarina
Maio/1993

Resumo

A presente pesquisa pretende investigar quais são as contribuições que os processos dramáticos (role-play e dramatização) podem trazer para o ensino da física secundária.

Para tanto, partimos do pressuposto de que os processos dramáticos permitem ao aluno de física (e de ciências em geral) um tipo de experiência na qual o conhecimento científico é construído individual e coletivamente.

Através dessa construção, (utilizando-se da criatividade e espontaneidade) o aluno possui condições para explorar as implicações sociais e políticas da ciência e desenvolver critérios de valoração a respeito da obtenção do conhecimento científico e sua utilização na sociedade.

As questões de pesquisa que tentamos responder ao longo deste trabalho, foram organizadas para abranger o processo de implementação do role-play e da dramatização nas aulas de física, podendo ser colocadas da seguinte forma:

i) Como introduzir o role-play e a dramatização nas aulas de física?

ii) De que forma é possível vincular à atividade dramática a ciência do cotidiano do aluno?

iii) Quando podem ser utilizados os processos dramáticos no ensino da física? Em quais situações?

Nossa intenção é delinear as condições necessárias para utilização das atividades dramáticas durante as aulas de física.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, aos meus orientadores, Prof. Arden Zylbersztajn e Profa. Susana de Souza Barros, pelo apoio e paciência que demonstraram para comigo, ao longo dos dois anos e meio de pesquisa.

Também gostaria de agradecer aos colegas José Vicente, Sandra Helena e Ana Tereza, professores das turmas com as quais desenvolvi as atividades dramáticas, pelo crédito e incentivo que deram.

Um agradecimento especial é necessário ser dado ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em particular, ao Grupo de Pesquisa em Ensino de Física - GPEF e ao Programa SPEC/CAPES por permitir a realização desta pesquisa através de uma bolsa de estudos.

Agradecimentos também devem ser dados às seguintes escolas:

Escola Estadual Gomes Freire

Escola Técnica Estadual Ferreira Vianna

Colégio Santa Madalena Sofia

Colégio Andrews

Para os alunos e para meus pais

Ser artista é uma possibilidade que todo ser humano tem, independente de ofício, carreira ou arte. É uma possibilidade de desenvolvimento pleno, de plena expressão, de direito à felicidade.

A possibilidade de ir ao encontro de si mesmo, de sua expressão, de sua felicidade, plenitude, liberdade, fertilidade é de todo e qualquer artista, é um direito do ser humano - de se livrar de seus papéis, de exercer suas potencialidades, e de se sentir vivo.

Todo mundo pode viver sua expressão sem estar preso a um papel. Não se trata de ser artista ou não, mas de uma perspectiva do ser humano e do mundo.

(Grupo Teatral "Tá na Rua")

Introdução

Em 1987, no Rio de Janeiro, realizamos uma experiência com crianças utilizando teatro de fantoches. Nessa época fazíamos parte da equipe do Departamento de Dinamização do Museu de Astronomia - MAST/CNPq, onde desenvolvíamos trabalhos na área de divulgação científica. Entre outros trabalhos, o uso de teatro de fantoches como meio de divulgar a ciência foi um dos mais originais.

Este trabalho tencionava, entre outras coisas, motivar o diálogo com as crianças e ao mesmo tempo discutir algumas idéias e concepções científicas.

Apesar de direcionado aos alunos de primeiro grau, em particular, às primeiras quatro séries, foi possível perceber que o teatro poderia se apresentar como uma excelente forma de interagir com os alunos em sala de aula, objetivando o ensino da física do segundo grau.

Resgatar essa idéia significa buscar uma forma pela qual o conhecimento científico dentro de sala de aula surja como uma construção que leve em conta as contribuições, particulares e coletivas do professor e dos alunos. O que importa neste trabalho é o processo pelo qual o grupo (professor e alunos) constrói o conhecimento.

Desde já é fundamental esclarecer que este trabalho não propõe utilizar a atividade dramática em todos os espaços das aulas, mesmo porque a utilização desta abrange apenas alguns dos objetivos do processo ensino-aprendizagem em física. O importante é que ao nos utilizarmos dessa estratégia estamos delimitando uma determinada maneira de perceber o ensino e a aprendizagem na física (e nas ciências em geral). Conceitos como construção do conhecimento, criatividade, espontaneidade e criticidade são trabalhados nessa prática de ensinar física.

É importante frisar que o resgate da criatividade tem um papel fundamental neste trabalho. Uma vez que o aluno tem a

oportunidade de se expandir através da liberação da sua criatividade e imaginação, o processo de construção do conhecimento tende a crescer (no sentido de desenvolvimento e qualidade) com as contribuições oriundas dessa expansão. Além disso, o próprio conhecimento científico, se atentarmos para a história da ciência, é marcado pela imaginação e criatividade. A ciência é uma construção da mente humana.

No Brasil ainda não há uma pesquisa sobre as contribuições que os processos dramáticos podem trazer ao ensino das ciências de nível secundário, ao contrário do que está ocorrendo em alguns países europeus, em especial, a Inglaterra. Ao que tudo indica, a investigação do uso da dramatização e do role-play (desempenho de papéis) nas aulas de física, química e biologia, realizada nesse país tem caminhado no sentido de descobrir e implementar novas estratégias para o ensino das ciências, tendo como linha mestra um currículo de abordagem construtivista.

3.4) Caso C.....	99
3.5) Caso D.....	117
Capítulo 4.....	Conclusões e recomendações.....119
Apêndice A - Técnicas de aquecimento para dramatização.....	127
Apêndice B - Oficinas de atividades dramáticas para professores de física do segundo grau.....	130
Apêndice C - Roteiro e bibliografia de apoio às atividades de dramatização e role-play.....	133
Anexos.....	141
Referências bibliográficas.....	209

CAPÍTULO I

REFERENCIAL TEÓRICO

Uma teoria é como uma caixa de ferramentas. Nada tem a ver com o significante... É preciso que sirva, é preciso que funcione. E não para si mesma. Se não há pessoas para utilizá-la, a começar pelo próprio teórico, é que ela não vale nada ou que o momento ainda não chegou.

(Gilles Deleuze)

1.1) INTRODUÇÃO

Os caminhos do teatro e da educação estiveram, sempre, de alguma forma ligados. A arte dramática foi e ainda é usada nos processos educativos, não porque seja com eles compatível, mas porque é, em si, um desses processos. Como nos escreve BRANDÃO (1986):

Ninguém escapa da educação. Em casa, na rua, na igreja, ou na escola, de um modo ou de muitos modos todos nós envolvemos pedaços da vida com ela: para aprender, para ensinar, para aprender e ensinar. (p. 7)

Da mesma forma que a educação passou por diferentes fases, tais como a tradicional, a escolanovista ou a progressista, o teatro também teve seus momentos distintos. E como não poderia deixar de ser, já que a cada momento histórico corresponde uma determinada visão de mundo dominante naquele momento, o teatro e a educação percorreram caminhos similares.

Mas o que é importante para os fins deste trabalho, não é a analogia que pode ser feita entre o teatro e a educação, no que tange aos seus objetivos ou às concepções ideológicas determinantes de seus métodos de ação, mas sim, à possibilidade de aliar o processo educativo inerente na arte dramática ao processo formal de ensino de física.

Nesse aspecto, a busca de referências sobre a utilização de processos dramáticos no ensino formal levou-me ao encontro do psicodrama. Apesar deste trabalho não ser de cunho psicodramático, alguns conceitos e categorias por mim utilizadas tem suas origens nessa prática. Faz-se necessário, portanto, retroceder às origens do psicodrama e a sua utilização na educação para que possamos elaborar parâmetros específicos tanto para a prática proposta quanto para sua análise.

Sendo assim este capítulo foi dividido em quatro partes: as

duas primeiras procuram elucidar a teoria psicodramática em seus pontos fundamentais buscando os conceitos, categorias e funções aplicáveis ao processo educacional de forma geral; as duas últimas tratam da especificidade do ensino das ciências naturais visando a utilização dos processos dramáticos.

1.2) AS ORIGENS DO PSICODRAMA

No princípio era o verbo, dizia João dos evangelhos. No princípio era o feito, exclamava o Fausto de Goethe. Avancemos mais. No princípio era aquele que fazia, o ator; no princípio era eu, o criador do universo. (MORENO, 1984:26)

O psicodrama surgiu na Europa na década de vinte, criado pelo médico psiquiatra Jacob Levy Moreno.

As raízes do psicodrama encontram-se na infância desse médico. Quando tinha apenas quatro anos de idade ao participar de uma brincadeira - "Deus e seus anjos" - Moreno vivenciou a experiência de ser ao mesmo tempo sujeito e diretor da ação dramática.

Quando estudante de medicina, Moreno costumava passear pelos jardins públicos de Viena, e lá, improvisava jogos com as crianças, como por exemplo, dramatizações de contos de fadas. As crianças, segundo ele, estavam livres de certos estereótipos do mundo real e tinham a capacidade criadora quase em estado puro.

Por volta de 1921, Moreno organizou em Viena o Teatro da Espontaneidade (Das Stegreiftheater) na tentativa de reencontrar no adulto a capacidade criadora perdida na infância. Foi uma tentativa de resgatar a concepção do Eu-criador, ou como ele mesmo diria, *a idéia do self espontaneamente criativo.*

A idéia do Eu-criador está presente na obra de Moreno e vem como uma resposta às indagações que fazia a respeito de Deus, self

e liberdade.

A concepção imanentista - panteísta¹ adotada por Moreno é na verdade o alicerce primeiro do Teatro do Espontâneo. O "Eu" moreniano é o criador do mundo, do universo e por estes responsável.

Para MORENO (1984), Deus é uma "categoria revolucionária, deslocada dos primórdios do tempo para o presente, para o self, para cada eu individual" (p.25).

Para o criador do Teatro do Espontâneo, o "eu" dele e o self de qualquer outro homem são um só com o Eu e o self de Deus - tanto no sentido da unidade quanto da identidade.

O novo "Eu" não poderia imaginar-se vir à luz sem ser seu próprio criador. Não podia imaginar ser algum que nascesse sem que fosse também seu próprio criador. Da mesma forma, não podia imaginar qualquer futuro do mundo que já houvesse emergido sem que houvesse sido criado pelo próprio mundo. Não podia imaginar futuro algum para o mundo que emergisse sem ser pessoalmente responsável pela produção do mesmo. (MORENO, 1984: 25)

Essa concepção moreniana subverte a ortodoxia religiosa de um Deus externo, gestor do mundo e dos homens. Nessa nova visão, o homem, antes dirigido por divindade externa, passa a ser o homem autor de seus atos e o mundo gerido externamente passa a ser auto-gestor.

Moreno pretendia restabelecer a fé na capacidade do ser

¹ A concepção imanentista-panteísta é aquela que postula que Deus é o conjunto de tudo o que existe, ou seja, ele é e está presente em todas as coisas existentes no Universo. Nessa concepção estão excluídos os efeitos de forças externas (transcendentais) sobre o mundo. Para melhor compreensão da adoção dessa cosmogonia por Moreno, ver Aguiar, p. 113-114, citado na bibliografia.

humano de se auto-direcionar, de optar, de decidir sobre as suas próprias coisas, desde que seus critérios de decisão/direção fossem vinculados à sua capacidade criadora. Em outras palavras: a criticidade dos atos humanos está vinculada à criatividade. O homem é capaz de decidir, optar, opinar e fazer criticamente se ele se utilizar de suas espontaneidade e criatividade.

A exigência da criação no Teatro do Espontâneo é a exigência de se recorrer às experiências acumuladas nas vidas dos participantes. Isso significa, entre outras coisas, que para que a criação ocorra é necessário buscar dentro de si a emotividade, os conhecimentos, a sensibilidade e a realidade. Segundo AGUIAR (1988), *"a criação de que se fala não é o novo que se desvincula de uma radical atualidade, antes está com ela visceralmente comprometida."* (p.62).

1.2.1) O CRIATIVO-ESPONTANEO

A capacidade criadora, ou criatividade tem, segundo Moreno, sua matriz na espontaneidade. O conceito de espontaneidade ainda levanta inúmeras discussões. O mais comum é confundir espontaneidade com inconsequência ou impulsividade. Entretanto, o ato espontâneo é um ato consequente na medida em que ele foi desencadeado por algum outro ato e o seu surgimento desencadeia um novo.

Também não é manifestação de impulsividade, pois o ato espontâneo é um ato criativo e isso nos leva a concluir que no teatro para a espontaneidade, onde há a exigência da criação, ela se pauta no comprometimento com a realidade e com todos os dados relevantes para o momento que ela nos der - cognitivos, afetivos, sociais, etc.

Definir espontaneidade é algo muito difícil, senão impossível, quando pensamos em termos de consenso. Podemos contudo, expor os aspectos condicionantes da espontaneidade, ou

seja, as condições sem as quais um ato não é espontâneo.

A primeira condição é a LIBERDADE; um ato só pode ser espontâneo se for livre. Assim, num processo dramático espontâneo, as estruturas limitadoras da liberdade, tais como os preconceitos morais e ideológicos, a ignorância, as frustrações internas pessoais e as soluções socialmente impostas devem ser "sacudidas" possibilitando a ampliação da espontaneidade do ato ao máximo.

A segunda é a própria CRIATIVIDADE - do ato espontâneo espera-se uma solução nova em uma situação inusitada, i.e., um ato criativo.

Esse ato criativo e livre, não desvinculado do processo dramático, que é um recorte da realidade - onde estão inseridos tanto o ato quanto o próprio processo - é também um ato verdadeiro, isto é, possui uma verdade a ele subjacente.

Essa VERDADE, terceira condição da espontaneidade, desponta na relação mantida entre o sujeito e a sua situação. Ela não pretende o status da universalidade pois não é verdade ideologizada, mas ao contrário, corresponde ao discurso crítico, ou à criticidade que fizemos menção anteriormente.

Podemos notar que, segundo essa descrição dos aspectos condicionantes da espontaneidade, esta pode ser pensada em termos de graus - determinado ato pode ser mais espontâneo que outro e vice-versa.

Imaginemos por exemplo, um indivíduo que ao desempenhar um determinado papel não consiga se libertar de preconceitos ou "verdades" que vieram à tona no desempenho desse papel. A sua performance dramática possivelmente será de pouca carga criativa e de pouca espontaneidade.

1.2.2) A CATEGORIA DO MOMENTO

O Teatro para Espontaneidade possui uma dinâmica que lhe é peculiar. O criativo-espontâneo de que nos fala Moreno ocorre num determinado momento dentro do presente. Contudo esse momento não é

apenas um intervalo temporal. Através de críticas ao Teatro Legítimo, ou convencional, Moreno distinguiu aquilo a que chamou de categoria do momento em contraposição à categoria do presente.

No teatro rígido, dogmático, o produto criativo é dado: aparece na sua forma final e irrevogável (...) Seu trabalho [do dramaturgo], cuja criação era a própria essência de alguns momentos que não voltam mais, retorna apenas para privar o momento presente de qualquer manifestação própria de uma criatividade viva.

(MORENO, 1984:30)

MORENO (1984), entende o presente como "uma categoria universal, estática e passiva"; é uma categoria formal, parcela temporal intermediária entre o passado e o futuro. Já o momento é uma categoria dinâmica e criativa e "somente através de um processo espontâneo-criativo é que a categoria formal do presente alcança um significado dinâmico, quando torna-se um momento" (p.148).

O Teatro da Espontaneidade surge para fazer do presente o momento da criação. Por essa razão as suas peças não foram encenadas mais de uma vez.

1.2.3) DO TEATRO DO ESPONTÂNEO AO PSICODRAMA

Entre os anos de 1921 e 1923, o Teatro Vienense da Espontaneidade propunha uma revolução nos moldes dramáticos em voga até então. Essa tentativa de mudança caracterizou-se pela eliminação do texto escrito, pela improvisação, pela participação da audiência - todos são atores e criadores da cena - e pelo desaparecimento do palco do teatro legítimo, despontando em seu lugar a própria vida.

Mas o Teatro do Espontâneo defrontou-se com inúmeras resistências. Não podemos nos esquecer que Viena entre os anos de

1910 e 1930 foi palco de discussões "borbulhantes" sobre política, filosofia e ciência.

A Viena de 1910 era aquela que se constituía numa arena de demonstrações para as três formas de materialismo que desde então se tornaram os indiscutíveis senhores do mundo daquela época, a saber, o materialismo económico de Marx, o materialismo psicológico de Freud e o materialismo tecnológico do navio a vapor, do avião e da bomba atômica. (MORENO,1984:17)

A sociedade europeia emergia para um novo século, para um mundo muito diferente daquele do século XIX. Era muito difícil, naquela época, dar-se algum crédito à idéia do criativo-espontâneo. Como o Teatro da Espontaneidade apresentava-se como um improviso, o público suspeitava - quando as peças fluíam e eram boas - que estas haviam sido ensaiadas antes; quando as peças desagradavam, o público apressava-se em concluir que a espontaneidade verdadeira não era possível.

Moreno tentou driblar essas dificuldades, primeiro criando o Jornal Vivo, onde as notícias do dia eram dramatizadas, o que garantia a honestidade da improvisação; depois criou o Teatro Terapêutico, onde a espontaneidade era mais facilmente alcançada. Como ele mesmo escreve:

Era difícil esquecer as imperfeições estéticas e psicológicas num ator normal, mas era mais fácil tolerar imperfeições e irregularidades numa pessoa anormal, um paciente. (MORENO,1984:10)

Assim, do teatro do espontâneo nasce uma nova modalidade de teatro - o teatro da catarse ou psicodrama. Apesar de ter surgido

na Europa, o psicodrama foi criar raízes nos Estados Unidos, onde foi introduzido em 1925.

O psicodrama originou algumas ramificações, entre elas o sociodrama, o psicodrama pedagógico e o role-play.

1.3) O PSICODRAMA E AS SUAS DIMENSÕES

O psicodrama deve ser uma forma para trazer em público a crise de valores de nosso tempo, crise de valores que no fundo equivale às contradições de todas as épocas.(...). Não podemos nem devemos confundir o psicodrama com movimentos de massa, dirigidos por líderes carismáticos, que buscam reformas sociais. O psicodrama, como toda terapia existencial é um movimento para dentro, busca uma implosão, não uma explosão. Isto é, as reformas sociais serão a decorrência natural das reformulações interiores dos indivíduos.
(D'ANDREA,1987:57)

Nascido do Teatro do Espontâneo, segundo MORENO (1984), "a forma suprema do teatro" (p.105), o psicodrama, ou teatro terapêutico, traz em sua estrutura conceitos e categorias tais como criatividade, espontaneidade, momento e papel (role).

Entretanto o psicodrama não se reduz apenas ao seu sentido terapêutico. Quando MORENO (1980) define o conceito de papel como sendo "a forma de funcionamento que o indivíduo assume no momento específico em que reage a uma situação específica, na qual outras pessoas ou objetos estão envolvidos" (p.27), ele torna possível a abertura de uma nova dimensão do psicodrama: a pedagógica.

Cada papel assumido pelo indivíduo no seu cotidiano representa uma determinada fase do seu desenvolvimento interior, correspondendo a uma carga cognitiva, afetiva e social diferente.

O indivíduo é capaz de oferecer respostas diferentes às mesmas perguntas, desde que estas estejam inseridas em situações ou contextos que o leve a se utilizar de papéis diferentes.

Dentro de sala de aula o desempenho de papéis permite que os alunos exponham não só os seus sentimentos, mas também os conhecimentos que possuem. Como nos escreve ROMANA (1987),

"através da metodologia psicodramática contribuimos para que o aluno coloque para fora o conhecimento que "sabe" e o compreenda como algo próprio, como algo seu."(p.44).

As técnicas dramáticas facilitam a integração do conhecimento e dos aspectos socializantes desse saber, abrindo novas perspectivas na forma do indivíduo se relacionar com o seu ambiente.

Na educação, as técnicas psicodramáticas mais utilizadas são o solilóquio, a interpolação de resistências e a inversão de papéis.

Contudo, antes de descrevermos essas técnicas é necessário definir alguns termos fundamentais para o psicodrama.

1.3.1) PEQUENO GLOSSÁRIO PSICODRAMÁTICO

A) Dos termos fundamentais:

A.1) psicodrama

Termo cunhado por Moreno. Completa psicorealização. "Técnica de terapia que visa à resolução de conflitos individuais, em que o sujeito esteja pessoalmente envolvido, a um nível profundo (o da tragédia)." (SCHÜTZENBERGER, 1978:68). Moreno distingue três formas principais de psicodrama:

- o psicodrama totalmente espontâneo, onde não há nenhum tipo de preparação anterior à atuação dramática;
- o psicodrama planejado, que embora espontâneo no momento da atuação, sofreu um planejamento (seleção do tema e/ou preparação dos participantes) durante dias, semanas e até meses antes da representação;
- o psicodrama ensaiado, onde um tema específico é "elaborado em detalhes, em forma dialogada, redigido e finalmente distribuído a fim de ser encenado pelo sujeito" (MORENO,1984:149). A forma ensaiada não apresenta criação nova no momento da atuação.

A.2) diretor

É o responsável qualificado pela sessão de psicodrama. "Numa sessão psicodramática, o diretor desempenha três funções: (a) produtor, (b) terapeuta principal e (c) analista social" (MORENO,1980:308).

O diretor faz parte do grupo mas possui um papel diferente dos demais. A ele cabe iniciar a sessão através de um aquecimento onde os participantes são incentivados a atuarem com gestos e palavras; busca o tema da sessão; dirige os egos auxiliares. Como terapeuta está ao lado do paciente atento aos seus problemas. Como analista ele é o observador do grupo e interpreta as situações utilizando-se também das reações da audiência (os espectadores daquela sessão).

A.3) protagonista

Personagem principal; aquele que centraliza a trama; o sujeito da ação.

A.4) ego auxiliar

Atores terapeutas; "qualquer participante que contracenar com o protagonista" (AGUIAR,1988:40).

"O ego auxiliar tem três funções: (a) a função de ator representando os papéis exigidos pelo mundo do sujeito, (b) a função de guia, um agente terapêutico, (c) a função de investigador social" (MORENO,1980:315)

B) Das técnicas psicodramáticas

B.1) solilóquio

O solilóquio é uma técnica na qual o protagonista atua "pensando alto", falando consigo mesmo. Geralmente o solilóquio ocorre em

aparte a uma cena, ou seja, dentro de uma cena que transcorre normalmente; o solilóquio não é um monólogo - o protagonista ao contracenar com os outros atores (egos auxiliares) se vê em situações nas quais é imprescindível tomar um posicionamento, uma decisão. O solilóquio é uma técnica que permite ao protagonista a explicitação dos pensamentos, emoções e dúvidas que surgem naquele momento.

B.2) interpolação de resistência

Esta técnica é indicada quando algum aspecto do protagonista (comportamental ou estrutural que surja no desenvolvimento do papel) passe despercebido por ele. O ego auxiliar pode, então, alterar a sua cena de forma que fique bem diferente do que foi combinado inicialmente, ou então daquilo que tem se desenvolvido até o momento.

A introdução do fato novo (nova ação do ego auxiliar) desestabiliza o protagonista forçando-o a se reestruturar buscando uma nova solução e permitindo que perceba aquele aspecto antes para ele escondido.

B.3) inversão de papéis

Segundo a visão moreniana, essa é a técnica mais importante do teatro da espontaneidade.

O protagonista deixa de representar o seu papel e passa a representar o papel do ego auxiliar que com ele contracena. Em contrapartida, o ego auxiliar passa a representar o papel do protagonista.

Nessa troca de papéis cada um tem a oportunidade de se ver como num espelho, e também "de ver e sentir a partir da posição do outro, interagindo como se fosse o outro" (AGUIAR, 1988: 47)

1.3.2) EDUCAÇÃO E PSICODRAMA

É importante lembrar que o psicodrama aplicado à educação não perde de vista sua característica principal que é a espontaneidade. Educar através do psicodrama é antes de tudo educar para a espontaneidade.

Isso significa que na formação do indivíduo são levados em conta três conceitos chaves para o psicodrama: liberdade, criatividade e verdade.

Formar um indivíduo espontâneo é formar um indivíduo livre das pressões e preconceitos; capaz de responder adequadamente a uma nova situação e de desenvolver a criticidade nas suas relações existenciais.

D'ANDREA (1987) escrevendo a respeito do poder da espontaneidade criadora, diz que o homem *"precisa ser estimulado a desenvolvê-lo ou a reencontrá-lo, pois os mecanismos que governam nossa civilização disciplinam demais e acabam por massificar as pessoas em torno de estereótipos culturais."*(p.61)

É muito difícil separar a dimensão pedagógica da terapêutica no psicodrama. Na verdade elas não se separam, pois apesar de serem processos distintos, ocorrem concomitantemente: o pedagógico na terapia e o terapêutico na sala de aula.

O que podemos distinguir é por um lado, o universo de atuação do psicodrama e, por outro, os objetivos específicos inerentes à prática pedagógica.

Quando falamos em psicodrama aplicado á educação estamos nos referindo à utilização das técnicas psicodramáticas no processo ensino-aprendizagem visando, entre outras coisas: (a) o desenvolvimento da espontaneidade do indivíduo; (b) a integração entre o conhecimento adquirido e a experiência vivida e (c) o desenvolvimento da compreensão acerca da realidade de forma crítica e ativa por parte do indivíduo.

Segundo ROMANA (1987), o psicodrama pedagógico tem sido utilizado nas seguintes situações:

- 1) Fixar e exemplificar o conhecimento;
- 2) Encontrar soluções alternativas aos problemas disciplinares;
- 3) Desenvolver papéis novos (Estágios no magistério);
- 4) Como prevenção de situações ansiógenas (provas);
- 5) Sensibilizar grupos;
- 6) Elaborar mudanças (de professores, de classe, de turma, de escola);
- 7) Avaliar o trabalho em equipe. (p.27)

O psicodrama, como já dissemos, deu origem a várias ramificações, entre elas o psicodrama pedagógico. Entretanto, há uma outra modalidade que também se aplica à educação e que entendemos como fundamental neste trabalho: o role-play.²

1.3.3) ROLE-PLAY

Segundo SCHÜTZENBERGER (1970), "role-playing é desempenhar um papel por escolha, num determinado meio, com o objetivo de explorar, experimentar, desenvolver, acarretar uma mudança". (p.162).

O role-play não é uma técnica psicodramática. Role-playing, ou desempenho de papéis, é um método de ação oriundo do psicodrama e que pode ser usado utilmente na educação.

Por conseguinte, o role-play carrega as características do Teatro do Espontâneo, pois também é um teatro para a espontaneidade. Seu foco de atenção, no entanto, está no papel e no seu desempenho. O indivíduo, numa determinada situação pode desempenhar uma mãe, um pai, um cientista, um professor, um aluno, um personagem histórico ou um militante verde - o importante é que ao desempenhar esse papel (seja ele qual for) ele coloque para

² O termo "psicodrama pedagógico" foi criado ao que tudo indica, por M. A. Romãa por volta de 1969. Apesar dessa modalidade englobar o role-play, nossa intenção é distinguir e desenvolver apenas o aspecto do role-play.

fora suas convicções, expectativas, conhecimentos, estereótipos, emoções, enfim tudo aquilo que tenha ligação com o papel. É a visão do indivíduo que se exterioriza através do seu desempenho.

No role-play, na medida em que é também um psicodrama, utilizam-se normalmente as mesmas técnicas psicodramáticas. De acordo com a sua definição, o role-play pretende uma mudança, não se limitando apenas à exteriorização do pensamento/emoção do indivíduo - esse é apenas o primeiro passo.

A idéia subjacente a essa prática é que é necessário conhecer para mudar: o indivíduo precisa conhecer as suas formas de pensar, de sentir e de agir para que possa "saber" o que mudar. Isso é possível com o auxílio das técnicas psicodramáticas, onde sua visão de mundo é questionada (posta na berlinda), não apenas verbalmente, mas através da ação dramática.

O role-play tem sido utilizado na educação, basicamente de duas maneiras:

i) na formação de profissionais, principalmente de educadores e professores e,

ii) no processo de ensino-aprendizagem de crianças e adolescentes nas escolas.

Como este trabalho não possui nos seus objetivos a preocupação direta com a formação profissional dos alunos, nem faz parte de nossa clientela o ensino do magistério, ou superior, este enfoque do role-play não será por nós desenvolvido. Nossa atenção se focaliza na utilização do leque das disciplinas desenvolvidas normalmente nas escolas.

No próximo capítulo desta prosa desenvolveremos a utilização do role-play e da dramatização (drama) vinculando-os ao ensino secundário das ciências, em particular, da física.

1.4) OS PROCESSOS DRAMÁTICOS E O ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS

Muitos professores de ciências são céticos quanto ao uso do role-play e da dramatização na ciência. Como, perguntam eles, pode a ciência ser feita de forma factual, conceitual e prática na dramatização ?

(WATTS & BENTLEY, 1989:142)

Existe um número razoavelmente grande de autores que se dedicaram a investigar - tanto na teoria quanto na prática - as relações, ligações e utilizações da arte dramática nos diversos setores e atividades da sociedade: na saúde, no trabalho, na educação, nas relações comunitárias, etc.

A variedade de possibilidades de inserção da arte dramática explica-se, em boa parte, por ser ela uma forma de expressão completa, estruturada sobre a tríade pensamento - emoção - ação. Ao nosso ver, a vantagem dessa atividade reside no amplo espectro que se desenvolve a partir dessa tríade. É uma forma de criar, transmitir e participar aquilo que for desejado e/ou conveniente.

Nas aulas de ciências existem basicamente duas formas de inserirmos a arte dramática: a **DRAMATIZAÇÃO** e o **ROLE-PLAY**.

Diferentemente do role-play, a dramatização não é oriunda do psicodrama. O termo drama, nas suas origens gregas, significa ação. É o próprio ato de representar ou imitar o comportamento humano.

A arte de dramatizar é muito anterior à concepção de teatro que comumente temos. A história aponta as raízes dessa arte no ditirambo - uma espécie de cântico festivo que ocorria na Grécia Antiga por ocasião da vindima. Nessa festa popular, em homenagem ao deus Dionísio (ou Baco), os participantes dançavam e cantavam fantasiados de sátiros e corifeus até caírem desfalecidos.

A dramatização atravessou os séculos e está presente tanto no teatro convencional, quanto no psicodrama.

O role-play é um tipo de dramatização na medida em que o

indivíduo representa/desempenha um papel. Entretanto como o role-play é uma modalidade do psicodrama, ele possui objetivos terapêuticos que transcendem a estética da arte dramática.

O que chamamos de dramatização educacional, ou simplesmente dramatização, possui objetivos específicos que lhe confere um sentido próprio e particular. Na dramatização o indivíduo é solicitado a explorar situações determinadas; a ênfase não está no papel que ele assume, mas na situação que se apresenta.

Segundo WATTS & BENTLEY (1989),

Os alunos podem, por exemplo, serem solicitados a agirem como cientistas, historiadores ou fabricantes, investigando a praticabilidade de uma idéia científica. Eles podem decidir serem grosseiros e autoritários se, por exemplo, essa for a maneira que eles vêem os cientistas ou pesquisadores agirem. Mas o papel em si não é o ponto principal do exercício. As pessoas são simplesmente solicitadas a serem elas mesmas numa situação diferente. (p.143)

Apesar da dramatização não ser oriunda do psicodrama, como o é o role-play, ambos são processos de criação utilizados nesta pesquisa como estratégias de ensino.

Sendo um processo de criação a dramatização também traz em si princípios como a criatividade e a espontaneidade.

Essas duas linhas de trabalho (ênfase no papel e ênfase na situação) formam o que chamamos de PROCESSOS DRAMÁTICOS.

Na literatura sobre o uso de processos dramáticos no ensino das ciências, como em BUTLER (1989) e WATTS & BENTLEY (1989), o role-play é encarado como um recurso dramático, e não há menção às suas origens psicodramáticas, apesar de sua definição, desenvolvimento e algumas técnicas como a inversão e a rotação de papéis, serem utilizadas como proposto por Moreno.

Isso nos sugere que de alguma forma houve uma adaptação do role-play às necessidades do ensino das ciências, visando proporcionar uma experiência ativa onde os alunos pudessem ter a oportunidade de desenvolver atitudes relacionadas às atividades científicas e tecnológicas e ao mesmo tempo, *explorar as implicações sociais e pessoais da ciência que eles aprendem* (WATTS & BENTLEY, 1989:144) .

1.4.1) AS FUNÇÕES DOS PROCESSOS DRAMÁTICOS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS NATURAIS

Quando Oscar Wilde dizia que a natureza imita a arte, mostrava a raiz deste processo pelo qual a natureza vista é a natureza na qual estamos nos próprios - seus contempladores - investidos como seus criadores.(...) Nós significamos o mundo que nos significa. (TRIGUEIRO MENDES, 1973: 230)

As razões para se utilizar role-play e dramatização no ensino das ciências naturais são muitas. Elas envolvem princípios filosóficos, epistemológicos e educacionais que direcionam os objetivos dessa utilização.

Utilizar processos dramáticos em aulas de física, química e biologia pressupõe, por exemplo, que o conhecimento científico não é um dado a priori, mas construído historicamente, e no nosso caso, através das interações/relações vividas pelos alunos na sala de aula e fora dela.

Os processos dramáticos permitem um nível de experiência vivencial que os transformam em veículos para que o aluno perceba o conhecimento científico que constrói como algo seu, produzido através da sua atividade, da sua experiência.

Através do role-play e da dramatização o aluno possui condições para relacionar a ciência que aprende na escola com a compreensão que possui do mundo (BUTLER,1989), podendo explorar as implicações sociais, filosóficas e pessoais da descoberta científica e das mudanças tecnológicas (HOLLINS,1989 e WATTS & BENTLEY, 1989) questionando a imagem de ciência e de cientista (TAYLOR,1987 e WATTS & BENTLEY,1989).

Poderíamos enunciar muitas outras funções da dramatização e do role-play no ensino das ciências naturais, mas optamos por desenvolvê-las a partir do resgate de três conceitos discutidos nas primeiras partes deste capítulo: criatividade, espontaneidade e criticidade.

Nosso primeiro passo é elucidar de que forma o criativo-espontâneo manifesta-se nos processos dramáticos nas aulas de ciências.

De acordo com OSTROWER (1977:11) *"criar é basicamente formar. É dar forma a fenômenos que foram relacionados de modo novo e compreendido em termos novos"*.

Quando sugerimos o uso da dramatização e do role-play para ensinar ciências, estamos apostando, entre outras coisas, no desenvolvimento dessa capacidade criativa do aluno, na crença de que o ser humano é capaz de relacionar informações, conceitos, fenômenos e imagens de forma ordenada.

Através dos processos dramáticos o aluno tem condições de expandir essa capacidade ao buscar novas respostas às situações nas quais foi colocado em confronto. Nas aulas de física, por exemplo, essas situações podem se materializar sob a forma de um fenômeno físico que requer uma nova explicação por parte do aluno, um novo conceito a ser aprendido ou uma situação social na qual estejam envolvidas questões técnicas e científicas.

O criativo-espontâneo surge quando o aluno se vê forçado a produzir, a partir do seu próprio conhecimento, uma nova argumentação, um novo conceito, uma nova forma de ver o fenômeno ou a situação na qual foi colocado através da dramatização.

O processo dramático, quando bem desenrolado, pode operar no

aluno uma espécie de "revolução"; o aluno entrosado na ação percebe muitas das suas idéias sendo postas na berlinda, sua visão de mundo sendo questionada, novas idéias surgindo e muitas perguntas permanecendo sem respostas prontas.

Esse é o espaço propício para a construção de novos conceitos, para a elaboração e reelaboração das idéias.

Os estudantes necessitam de ajuda para decidir sobre a função da ciência na sociedade e tomar decisões sobre quais aplicações eles acreditam serem as mais apropriadas nas vidas humanas. (BUTLER,1989:577)

A título de exemplificação, podemos ter como objetivo da dramatização e do role-play a discussão das implicações sociais, políticas e individuais do uso de uma determinada tecnologia como por exemplo, o uso de usinas nucleares para geração de energia elétrica.

Entretanto para que esse tema seja desenvolvido é necessário que os fenômenos e conceitos científicos, envolvidos na questão foco (tema dos processos dramáticos) passem por uma discussão preliminar - assim os alunos terão a chance de expandir suas argumentações e hipóteses.

Com isso queremos dizer que ao nos utilizarmos do role-play e da dramatização, no ensino das ciências naturais, não dissociamos o fenômeno, o conteúdo e o conceito científicos da realidade técnico-social na qual eles se manifestam.

É dentro dessa realidade que se encontra o aluno e é dentro dela que se justifica a ação educacional.

Ao atuar dramaticamente, o aluno é incentivado a expor suas idéias e concepções sobre o tema (NIXON,1989:147), não só as científicas, mas todas aquelas que tenham relação com a situação proposta.

Por isso a escolha do tema da dramatização e do role-play (questão foco) deve ser feita de forma criteriosa: deve ser um

tema capaz de gerar conflitos (tensão).

O objetivo é criar uma tal tensão, que os alunos [nos seus papéis dramáticos] encontrem-se dizendo coisas que não sabiam que poderiam dizer, que eles nunca pensaram dizer, e então, quando ocorrer a análise do evento, eles terão novas coisas neles para descobrir. (BUTLER, 1989: 575)

A tensão caracteriza-se pela desestabilização dos conceitos (pré-concepções científicas), dos valores e das posturas pessoais do aluno em relação ao tema abordado.

Mas similarmente ao psicodrama, a tensão criada possui um nível baixo. MONTEIRO (1980) nos coloca que:

Pelo fato de o indivíduo estar simplesmente jogando, já se elimina a possibilidade de ser para ele uma situação angustiante ou ansiógena, pois o jogo [dramático] cria uma atmosfera permissiva que dá condições ao aparecimento de uma atuação espontânea e criativa do indivíduo, proporcionando-lhe a possibilidade de substituir respostas prontas, estereotipadas, por respostas novas, diferentes e livres de uma conserva cultural trazida no decorrer do tempo, pelas mais diversas situações em que é restringida a sua capacidade criadora. (p. 7)

Somente a partir da tensão é que surge o que chamamos de situação de confronto. Os alunos comparam entre si - através dos seus movimentos, de suas argumentações nos diálogos da atividade dramática - suas visões de mundo, suas maneiras de explicar um fenômeno científico, seus valores e posturas ideológicas.

Esse momento da dramatização é de fundamental importância no

processo de construção do conhecimento. Os alunos sentem a necessidade de uma reestruturação interna: é a busca de soluções para as dúvidas que foram geradas. Como nos coloca MORENO (1978):

Na representação criadora espontânea, as emoções, os pensamentos, processos, frases, pausas, gestos, movimentos, etc. parecem, no começo, penetrar de modo informe e anárquico num meio ordenado e numa consciência bem estabelecida. Mas no decurso do seu desenvolvimento, torna-se claro que pertencem todos a uma só classe, como os tons de uma melodia; (...). A desordem é apenas uma aparência exterior; internamente, existe uma força propulsora coerente, uma aptidão plástica, uma necessidade imperiosa de assumir forma definida. (p.85)

A "forma definida" da qual nos fala Moreno, pode ser compreendida, no nosso caso, como a elaboração/reelaboração dos conceitos e idéias do aluno. Fundamentalmente ela engloba a possibilidade que o aluno tem de realizar julgamentos de atitude, de sentimentos, conceitos, fatos e valores, relacionados ao tema da dramatização, podendo estabelecer uma nova ética e valoração no indivíduo.

O processo dramático que descrevemos sustenta-se na idéia de que o indivíduo (no caso um aluno) tem, em si, a capacidade de criar. Como já dissemos antes, somente através do ato criativo o homem é capaz de optar, de tomar decisões. Quando o aluno dramatiza, sua atuação será tanto mais criativa quanto mais espontâneo ele for.

A espontaneidade é uma disposição do sujeito para responder como requerido. É uma condição - um condicionamento - do sujeito; uma preparação do sujeito para a livre ação. (MORENO, 1978:162)

Voltando como exemplo ao tema das usinas nucleares, podemos abordar através dos processos dramáticos uma parte do conteúdo programático (modelos atômico e nuclear, radioatividade, transformações de energia, etc.), discutir o processo histórico do surgimento da energia nuclear e das usinas, desenvolver as implicações sociais do uso dessa tecnologia e os seus reflexos no meio-ambiente e no comportamento humano.

Para que o aluno possa dramatizar é necessário que ele esteja munido de informações e que as organize no seu improviso. Essas informações podem ser trabalhadas com os alunos no período preparatório que antecede a atuação dramática: discussões em aula, artigos de jornais e revistas, textos didáticos, visitas em campo, filmes, vídeos, enfim todo material disponível e pertinente com o tema.

Ao atuar dramaticamente o aluno expõe, não só as suas indagações, como também a organização que efetivamente deu às informações, ou seja, como construiu o conhecimento que agora expõe na atuação. Ele coloca os fatos que achou mais importante, as relações e implicações que relevou. Internamente, o aluno poderá comparar as informações que adquiriu com seus próprios modelos, testando-os, verificando-os, modificando-os.

A atividade proposta é um processo coletivo, onde os alunos e o professor estão, em princípio, ativamente engajados. Isso nos sugere que podem existir momentos de discordância e de complementação das asserções, diálogos e argumentações expostas.

Geralmente a forma de seleção dos fatos "importantes" é diferente para cada aluno: existirão pontos em comum, mas cada aluno possivelmente trará contribuições particulares, oriundas das suas próprias experiências de vida. Além disso, apesar de trabalharem os mesmos materiais, os alunos podem possuir informações diferentes adquiridas em outras fontes/relações que não aquelas estabelecidas no grupo.

Isso consubstancia o que chamamos de situação de confronto. Os alunos ao interagirem entre si e com o professor através da improvisação da questão foco, colocam em "xeque" suas visões de

mundo (ou "parte" delas): valoração, ética, concepções científicas, posturas, sentimentos, etc., vêm à tona de uma forma ou de outra durante a representação.

Encontrar uma solução nova, no processo criativo-espontâneo da improvisação dramática nas aulas de ciências, significa organizar, elaborar/reelaborar as idéias e conceitos que são confrontados, tanto com os modelos particulares que o aluno internamente possui, quanto com os modelos de seus colegas durante a atuação dramática.

Essa organização não é apenas de fundo lógico, mas envolve também fatores não racionais como por exemplo a emoção e a intuição.

O produto final desse processo criativo-espontâneo é a criticidade.

Criticidade e solução nova estão intimamente ligadas. A solução nova é uma nova visão de mundo, pois durante o processo dramático o aluno sofreu diversas interações que de alguma maneira alteraram sua visão de mundo anterior - em algum momento o aluno pode ter modificado uma postura, reelaborado um conceito ou esclarecido um sentimento.

A criticidade é a veracidade da relação que o aluno manteve consigo mesmo e com o grupo através da representação da questão foco; é a aceitação e a percepção de que algo mudou e que se isso ocorreu outras mudanças poderão acontecer; é a necessidade imperiosa de se perceber no mundo como ser atuante, criativo e criador dele.

Para clarear e distinguir melhor o que chamamos de solução nova e criticidade, voltemos ao exemplo das usinas nucleares.

Nesse caso, a solução nova pode ser, por exemplo, a construção de novos conceitos acerca da energia nuclear, das transformações de energia ou do funcionamento das usinas; a chamada de atenção para a questão da segurança nas usinas tendo esclarecido o significado de um vazamento de material radioativo ou a questão da guarda do lixo atômico; as formas de energia alternativas à nuclear; as vantagens e desvantagens, no sentido

social, político e econômico da instalação de usinas nucleares.

Já a criticidade seria o posicionamento individual do aluno frente à essa utilização de energia, i.e., se ele se mostra contra ou a favor do uso e da instalação de usinas nucleares e os motivos que o levaram a fazer essa opção.

A partir daí o aluno investiga as possibilidades existentes de reforçar ou transformar a sua opção em realidade concreta: é a tomada de decisão - o indivíduo se entende inserido na realidade que ele mesmo constrói e por isso suas ações são entendidas, agora, como ações que constroem (nos parâmetros da sua criticidade) o mundo.

Finalizando, quando utilizamos os processos dramáticos no ensino das ciências naturais, esperamos que o aluno estabeleça uma relação produtiva e criativa com o tema da representação, tendo como finalidade o desenvolvimento da espontaneidade que o levará a um novo nível de criatividade, na medida em que ele encontra e organiza novas soluções, novos modelos - uma nova visão acerca da ciência e da sua relação com a sociedade.

1.5) AS CATEGORIAS DE SELEÇÃO DE TEMAS DOS PROCESSOS DRAMÁTICOS

Difícilmente um conceito científico, sozinho, serve para ser utilizado diretamente nas dramatizações. Não se propõe ao aluno - vamos dramatizar a velocidade instantânea ou a aceleração - pretendendo criar situações nas quais esses conceitos possam ser elaborados pelo aluno ou onde possamos discutir questões sócio-científico-tecnológicas que envolvam esses conceitos.

Nossa opção foi a de criar enredos nos quais estão incluídos os conceitos científicos que desejamos trabalhar com os alunos. Esses enredos são os temas das atividades dramáticas.

Se quisermos trabalhar os conceitos de velocidade e aceleração, por exemplo, podemos optar por uma dramatização cujo tema seja uma situação de tráfego urbano - como o avanço de um sinal ou uma batida de carros.

Ao tentarmos selecionar temas para as dramatizações, a partir da análise do programa de Física do 2o. grau, percebemos a necessidade de elaborar categorias para selecionar esses temas, i.e., como selecionar temas tendo em vista o seu conteúdo científico e a forma pela qual eles serão trabalhados e analisados nas atividades.

Definimos, então, 2 (duas) categorias que se relacionam com a identificação do tema em relação a sua familiaridade, ou seja, o quanto aquele tema é familiar ao grupo de alunos e 3 (três) categorias sobre a abrangência do tema, isto é, a relação entre a física contida no enredo (tema) e as outras ciências e/ou atividades humanas.

1.5.1) QUANTO A IDENTIFICAÇÃO DO TEMA

Ao pensarmos sobre como identificar um tema, chegamos à conclusão que para um grupo de alunos é importante saber se um

tema é ou não familiar a eles e em que nível se dá essa familiaridade. Por familiar entendemos a vivência e/ou integração do objeto ou assunto principal do tema às vidas dos alunos.

Quanto mais familiar for um tema para os alunos, maiores serão as chances de que durante o improvisado, os alunos expressem seus pensamentos, opiniões e sentimentos de uma maneira mais sistematizada.

As categorias a seguir tentam levar em conta esses fatores, diferenciando os possíveis graus de familiaridade.

1. Cotidiano

Chamamos de temas cotidianos aqueles cujo conteúdo científico é referenciado pelo cotidiano dos alunos, i.e., são temas oriundos de situações do dia-a-dia onde facilmente encontramos ou identificamos conceitos científicos. Esses temas estão perfeitamente integrados às vidas dos alunos; são na sua maioria situações vividas por eles ou pelo grupo social ao qual pertencem.

No quadro abaixo estão alguns exemplos de temas cotidianos.

TEMA	ENREDOS	CONCEITOS
Tráfego Urbano	Avanço de Sinal Batida de carros Atropelamento	Deslocamento Velocidade Aceleração Inércia Colisões
Visão e Instrumentos Óticos	Indo ao oculista Escolhendo uma máquina fotográfica	Fisiologia do olho Lentes e espelhos
Eletrodomésticos	Criando uma campanha para vender um secador de cabelos	Corrente Tensão Efeito Joule Resistência

Devemos fazer uma observação importante quanto ao termo Cotidiano. Em determinadas sociedades, ou grupos sociais, as situações consideradas cotidianas podem diferir entre si, ou seja, podem ter outras interpretações. Numa região essencialmente rural, por exemplo, os problemas de tráfego urbano podem não possuir sentido, ou a conotação de uma situação do dia-a-dia, assim como os eletrodomésticos só possuem sentido em sociedades que tenham, por normalidade, o uso desses materiais.

Queremos deixar claro que este termo abrange as situações diárias dos alunos envolvidos no processo, e que no caso das cidades, e no nosso caso em particular, os exemplos acima citados podem ser categorizados dessa forma.

2. Divulgação

Os temas de divulgação são aqueles que, embora não sejam cotidianos, no sentido de não fazerem parte da vida diária dos alunos, são transmitidos através da mídia e acabam se tornando, algumas vezes, motivos para perguntas e discussões entre os alunos. Geralmente esses temas além de estarem associados a uma tecnologia de ponta, possuem conceitos científicos complexos, seja pela própria estrutura conceitual, seja pelo formalismo matemático exigido. Por essa razão, na maioria das vezes, o programa de física do 2o. grau, tal como é proposto, é insuficiente para tratar esses temas.

Através da dramatização, torna-se possível discutir esses temas enfatizando os aspectos sociais, políticos e econômicos das modernas realizações da ciência e tecnologia.

Apesar desses temas não serem de uma "alta" familiaridade (no sentido de integrado ou vivenciado pelo grupo) para os alunos, não podemos também dizer que são totalmente desconhecidos.

Exemplos desses temas são as usinas nucleares, a utilização

de energia solar, as antenas parabólicas, a origem do universo, o laser, a bomba atômica, etc.

1.5.2) QUANTO À ABRANGENCIA DO TEMA

Cada tema pode ser também categorizado de acordo com a amplitude de ação de seu conteúdo temático, ou seja, de acordo com a abrangência dos conceitos científicos implícitos no tema em relação às outras ciências e atividades humanas.

1. Restrito

Alguns temas podem ter um raio de ação pequeno, no que se refere às relações que podem ser feitas entre o conteúdo de física e as outras ciências ou atividades humanas. São temas que se atém apenas ao conteúdo da física ou este é o seu principal componente. São exemplos dessa categoria o tráfego urbano e a utilização de eletrodomésticos.

2. Multidisciplinar

Neste caso há uma relação marcante entre a física contida no tema proposto e outras ciências naturais e/ou tecnológicas. São exemplos dessa categoria a física no esporte, problemas de visão, entre outros.

3. Global

Temas globais são temas onde a física é apenas uma das componentes possíveis para o entendimento da questão proposta, já que esta possui várias componentes que não se reduzem ao âmbito das ciências naturais, como por exemplo as questões sociais, políticas, psicológicas, etc.

Exemplos interessantes são todos aqueles temas que estejam relacionados à questão energética: o uso de energia nuclear, biomassa, energia solar, etc.

Outros temas são aqueles onde a questão da ética científica aparece claramente, como por exemplo a postura de um cientista frente a uma descoberta científica.

Os temas podem ser trabalhados tanto historicamente, baseando-se na própria História da Ciência, quanto contemporaneamente, buscando situações e problemas atuais. A escolha entre essas duas linhas de trabalho reside nas expectativas que o professor possui em relação ao tema escolhido. Se o professor decide que numa certa atividade dramática o mais importante é o aluno perceber como a ciência se desenvolve e quais os componentes sócio-políticos que com ela interage, fará por bem se optar em trabalhar o tema historicamente; se ao invés disso, não houver o interesse na percepção do desenvolvimento interno da ciência, mas na sua aplicabilidade (utilidade), nas suas relações diretas com a tecnologia e com a sociedade, será interessante optar por situações atuais onde os alunos-atores podem direcionar a história.

CAPÍTULO II

REFERENCIAL METODOLÓGICO

Desde que uma única técnica não funcionará em todas as ocasiões, os professores devem ser hábeis para trabalharem com várias, e sempre movimentarem-se, modificarem, acrescentarem e refinarem uma compreensiva "caixa de instrumental" de métodos.

(WATTS & POPE)

2.1) INTRODUÇÃO

A estrutura desta pesquisa consiste basicamente na análise de um conjunto de exemplos de aplicação do role-play e da dramatização no ensino da física no 2o. grau. Cada caso abordado, possui uma delimitação própria (temas cotidianos ou de divulgação) e objetivos específicos a serem desenvolvidos de acordo com a abordagem adotada - restrita, multidisciplinar ou global.

O que harmoniza esse conjunto é o fato de terem sido utilizados o role-play e a dramatização como forma de ensinar e aprender física. Sobre eles recaem nossas questões básicas de pesquisa que pretendemos "responder" nesta dissertação.

É necessário, entretanto, esclarecer que apesar desses exemplos possuírem objetivos específicos, existem objetivos comuns, inerentes à utilização dos processos dramáticos, tais como o desenvolvimento da criatividade e da espontaneidade.

Esta pesquisa tem como grupo alvo, alunos do curso secundário das redes pública e particular, incluindo o curso supletivo que foi objeto do nosso caso piloto.

Os grupos analisados tiveram conhecimento dos objetivos da pesquisa, à exceção do aspecto da análise de suas performances em relação à organização das informações e do desenvolvimento dos conhecimentos científicos que utilizassem ao longo da atividade dramática.

Nossa intenção foi a de minimizar as alterações no comportamento dos indivíduos para que não se sentissem avaliados sobre o conhecimento que possuíam.

Outro ponto importante a frisar é que a utilização dos processos dramáticos no ensino da física é analisada numa situação artificial, primeiro porque é proposta a grupos que não haviam vivenciado antes uma experiência similar no ensino de física ou de ciências e, segundo, porque toda a organização do processo dramático é feito pela pesquisadora.

2.2) "OBSERVATUANDO": A OBSERVAÇÃO COMO PARTE DA AÇÃO

Para que a atividade dramática tenha um desenvolvimento pleno, é necessário o estabelecimento de regras funcionais dentro do grupo - é preciso esclarecer qual a função de cada elemento, em especial, qual a função/papel do pesquisador.

Em nosso caso, o papel que assumimos transcende o de simples analista da situação/atividade dramática. Ocorre que efetivamente fazemos parte do grupo, coexistindo ao mesmo tempo as funções de observação, direção da ação e de intervenção dramática, quando necessário.

Esta formatação de pesquisa nos leva a uma observação direta e integrada no grupo. Como nos escreve MORENO (1978:304):

Logo que se torna idêntico a eles como um participante, [o investigador] perde a sua função, de algum modo, como espectador e a objetividade particular que lhe é concomitante. O ganho de sua pesquisa é que ele pode participar numa experiência que ele jamais poderia conseguir como observador. Os observadores deixam de estar fora do grupo mas encontram-se, no entanto, escondidos e integrados no grupo; neste sentido, a função do observador nunca é abandonada.

Desde o início da atividade definimos para os alunos as funções que podíamos assumir.

Em todas as situações analisadas assumimos perante o grupo a função de diretora da ação dramática. Esta é uma função muito importante, pois cabe à diretora apresentar o enredo, distribuir os papéis (personagens), esclarecer as regras e os objetivos da

atividade e intervir na cena dramática, quando necessário.⁹

Dentro da função de direção estão duas outras funções: a de ator e a de observador.

A função de ator (atriz) é para nós uma ponte de integração com o grupo. Ao atuarmos como um personagem da trama, nós nos identificamos com o restante do grupo, improvisando falas e criando situações novas.

Há duas formas dessa função ser assumida no grupo: a primeira, como uma intervenção momentânea e extraordinária da diretora numa cena em ocorrência, e a segunda como parte integrante do enredo proposto ao grupo.

A função de observadora está sempre presente. Nós não entendemos a observação como uma função estática, pelo contrário, ela se adapta às exigências da situação observada e à *performance* da pesquisadora dentro dessa situação.

À respeito do papel do observador, LUDKE e ANDRÉ (1986:26) assinalam que:

Decidir qual o grau de envolvimento no trabalho de pesquisa não significa decidir simplesmente que a observação será ou não participante. A escolha é feita geralmente em termos de um continuum que vai desde uma imersão total na realidade até um completo distanciamento. As variações dentro desse continuum são muitas e podem inclusive mudar conforme o desenrolar do estudo.

Tomando a idéia de *continuum* podemos dizer que nossa pesquisa junto ao grupo é intercalada por momentos distintos, sem no

⁹ As formas de intervenção são analisadas no item 2.6 deste capítulo.

entanto criar descontinuidades no processo.

Quando funcionamos como diretora, nossa "parte" de observação restringe-se à identificar a linguagem utilizada pelo grupo nas argumentações, assim como perceber se o grupo discute as relações entre a ciência, a tecnologia e o homem.

Quando intervimos em uma cena, é nosso interesse observar como grupo se comporta quanto a criatividade e à espontaneidade da atividade, diante da presença de um elemento perturbador na cena; diante de uma situação nova e às vezes conflitante.

Como foi exposto no referencial teórico (p.19 e 20) é nossa intenção criar situações de tensão, onde concepções de origem cognitiva, afetiva e/ou ideológica sejam postas na berlinda.

Sabemos entretanto que ao intervirmos dramaticamente em cena, comprometemos a observação direta, uma vez que estamos dentro do jogo. Ali somos apenas um outro personagem, exercendo a função de ator e interagindo com o grupo através dela.

Ao mesmo tempo, levamos conosco, para dentro da cena, a expectativa do surgimento de uma situação de tensão, que desejamos observar e analisar os efeitos. As dificuldades para realizar a observação nesse momento de intervenção fez com que nos utilizássemos também da observação indireta, propiciada pela gravação do evento em videotape.

No nosso entender, os dois momentos distintos (direção/ação) discutidos acima, implicam em observações diferenciadas mas que se complementam formando o contexto de atuação do pesquisador.

2.3) ABORDAGEM DA PESQUISA

Nosso primeiro passo na pesquisa foi o de tentar desvelar a polaridade existente entre as exigências de controle experimental, no que tange aos aspectos do desenvolvimento dos conceitos científicos do aluno, e a expectativa de observar sua produção criativa e espontânea durante a atividade.

Em linhas gerais, nossas questões metodológicas foram as seguintes:

i) Se entendemos o role-play e a dramatização como processos nos quais se cruzam variáveis cognitivas, sociais, políticas e emocionais, como realizar uma análise desses processos sem recair na dicotomia entre o cognitivo/afetivo versus o ideológico?

ii) Se, nos processos dramáticos, a pesquisadora é parte atuante, como controlar a componente subjetiva da análise?

iii) De quais instrumentos devemos nos servir para documentar a atividade dramática e avaliar o seu efeito? Qual o objetivo de cada instrumento? Como eles se coadunam?

Os processos dramáticos tais como foram definidos, baseam-se numa visão libertária de mundo que, transposta para a prática educacional, sustenta o pluralismo metodológico.⁴

No processo dramático subentende-se a criação como uma atividade espontânea do indivíduo, na qual não há controle externo, e cujas formas de mensuração, se assim podemos chamá-las, são qualitativas, comparativas e subjetivas. O princípio que rege o processo dramático criativo é o princípio da espontaneidade encarnada no improviso cênico: é a liberdade de pensar e agir (ou reagir) numa situação dada.

Ao fazermos desses processos o centro de nossa pesquisa terminamos por adotar o pluralismo metodológico em nossa abordagem.

Isso nos leva, em linhas gerais, a uma conjugação entre a pesquisa qualitativa e a pesquisa quantitativa. Como nos expõe EISNER, citado em MOREIRA (1990:39):

⁴ Pode parecer estranho ao leitor, a vinculação dos processos dramáticos a uma visão libertária de mundo, principalmente depois de terem sido estabelecidas funções diferentes para a pesquisadora (professora) e os alunos durante a atividade. É necessário esclarecer que a diferenciação de tarefas e funções não significa em si mesmo uma estrutura de poder mas apenas uma forma de coordenar um trabalho coletivo.

O campo da educação em particular precisa evitar o monismo metodológico. Nossos problemas devem ser atacados de todas as maneiras que forem frutíferas(...). A questão não é contrastar qualitativo e não qualitativo, mas como abordar o mundo educacional.

Nesses termos, organizamos inicialmente um delineamento quase-experimental com aplicação de pré-teste e pós-teste no intuito de termos um maior controle na análise dos níveis conceitual e ideológico do aluno.

Tanto o pré-teste quanto o pós-teste consistem de questionários sobre alguns conceitos científicos (relacionados ao tema) e sobre as relações desses conceitos com a tecnologia e a vida humana em sociedade.

Contudo, um delineamento quase-experimental é insuficiente para lidar com outras questões da nossa pesquisa, e, em alguns momentos, a tentativa de aplicá-lo mostra-se incoerente e mesmo divergente se comparamos os princípios filosóficos que sustentam esse tipo de abordagem e os princípios que regem a pesquisa.

Como nos salienta FIRESTONE, citado em MOREIRA (1990:29):

A pesquisa quantitativa está baseada em uma filosofia positivista que supõe a existência de fatos sociais com uma realidade objetiva independente das crenças dos indivíduos, enquanto que a qualitativa tem raízes em um paradigma segundo o qual a realidade é socialmente construída (...).

Apesar disso é o próprio FIRESTONE quem mais adiante coloca que:

(...) cada tipo de método usa diferentes técnicas de apresentação para projetar suposições divergentes sobre o mundo e diferentes meios de persuadir o leitor sobre suas conclusões. Ainda assim não são diametralmente opostos(...). Usados separadamente, provêem diferentes tipos de informação. Quando enfocam a mesma questão, estudos qualitativos e quantitativos podem triangular - isto é, usar diferentes métodos para avaliar a robustez ou estabilidade dos resultados. (MOREIRA, 1990:39)

O delineamento quase-experimental nos proporciona um maior conhecimento e consequente controle na análise do desenvolvimento dos conceitos científicos do aluno, como ele organiza as informações dadas e as relações que ele é capaz de fazer durante a atividade.

Mas como já dissemos antes, isso não é suficiente para a análise dos processos dramáticos como instrumentos/estratégias de ensino, já que fica descartado dessa análise a componente afetiva e a produção criativa/espontânea dos grupos. Portanto é necessária uma abordagem mais ampla, capaz de incluir essas facetas permitindo sua detecção e análise.

A solução encontrada foi a de inserir o delineamento quase-experimental numa abordagem qualitativa de pesquisa, marcada por uma observação direta, onde o observador é também um participante na atividade.

Esse modelo híbrido de abordagem de pesquisa é capaz de identificar e analisar tanto a compreensão que um indivíduo possui de um dado conceito científico quanto a sua performance dramática.

2.4) NIVEIS DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS CONCEITUAIS

Para que possamos tecer uma análise do espectro de atuação

dos processos dramáticos no que tange ao desenvolvimento de sistemas conceituais, nos baseamos em um artigo de Emil Paun⁵ sobre a influência do conhecimento empírico na aquisição de conceitos científicos.

Neste artigo, Paun descreve um conjunto de níveis de desenvolvimento de sistemas conceituais, claramente baseado numa visão construtivista do ensino de ciências. Segundo Paun são cinco os níveis de desenvolvimento conceitual: informação, conceitual, operacional, competência científica e ideológico.

a. Nível de informação

Este nível se caracteriza basicamente pela retenção de uma informação científica e a sua reprodução. Essa reprodução não é realizada em conexão a um conjunto mais geral de informações ou conceitos.

b. Nível conceitual

Neste nível a informação retida de forma aleatória torna-se parte de um sistema conceitual bem organizado, permitindo ao indivíduo fazer conexões entre as informações que possui.

c. Nível operacional

Este nível se caracteriza pelo desenvolvimento da habilidade de trabalhar com o conhecimento numa variedade de situações e contextos, utilizando a criatividade e o conhecimento científico nas novas situações apresentadas. Os critérios mais significativos

⁵ Ver Referências bibliográficas.

neste nível são a rapidez e a qualidade da performance do indivíduo em relação ao emprego do conhecimento científico.

d. Nível da competência científica

Este nível caracteriza-se pela formação e aquisição de habilidades científicas. O indivíduo, neste nível, é capaz de utilizar o conhecimento científico em sua vida particular e na sociedade.

e. Nível ideológico

Este nível indica a transição do conhecimento científico para a crença científica e do pensamento científico para uma visão científica do mundo, isto é, o indivíduo passa a perceber e compreender as várias relações entre o conhecimento científico, a sociedade e o homem.

Para nós o interesse nesse artigo reside na descrição, clara e breve, dos cinco níveis propostos e na possibilidade de utilizá-los como categorias de identificação e análise da intervenção dramática, no que tange aos objetivos conceituais existentes em cada tema.

Assim, ao iniciarmos a análise de um caso procuramos identificar o grupo em um dos níveis propostos e perceber as possíveis alterações sofridas por ele após passar pelo processo dramático.

2.5) AS ETAPAS DA IMPLEMENTAÇÃO DA ATIVIDADE E OS INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

O desenvolvimento da atividade ocorreu em etapas distintas e interrelacionadas. A elaboração dessas etapas foi necessária para que pudéssemos ter controle dos diferentes momentos de trabalho que surgiram ao iniciarmos a pesquisa.

A definição dessas etapas configura-se ainda, como uma forma de possibilitar o fácil acesso à utilização dos processos dramáticos por parte dos professores.

Portanto, é importante não só defini-las, como também explicitá-las. São três (3) as etapas de implementação:

1. Caracterização do contexto de atuação;
2. Introdução dos processos dramáticos;
3. Desenvolvimento dos processos dramáticos.

2.5.1) CARACTERIZAÇÃO DO CONTEXTO DE ATUAÇÃO

Esta primeira fase de implementação destina-se à coleta de dados que sejam de relevância para identificar o grupo de alunos e o espaço onde o trabalho será desenvolvido.

Compõe essa fase a obtenção dos seguintes dados:

- a. Faixa etária do grupo;
- b. Nível sócio-econômico do grupo;
- c. Se os alunos do grupo estão inseridos no mercado de trabalho;
- d. Qual o tipo de escola onde a atividade é realizada (rede pública ou particular);
- e. Qual o tipo de curso ministrado (regular, técnico ou supletivo);
- f. Qual a clientela majoritária da escola;
- g. Qual a relação mantida entre a pesquisadora e o grupo (professora regente ou convidada).

2.5.2) INTRODUÇÃO DOS PROCESSOS DRAMÁTICOS

Uma vez caracterizado o contexto de atuação, devemos partir para o delineamento da atividade dramática que será realizada com aquele determinado grupo de alunos.

Esse delineamento compreende a seleção do tema a ser abordado, os objetivos específicos inerentes ao tema a serem alcançados através da atividade dramática e a preparação dos materiais necessários para a sua realização.

Nesse sentido, nesta etapa são criados os enredos, os textos didáticos e paradidáticos e os questionários. Podemos ainda incluir nesta fase, qualquer discussão (aula/filmes/palestra) com o grupo sobre o tema a ser abordado através dos processos dramáticos.

Durante a pesquisa, foram elaborados três (3) textos didáticos (dois sobre Energia Nuclear e um sobre o conceito de Força), cinco questionários e dois enredos básicos⁶

O material paradidático utilizado foi coletado em jornais e revistas de divulgação científica.

2.5.3) DESENVOLVIMENTO DOS PROCESSOS DRAMÁTICOS

Essa é a fase de intervenção propriamente dita da pesquisa. É o momento onde a ação se desenvolve. Uma vez tendo definido o tema da atividade e seus objetivos, partimos para a execução do role-play (ou dramatização).

Contudo, para que o improviso possa ser realizado de forma satisfatória, precisamos dar os seguintes passos:

⁶ Os textos, assim como os modelos dos questionários utilizados estão em anexo à dissertação.

a. Mobilizar o grupo em torno do tema a ser desenvolvido

Essa mobilização pode ser conseguida através de uma discussão em aula sobre o tema a ser abordado, da leitura de textos didáticos e paradidáticos, de um filme ou trabalho de pesquisa, ou ainda através de todas essas possibilidades associadas.

Em nosso caso, na maioria dos casos analisados, mobilizamos os grupos através de discussões em aula e leitura de textos.

b. Investigar os conhecimentos e valores que os alunos possuem em relação ao tema abordado

Nesta etapa aplicamos um questionário (pré-teste) sobre o tema, buscando formar um perfil inicial do grupo com o qual estamos trabalhando. Esse perfil tem por base as questões de fundo científico e tecnológico, configurando a construção do conhecimento científico, por parte do grupo, e, as questões de fundo social, político e pessoal, configurando o chamamos de aspectos valorativos apontados pelo grupo.

c. Definir os papéis, as funções e as regras da atividade

Nesta fase distribuimos os papéis e definimos as regras da atividade dramática - as regras do improviso. O grupo toma conhecimento do enredo básico e dos personagens envolvidos.

É nesta fase também que definimos para o grupo a nossa função na atividade - diretora - e os objetivos do trabalho.

As regras definidas para o improviso são as seguintes:

i) É considerado verdadeiro tudo aquilo que o personagem disser sobre sua vida particular;

ii) É considerado passível de contestação qualquer argumentação científica e/ou valorativa;

iii) A diretora pode intervir na cena sem prévia comunicação;

iv) A diretora pode, através da sua intervenção, inverter os

papéis, criar um novo personagem e enviar ou pedir informações ao grupo.

O grupo de alunos é então dividido em grupos menores, de forma que tenhamos um total de grupos igual ao número de personagens envolvidos na trama.

Cada grupo discute a sinopse de um único personagem, durante aproximadamente vinte minutos. Durante essa discussão interna, o grupo deve estabelecer para o seu personagem características próprias e definir sua performance no improviso.

Em seguida, cada grupo escolhe um representante para atuar dramaticamente.

d. Executar e registrar o improviso

Esta última fase compreende a atuação dramática dos alunos. Durante o improviso gravamos a atividade em vídeo e fazemos anotações da observação. Após a atividade, aplicamos um novo questionário, afim de delinear um novo perfil do grupo, e em alguns casos iniciamos um debate.

2.5.4) A COLETA DE DADOS

Durante nossa pesquisa utilizamos três formas de documentação e coleta de dados: gravação em vídeo, num total de 280 minutos gravados, anotações da observação e questionários.

No primeiro caso a ser analisado - Caso Piloto - utilizamos um conjunto de questionários (Pré e Pós testes) demasiado longo, onde a maioria das questões requeriam respostas discursivas, o que dificultou nosso trabalho de análise, além de incluir questões sobre a validade da atividade do ponto de vista de aprendizagem, motivação e criatividade.

Esse conjunto de questionários foi substituído nos dois casos

seguintes por um outro mais condensado e direto, onde as questões referentes aos aspectos científico-conceituais do tema possuíam escalas de respostas do tipo SIM, NÃO , NÃO SEI e similares.

Esse novo conjunto de testes seguiu um modelo utilizado pelo GPEF ⁷ numa pesquisa sobre o conceito de energia, já que parte das questões abordava os aspectos de aquisição e compreensão de fenômenos e conceitos científicos.

Nos três primeiros casos estudados, os questionários pretendiam delinear um perfil do grupo (antes e após a atividade dramática) sobre questões valorativas (a respeito do tema em questão, ou a ele relacionado) e questões conceituais (relacionadas ao fenômeno científico tratado no tema).

No caso D utilizamos um outro tipo de teste, ainda mais condensado, optando em usar figuras como quadro de respostas.⁸

2.6) AS FORMAS DE INTERVENÇÃO EM CENA

As intervenções nas atividades dramáticas têm por objetivo criar uma situação nova, um novo problema ou simplesmente direcionar a argumentação em andamento. Em algumas situações o grupo de alunos-atores pode se apresentar inibido ou com dificuldades de expor seus pensamentos e/ou sentimentos. Nesses momentos é necessário intervir para que esse grupo tenha a oportunidade de se reestruturar.

Nos casos analisados as formas de intervenção mais usadas foram: *introdução de novo personagem, passagem de mensagens e a inversão de papéis.*

⁷ Grupo de Pesquisa em Ensino de Física - IF/UFRJ.

⁸ Esse questionário apresentou problemas para a análise da atividade dramática realizada. V. capítulo III, caso D.

2.6.1) INTRODUÇÃO DE PERSONAGEM NOVO

Este tipo de intervenção é usada, via de regra, para orientar a linha de argumentação do grupo. Quando o grupo de atores começa a se repetir nos diálogos ou perder-se no improvisado, é necessário a introdução de um novo personagem, a rigor não delimitado no tema proposto mas com ele compatível, capaz de orientar o grupo na direção de uma argumentação mais consistente.

Como exemplo, podemos indicar a intervenção da diretora no role-play 1 do caso A (piloto) que assumindo um papel não estabelecido anteriormente no tema (lavrador local) reorganiza a argumentação do grupo.

2.6.2) PASSAGEM DE MENSAGENS

A passagem de mensagens nada mais é do que o envio de uma informação, específica para um personagem, e que efetivamente se apresenta como uma nova situação ou problema para ele e sobre a qual deve se posicionar.

Enquanto que na introdução de um novo personagem a situação/problema estende-se a todo grupo, na passagem de mensagens a situação nova concerne apenas ao personagem que recebe a mensagem.

Um exemplo ilustrativo é a mensagem passada a aluna que representou o personagem do médico no role-play 2 do caso A (piloto). Durante a sua argumentação, onde defendia sua posição contrária à instalação da Usina Nuclear, foi enviado um bilhete dizendo que a esposa dele (do médico) estava doente e que pedia sua presença.

Nosso intuito com esta mensagem era contrapor o elemento social ao elemento individual e observar como o personagem se posicionaria.

2.6.3) A INVERSÃO DE PAPEIS

A técnica de inversão é muito utilizada pelo psicodrama com o objetivo de colocar um indivíduo em relação com o inconsciente de um outro e vice-versa.

Nesta pesquisa a inversão de papéis pretendeu, tão somente, possibilitar que um participante representando um personagem se colocasse no lugar de um outro, de preferência que tivesse características opostas a sua.

Quando fazemos isso tencionamos um crescimento na qualidade do improviso, já que os alunos envolvidos na inversão terão que mudar, muitas vezes radicalmente, os valores e opiniões que defendiam, tendo que encontrar argumentos convincentes, não apenas para o parceiro, mas principalmente para si próprio.

CAPÍTULO III

ESTUDO DE CASOS

Qualquer coisa que seja radioativa tem que ser guardada naquelas latas amarelas com o símbolo. Dependendo do material que for, tem uma série de cuidados que tem que se tomar com essas latas. Grande parte desse material passa "trocentos" anos e não some e continua mandando radioatividade.

(A.L. aluna)

3.1) INTRODUÇÃO

Quando iniciamos a análise dos dados coletados, percebemos que seria mais produtivo dividi-la em duas partes, a saber:

a) a análise dos dados referentes à natureza dos conceitos e fenômenos envolvidos no tema, e,

b) a análise dos dados relacionados aos julgamentos de valor e implicações sociais da ciência e da tecnologia.

Essa divisão, entretanto, não existe na atividade dramática propriamente dita. Na improvisação as argumentações são tanto de natureza científico-conceitual, quanto de natureza ética e valorativa.

Essa forma de análise é consequência das observações diferenciadas e do modelo híbrido de pesquisa.

Mesmo assim, é necessário cuidado ao analisar os casos: não há comparação entre as análises (conceitual - valorativa), mas um cruzamento de dados e observação buscando a compreensão da totalidade do processo.

Na busca dessa compreensão definimos os seguintes parâmetros de análise:

1) Os grupos analisados desenvolvem um corpo de conhecimentos?

2) Eles desenvolvem critérios de valoração ética, social e política?

3) Eles utilizam informações científicas? Quais? De que fontes?

4) Qual a linguagem utilizada pelos grupos (conjuntural ou científica)?

Os quatro casos analisados neste capítulo, pretendem ser uma amostra do desenvolvimento da pesquisa realizada, funcionando, algumas vezes, como depoimento das facilidades e dificuldades encontradas.

O primeiro caso a ser analisado é um caso piloto, nossa primeira aplicação organizada dos processos dramáticos em aulas de

física.

Sendo piloto nos preocupamos, principalmente, em analisar as etapas metodológicas de aplicação da estratégia, buscando informações sobre a interação dos alunos com o material didático e paradidático utilizado e sobre a dinâmica de trabalho escolhida para viabilizar a atividade.

Os dois casos seguintes (ambos com o mesmo tema do caso piloto) foram aplicações mais bem cuidadas, no sentido do controle de dados e de objetivos, já que o primeiro caso nos serviu como base para estruturação de uma nova dinâmica de trabalho.

O último caso - caso D - foi a nossa primeira e única tentativa de trabalhar um conteúdo escolarizado - as leis de Newton, e por isso, este caso também pode ser compreendido como uma espécie de piloto em função do seu conteúdo temático, muito diferente dos casos anteriores.

3.2) CASO A

A.1) INTRODUÇÃO

O caso A refere-se a um colégio particular, religioso que ministra, à noite, um curso profissionalizante de 2o. grau.

A clientela atendida por esse colégio é, na sua maioria, composta de jovens adultos que não puderam fazer o 2o. grau regularmente e que trabalham durante o dia.

A possibilidade de realizar a atividade dramática numa turma da 3a. série daquele curso surgiu quando a professora S.H.A. de Almeida, sabendo do nosso interesse em utilizar os processos dramáticos em atividades do ensino regular de física, requisitou nossa intervenção junto aqueles alunos, para tomar novos dados para uma pesquisa realizada com eles em 1990⁹. Nesse sentido é importante deixar claro que:

i) o tema trabalhado (Radioatividade e Energia Nuclear) foi selecionado em função dos dados anteriores daquela pesquisa que indicaram um grande interesse dos alunos por esse assunto em particular.¹⁰

ii) os dados da pesquisa realizada pelo GPEF/UFRJ nesse colégio consistia de uma amostragem de 54 alunos distribuídos nas turmas de 1a. e 2a. séries do 2o. grau. Um ano depois, quando da nossa intervenção, trabalhamos apenas com 11 alunos de uma turma de 3a. série.

iii) Este teste piloto consistiu de três (3) role-plays sobre o mesmo tema, sendo que cada um deles com enfoques distintos. Em

⁹ Visão dos estudantes sobre Ciência e Tecnologia do Ponto de Vista do Cidadão Educado - A. T. Filipecki, A. M. Silva, C. A. Nascimento, S. H. A. de Almeida e S. S. Barros. Grupo de Pesquisa em Ensino de Física/IF - UFRJ. Trabalho apresentado no IX SNEF, São Carlos, Jan. 1991.

¹⁰ Esses dados tomados um ano antes da intervenção dramática são considerados por nós como dados de um Pré-Teste. Por isso, apenas aplicamos nesta atividade um (1) questionário - Pós-Teste. Os dados iniciais (Pré-Teste) encontram-se em anexo à dissertação.

nossa análise, contudo, levamos em conta apenas as duas primeiras atividades dramáticas já que na última, dos cinco personagens propostos, três eram professores, ocupando os lugares dos alunos que haviam faltado a aula naquele dia.

A atividade desenvolveu-se da seguinte forma:

Inicialmente os alunos receberam o texto didático sobre radioatividade e Energia Nuclear. Foram dados 30 minutos para a leitura do texto. Terminada a leitura, procedemos a uma fase de aquecimento utilizando 2 jogos dramáticos para estimular a expressão corporal e a desinibição: Modelagem e o Vampiro de Strasburgo.¹¹

Após o aquecimento os alunos foram solicitados a voltar aos seus lugares e formamos três (3) grupos de cinco indivíduos. Cada grupo recebeu as sinopses dos seus personagens e foram dados 15 minutos para leitura e discussão interna em cada grupo.

Em seguida, cada grupo foi solicitado a dramatizar a situação proposta. Cada role - play durou aproximadamente 20 minutos.

Finalizando, fizemos um debate sobre a atividade e o tema trabalhado, aplicando um questionário em seguida.

A.2) DADOS COLETADOS

A.2.1) Dados Gerais

Tema: Radioatividade e Energia Nuclear

Categoria da Temática: Global-Divulgação

Número de alunos para a análise: 11

Faixa etária: 18-25 anos

Tempo total da atividade: 180 min.

¹¹v. Apêndice A - Técnicas de aquecimento dramático.

A.2.2) Dados Específicos

Transcrição dos diálogos das atividades dramáticas¹²

Role Play 1 - Enfoque: Político - Econômico

Personagens Envolvidos¹³

Médico (M)

Física (F)

Engenheiro (E)

Prefeito (P)

Barbeiro (B)

E : Prefeito, os caminhões já estão chegando e nada foi preparado ainda para receber os materiais.

P : Já falei com o meu assessor, já assinei os papéis todos. Calma, já está chegando os caminhões, espera um pouquinho. O barbeiro aqui tem lá a barbearia e tá ajudando aqui.

B : O fato é que eu tô aqui esperando os caminhões um tempão e estou tendo prejuízo no bolso, deixar lá a barbearia.

P : A culpa não é minha, simplesmente demorou um pouco porque a estrada não é tão boa, cheia de buraco, essa cidade pequena...

E : Isso não é desculpa. Carla, você já resolveu alguma coisa? Você já avisou aos químicos que está chegando os materiais prá Usina?

F : Já estão avisados. Estão a caminho, já vão chegar.

E : O posto médico já foi avisado da Usina Nuclear?

M : Isso é sério. Estou fazendo uma campanha prá deixar o pessoal avisado, afinal é um produto...

¹² As transcrições, tanto deste caso como dos próximos a serem analisados, procuraram ser fiéis a linguagem coloquial dos alunos. Por essa razão, não corrigimos qualquer erro de concordância gramatical.

¹³ Veja no Anexo 1 a caracterização da situação dramatizada e o perfil dos personagens.

F : Químico.

M : Um produto químico e o pessoal tem que tá sabendo mais ou menos como lidar com esse produto. Eu tô orientando a população sobre o assunto. Mas nós estamos precisando de verba para fazer essa campanha; estamos dependendo da sua colaboração Sr. prefeito.

P : Eu já falei com o Sr. Collor de Mello. Já mandei uma carta prá ele. Ele falou que vai mandar a verba, mas até hoje não veio nada. Tamos esperando. Um dia vem... Eu vou arrumar uma verba prá você montar o seu consultório. Ela também vai ter um consultório. Eu vou reformar tudo. Eu sou um bom prefeito. Eu fui "elegido" por vocês. Tudo bem que teve alguns votos nulos...

E : Mas Prefeito, temos que avisar também a população sobre o cuidado com a Usina Nuclear; que nós estamos tentando botar uma Usina aqui prá fornecer Energia Elétrica para o Rio de Janeiro.

P : Eu já falei com o meu assessor. Ele tá fazendo uns cartazes que serão colocados em toda a parte da cidade, para que todo mundo leia.

F : Eles estão a par de todos os produtos químicos que vão entrar na cidade?

P : Tem a física aqui, tem o médico certo? Agora, esse problema com química...

F : Eles têm que ser alertados.

P : Vão ser alertados...

B : O que é uma Usina Nuclear?

E : Eu já fiz a planta da Usina. Está tudo sobre controle. Vocês não precisam se preocupar.

M : Olha a pergunta do colega: o que é uma Usina Nuclear?

P : A Usina Nuclear vai ser feita ainda.

E : A planta já foi feita. Está tudo certo. Não vai ter poluição. Não vai ter nada. Vocês não precisam se preocupar.

M : Quais são os benefícios que a Usina vai trazer para a população?

E : Luz.

P : Luz, energia. Vai ter um pouquinho de radiação e acabar um pouquinho com a saúde das pessoas.

F : Isso é que não pode acontecer...

P : Por isso é que eu vou montar um hospital na cidade. Vocês estão nervosos. O importante é que eu consegui que os caminhões chegassem até aqui como vocês estão vendo.

M : Mas isso é errado.

E : Eu sei é que essa obra tem que andar logo. Eu quero subir de posto.

P : Eu como prefeito da cidade quero melhorar a cidade, por isso que fui eleito.

M : Mas os hospitais você tá prometendo a um tempão e as obras não começam...

P : Seu Silva Flores, calma. Primeiro a Usina Nuclear. Ela está dando muito trabalho.

M : Qual tem mais importância prá você: um hospital prá ajudar os doentes ou essa usina nuclear que às vezes não vai trazer um benefício para a população?

P : De que adianta um hospital sem ter energia?

E : A população não vai mais precisar usar velas.

P : Na tua casa você usa o quê? Usa vela.

M : Não, lampião.

P : Lampião. Tem televisão na tua casa? Tem rádio? Barbeiro, quando você vai fazer a barba o que você usa? Gilete, não? Eu viajo muito pelo Brasil a fora, fui aos Estados Unidos. Você ainda não viu o barbeador elétrico, não?

F : Gente o importante é que produtos químicos não acabem com a nossa lavoura.

E : Não, imagina. Só vai acabar mais rápido.

P : Só algumas alfaces e tomates.

F : Isso é que não pode acontecer.

P : Se a cidade quer melhorar, tem que vir essa Usina.

M : A Usina vai ser construída ainda.

P : A física vai ter seu laboratório, vai fazer pesquisa e vai tirar um pouquinho da radioatividade. Vou montar um laboratório de 1a. classe.

A DIRETORA (D) ENTRA ASSUMINDO O PAPEL DE UM LAVRADOR LOCAL

D : Dá licença. Eu estava ali atrás ouvindo a doutora dizer que os produtos químicos não iam atrapalhar a lavoura. Como a senhora garante isso? Eu sou plantador e estou preocupado com essa coisa de radiação.

F : Nós estamos pesquisando, estamos tentando encontrar um meio de não poluir as lavouras, não atingir as lavouras.

D : Então estão tentando encontrar um meio - o meio não foi encontrado ainda.

F : Estamos no caminho certo, praticamente conseguindo.

D : Doutor. o Sr. que é médico, não é perigoso esse negócio? Eu sou pai de cinco filhos.

M : Nós estamos tentando explicar a vocês, deixando o pessoal ciente do que está acontecendo, e a Dra. Carla está mexendo os pauzinhos para ver se encontra uma maneira de não deixar poluir.

E : Eu como engenheiro já fiz uma planta fazendo com que os produtos químicos sejam encaminhados em barris e depois nós vamos encaminhar para outra parte e todos nós saberemos para onde serão levados esses produtos químicos, sem prejudicar a população.

D : Mas aonde os produtos químicos vão ficar vai prejudicar a população de lá.

E : Não, não vai prejudicar nada.

P : Isso vai ser estudado com calma; vai ter muito tempo de pesquisa para ver se diminui o grau de poluição.

M : Eu estou desenvolvendo uma vacina, não digo que tire a radioatividade do corpo...

F : Mas que combata.

M : É.

D : O Sr. Strudel me diga uma coisa: o sr. não é representante do governo federal?

E : Sou.

D : Porque o governo federal resolveu fazer essa usina aqui?

E : Porque aqui é o melhor lugar. É uma cidade pequena.

D : Mas não precisa de dinheiro para fazer isso?

E : Já está tudo acertado. Já conseguimos verba.

D : Mas porque que o governo libera dinheiro para fazer Usina e não libera dinheiro prá fazer outras coisas como hospitais, escolas...

M : Isso é com o prefeito.

F : Prá montar essas coisas precisa de energia. Monta a Usina primeiro, depois constrói escola e hospital.

E : Vai precisar de luz, não vai?

D : Mas para fazer essa Usina não vai ser preciso gente que saiba muito, muito estudada? Como é que vai fazer Usina primeiro e depois construir escolas?

F : Nós vamos trazer pessoal de fora para trabalhar, não o pessoal da cidade.

M : Esse problema da escola, estamos lutando por isso, mas isso é uma posição do prefeito que não luta por isso.

P : São poucos impostos e muita pressão.

D : Eu ouvi falar muito, mas não sei direito o que é radiação.

M : Se entra em contato com a gente traz um bocado de doença.

D : Se traz doença porque vai botar uma Usina aqui?

E : Mas tem graus de radiação. Tem uns que atingem muito, tem outros que não atingem.

M : Tem esse risco mas também tem benefícios.

P : Eu estudei muito pouco que não posso nem falar sobre radiação, mas a Dra. Carla veio do Rio e pode falar.

E : A radiação depende da quantidade de urânio.

F : Dependendo da quantidade de produtos químicos que vazar da Usina, torna-se uma grande radiação.

P : Eu acho que a radiação...

M : Como é que você está por fora da radiação e vai montar uma usina aqui?

E : Mas nós temos especialistas que trouxemos para a cidade e vai explicar para toda a população sobre o perigo e o benefício que trazem para a cidade. Você vai ficar sabendo de tudo.

D : Seu João das Barbas, eu que faço minha barba toda a semana lá na sua barbearia e o sr. que está sempre interessado nas coisas, o

sr. sabe o que é radiação?

B.: Bem essa palavra não tem no dicionário. Eu perguntei pro seu prefeito e ele enrolou, enrolou e não disse nada.

D.: Sr. Strudel, o senhor sabe o que é? É que nem água, é que nem o ar? Eu sei como a gente fica quando pegamos sarampo, mas como é com a radiação? Dizem que entra no corpo, mas entra como?

P.: É grau de energia que você recebe a mais no corpo.

D.: Como choque elétrico?

P.: Não.

E.: Não.

E.: Tem um tipo de radiação que bate na pele mas que não atinge totalmente, tem outro que atinge, e tem outro que atinge totalmente.

D.: Ah, então tem uns tipos que são mais perigosos que outros?

TODOS: É.

D.: Eu lembro de ter ouvido uma história lá dos conterrâneos de Goiânia, deles terem comido um negócio. Comeram o que?

E.: Eles comeram produtos químicos contaminados pela radiação.

F.: Tipo a plantação que você bota muito produto químico.

D.: Na hora que comemos, estamos comendo os produtos químicos também.

F.: É os agrotóxicos.

D.: Quer dizer que se eu como esses produtos contaminados eu fico doente?

M.: Isso mesmo.

A DIRETORA ENCERRA A ATIVIDADE DRAMÁTICA

Role - Play 2 - Enfoque: Meio-ambiental

Personagens envolvidos:

Médico (M)

Engenheiro (E)

Prefeito (P)

Barbeiro (B)

Física (F)

M : Estão vindo aí os materiais para a construção da Usina. Eu particularmente sou totalmente contra essa construção. Eu queria saber quem de vocês é a favor para a gente poder chegar a uma conclusão e ir fundo na situação.

E : Eu não sou nem contra nem a favor. Eu estou esperando para ver o que vai acontecer. Eu não posso chegar aqui e falar que vai dar tudo certo e que não vai ter perigo de radioatividade naquele local, como todos os moradores estão cientes. Pode haver perigo de ser irradiado, porque uma pessoa que possui radiação corre o perigo de passar radiação para outras pessoas. Eu também não posso dizer que, como sendo engenheiro e tendo estudado muito anos prá isso, que se houver algum acidente aqui no local, o tratamento vai ser imediato, que não há perigo. Eu não posso dizer isso, não posso informar, não posso afirmar. Mas vai trazer benefícios para o pessoal local, vai trazer luz, muitas coisas; mas há também o lado ruim, mas temos a esperança que não aconteça nada.

M : Tem o seu lado bom: a cidade vai crescer. Vai trazer trabalho para o barbeiro, por exemplo. Mas eu sou contra porque sendo médico eu estudei muito tempo, já passei por muitos hospitais, leio muito sobre o assunto e sei dos males que podem causar um lugar que tenha esse material radioativo. Essa cidade é muito pequena. Não tem capacidade prá comportar esse material, porque muitas cidades por aí, muito mais desenvolvidas do que esta não conseguem dar fim ao que acontece no caso de uma explosão ou acidente nuclear. Tem o seu lado bom, mas tem o seu lado ruim.

P: A cidade pode ser pequena mas desde o momento que a gente forme uma equipe, desde o momento que a gente se ajude e consegue se expandir, eu acho que há condições de montar, porque favorece a você, favorece a ela, favorece a milhares de pessoas que se contarmos com elas pode acontecer alguma coisa que pode gerar.

M : Mas eu não estou vendo estrutura para construir essa Usina.

P : Mas é claro. A estrutura não é só você ou só ela. A estrutura somos nós, o povo. Se cada um se ajuntar a nós, trabalhar um pouco como a gente vê lá fora... Mas ninguém se junta prá fazer nada, porque a situação tá em tal ponto, o Brasil tá em tal ponto que ninguém chega e diz: olha vamos cavar aqui, vamos comprar ali, vamos dar um pouco de si. Ninguém dá apoio de nada.

E : Prá que haja desenvolvimento você tem que correr alguns riscos.

P : Lógico.

E : Senão você fica no buraco.

ENTRA A DIRETORA COM UMA MENSAGEM ESCRITA PARA O PREFEITO

M : Seu engenheiro o senhor tem algum plano, caso aconteça um acidente nuclear, que possa contornar o problema?

E : É como eu falei, eu não posso dizer que tenho um projeto. Radiação é uma coisa muito séria, acarreta muitos acontecimentos. Você precisa de hospital, precisa de atendimento.

M : Mas nós não temos.

E : Mas isso vai ser providenciado, é claro. O prefeito já está ciente e isso vai ser providenciado.

M : Ah, mas isso vai ser providenciado e se acontece alguma coisa agora?

E : Mas isso não vai ser feito de uma hora para outra.

P : Não é bem assim. A gente tem um projeto. Ninguém vai fazer nada pensando no que vai acontecer. A gente vai fazer as coisas programadas. A gente tem pessoas prá isso. Você é um engenheiro, ela é uma médica. A profissão dela baterá com o que a gente possa fazer.

A DIRETORA ENTRA ENTREGANDO MENSAGENS ESCRITAS PARA O RESTANTE DOS PERSONAGENS

M : A gente está numa confusão lamentável aqui. Uns são a favor, outros contra. Eu continuo na minha posição de experiência de saber o que acontece nos outros países que são muito mais estruturados do que esta cidadezinha que eu acho que não está preparada para entrar num sistema de energia, de energia nuclear. Eu continuo sendo contra.

E : Nem mesmo num lugar desenvolvido as pessoas vão estar preparadas para a construção de uma Usina Nuclear, nem mesmo num lugar onde as pessoas estudam.

P : Então o que a gente tem que fazer é cruzar os braços e esperar que um outro país venha ajudar a gente? O que a gente vai ganhar com isso?

M : O caso não é esperar que um país vai vir. Ninguém vai ajudar a gente.

P : A gente tem que pensar no nosso desenvolvimento.

B : Mas prefeito e se acontecer um acidente como é que vai ser?

M : A senhora que é física, me explica o que a senhora acha dessa situação toda.

F : Eu vim especialmente para tratar desse projeto e estou achando ótimo. Eu acho que...

M : Prá senhora deve ser muito bom; vai ser um meio de experiência e estudo, mas o lado ruim, como é que a senhora encara o lado ruim desse problema?

F : Eu acho que eu estou aqui para ajudar a população. A cidade é pequena, mas a população não está a par do que está acontecendo.

M : Gente, olha, eu acho que, tudo bem, a física vai conseguir muito com isso, vai ter um meio de estudar, de por em prática o que ela estudou durante tanto tempo, o engenheiro a mesma coisa; o seu barbeiro vai ter mais clientes; o seu prefeito vai criar nome. Mas vocês não estão vendo que o povo, os plantadores vão sofrer muito com isso?

B : Mas eles querem.

M : Mas quem disse que eles querem?

E : A radiação não é só um processo que vai trazer desgraças. Aconteceu muitas coisas sobre radiação, muitas pessoas morreram. Angra II tá aí parada ainda para ser desenvolvida. Já aconteceram muitas coisas em torno de radiação. Mas radiação não é um processo que só traz desgraça; ela também é utilizada no tratamento do câncer.

M : Mas prá isso ela vai precisar ser bem administrada. Pode ocorrer o distúrbio.

E : Mas se não houver o começo de uma Usina no Brasil, como é que a gente pode estudar, hem?

M : Mas eu acho que sinceramente esta cidade não está preparada. Eu acho, que como médico, que esta cidade não tem porte para suportar uma Usina Nuclear.

A DIRETORA PEDE QUE OS ALUNOS QUE INTERPRETAM O MÉDICO E O ENGENHEIRO TROQUEM SEUS PAPÉIS.

E : Independente da situação que esteja, eu estou informando que meus homens já estão fazendo o desmatamento, pondo a situação em prática. Está sendo construída a Usina.

M : Eu quero saber se esse replantio vai ser feito.

E : Mas como fazer replantio??

M : Então a gente desmata assim? E a saúde e o oxigênio? Como ficam?? Minha esposa está doente. Eu estou sabendo agora que ela está doente. Daqui a alguns anos ela pode ter um processo bem pior - ela pode estar com radiação. É claro que o tratamento da radiação é um tratamento muito longo, muito demorado; precisa de muito equipamento. É de muita periculosidade. Você precisa de muito estudo sobre ele. Queria saber se a gente vai ter acesso a esses instrumentos.

E : Bem, nós chegamos ao ponto de tentar organizar esta cidade prá termos um plano. Por isso estão reunidos aqui as pessoas mais ilustres da cidade para por isso em prática, certo? Nós colocamos para vocês que tem que ser feita a Usina aqui, porque aqui é um

bom lugar, um lugar que pode ser bem aceito. Vamos ter que desmatar uma boa parte, como foi dito, e no futuro veremos se é possível fazer algum replantio.

M : Mas esse negócio de "é possível" não pode. O replantio tem que ser feito.

P : Eu quero dizer que a Usina vai ser feita, de uma ou de outra maneira, nós vamos remover...

M : E o lixo atômico, o que vão fazer com o lixo atômico?

P : Haverá uma equipe técnica para resolver isso.

E : Virão pessoas de fora, apropriadas para isso.

A DIRETORA ENCERRA A ATIVIDADE DRAMÁTICA

A.3) ANÁLISE DOS DADOS E OBSERVAÇÃO

A.3.1) Introdução

A análise deste caso baseia-se fundamentalmente nos registros da observação dos role-plays e do debate ocorrido. O teste aplicado após a atividade (questionário) nos fornece elementos para que possamos traçar um perfil, na perspectiva do aluno, do desenvolvimento da atividade, assim como delinear a sua compreensão a respeito de alguns conceitos científicos relacionados com o tema e seus julgamentos de valor.

No primeiro role - play foi dado um enfoque econômico - político. Esse enfoque foi passado aos alunos através das sinopses de seus personagens.¹⁴

¹⁴ Quando escrevemos as sinopses dos personagens procuramos dar a cada conjunto um enfoque determinado. Assim o conjunto A tem um enfoque político-econômico através da ênfase nas questões de aplicação de verba, eficiência na aplicação de recursos e o papel dos políticos na implementação de projetos de alto custo. O mesmo se aplica ao outro conjunto onde a ênfase foi dada na questão ambiental (conjunto B). Essas sinopses encontram-se no anexo 1.

Pudemos perceber que o grupo que realizou esta atividade dramática não estava preparado adequadamente: faltou argumentação significativa por parte de alguns personagens (barbeiro e física) assim como as informações dadas não foram utilizadas em todo o seu potencial.

Apesar disso, esse grupo perseguiu o enfoque dos seus personagens, discutindo questões de fundo econômico (a aplicação de verbas públicas), da utilidade de uma usina nuclear e a importância do esclarecimento científico para a população.

A entrada da diretora em cena, assumindo um personagem novo, foi necessária, tendo em vista a dificuldade apresentada pelo grupo em seguir uma argumentação estruturada.

A partir da entrada da diretora estabeleceu-se um diálogo mais produtivo no sentido da estruturação do pensamento e conteúdo das argumentações.

No segundo role-play, enfoque meio-ambiental, o grupo também não estava preparado, sendo que os personagens barbeiro e física praticamente não se pronunciaram.

Mesmo assim, em comparação com a primeira dramatização, este grupo utilizou melhor as informações passadas nos textos, organizando uma linha de argumentação, ainda que incipiente.

A.3.2) Aspectos do conteúdo científico

Durante as duas atividades os alunos expuseram suas compreensões acerca dos fenômenos tratados, mesmo tendo transparecido a dificuldade de estruturar um raciocínio encadeado no que tange ao conhecimento científico exigido pelo tema.

É interessante notar que, por exemplo, durante a primeira atividade o grupo não se referiu em nenhum momento aos termos material radioativo ou fonte radioativa, preferindo utilizar produto químico, numa clara alusão a elementos químicos radioativos, como o urânio por exemplo.

E : A radiação depende da quantidade de urânio.

F : Dependendo da quantidade de produtos químicos que vazam da usina, torna-se uma grande radiação.

Outro ponto importante é que a radiação aparece sempre como algo nocivo a saúde humana - como forma/causa de poluição e a radioatividade como uma doença que ataca o corpo humano mas que pode ser combatida através de medicamentos.

D : Mas aonde os produtos vão ficar irá prejudicar a população de lá.

E : Não, não vai prejudicar nada.

P : Isso vai ser estudado com calma. Vai ter muito tempo para ver se diminui o grau de poluição.

M : Eu estou desenvolvendo uma vacina, não digo que tire a radioatividade do corpo...

F : Mas que combata.

O grupo 1 ainda tentou expor a existência de três tipos diferentes de radiação, com graus diferentes de penetração na matéria. A forma pela qual eles os descreveram, indica que o diagrama Tipos de Radiação encontrado no texto básico¹⁵, foi retido e utilizado nas argumentações.

E : Tem um tipo de radiação que bate na pele mas que não atinge totalmente; tem outro que atinge e tem outro que atinge totalmente.

Na segunda atividade, radiação aparece como um processo que pode acarretar bons ou maus acontecimentos: ela tanto pode fazer uma pessoa adoecer quanto curá-la de um câncer. Segundo esse grupo, o controle desses acontecimentos estaria na forma de

¹⁵ Veja página 154 do texto básico no Anexo 2.

administrar a usina e as fontes.

E : Mas radiação não é um processo que só traz desgraças; ela também é utilizada no tratamento do câncer.

M : Mas prá isso ela vai precisar ser bem administrada. Pode ocorrer o distúrbio.

.....
M : Daqui a alguns anos ela pode ter um processo bem pior: ela pode estar com radiação.

Este grupo procura ainda definir o fenômeno da irradiação sem entretanto utilizar uma linguagem adequada, o que acarreta uma definição inconsistente.

E : Pode haver perigo de ser irradiado, porque uma pessoa que possui radiação corre o perigo de passar radiação para outras pessoas.

Essa definição de irradiação além de passar a noção de radiação como algo contagioso, deixa de fora a característica principal do fenômeno que é a exposição da matéria (corpo, objeto) à fonte radioativa, deixando claro a típica confusão entre o fenômeno da Contaminação e Irradiação.

Os alunos pouco utilizaram as informações científicas dadas nos textos, o que empobreceu muito o conteúdo das argumentações, que em alguns momentos mostrou-se repetitiva e vazia.

Em ambas as dramatizações a distinção entre fonte radioativa, radioatividade e radiação não foi explicitada, o que nos leva a inferir que esses conceitos/fenômenos não estavam claros para os grupos. Essa inferência é em parte corroborada pelo resultado do pós-teste que indica que 45% dos entrevistados não responderam à questão 10¹⁶ sobre radioatividade natural e artificial e onde 27%

¹⁶v. anexo 6.

definiram radioatividade natural de forma tautológica, ou seja, aquela que se tira da natureza, o que efetivamente não acrescenta muito à compreensão do fenômeno.

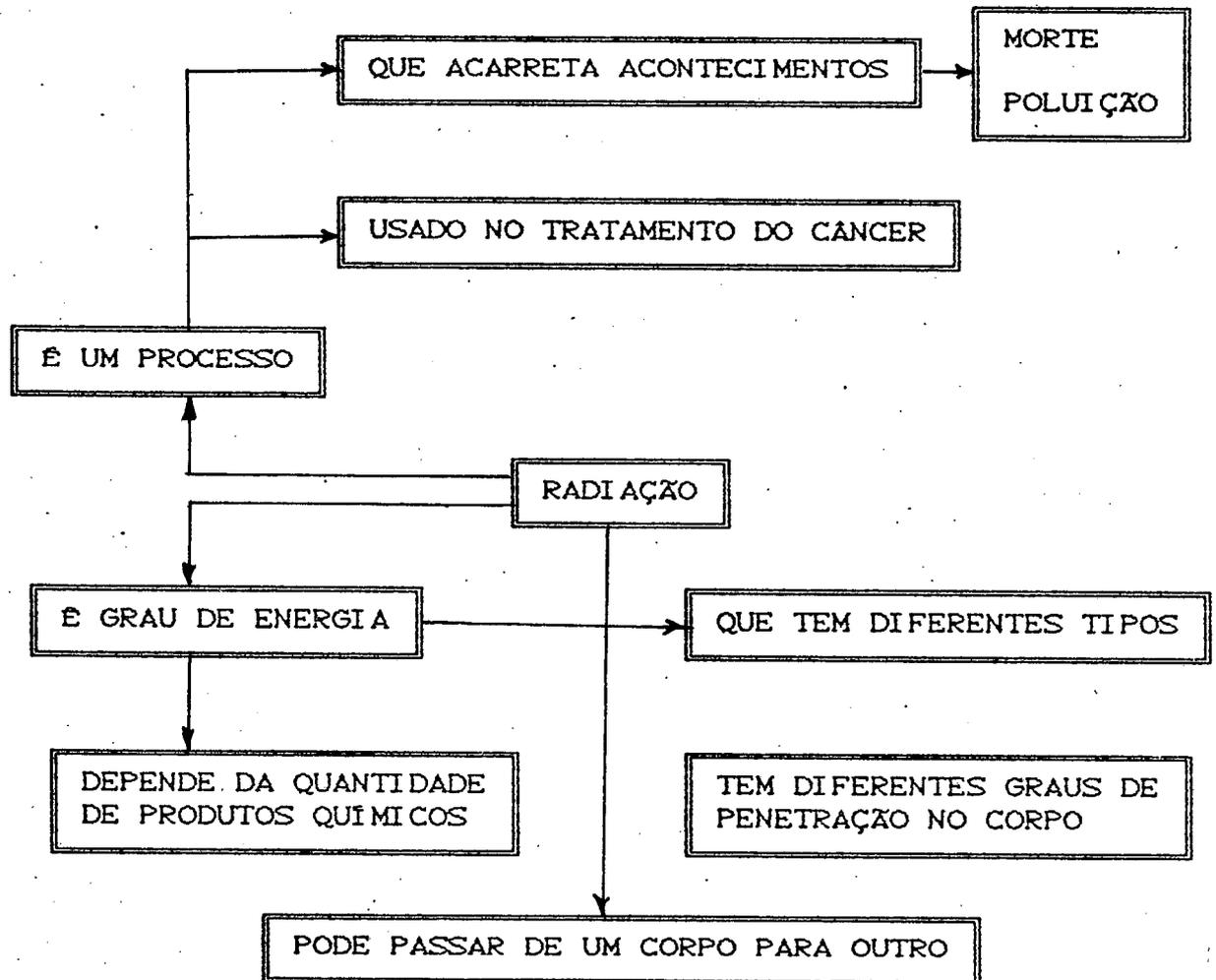


Diagrama 1. O conceito radiação na argumentação dramática dos grupos.

A.3.3) Os aspectos valorativos

Durante o role - play 1, os alunos discutiram muito a questão da aplicação de verbos em campanhas esclarecedoras para a

população, assim como associaram o desenvolvimento de uma cidade (ou país) ao fato da cidade (ou país) possuir verbas (dinheiro) suficientes para serem empregadas em saúde, educação e novas tecnologias.

Nota-se que a informação científica é considerada fundamental para a sociedade, surgindo várias vezes, durante a argumentação, a necessidade de informar a população da cidade sobre a função da usina nuclear e os cuidados necessários que devem ser tomados em função dos riscos que ela oferece.

P : Eu já falei com o meu assessor. Ele tá fazendo uns cartazes que serão colcados em toda a parte da cidade, para que todo mundo leia.

F : Eles já estão a par de todos os produtos químicos que vão entrar na cidade?

Uma pequena polêmica foi criada em torno de qual seria a melhor aplicação das verbas públicas, se em obras básicas como escolas e hospitais ou se em produção de energia através de usinas nucleares.

M : Qual tem mais importância prá você: um hospital prá ajudar os doentes ou essa usina nuclear que às vezes não vai trazer um benefício para a população?

P : De que adianta um hospital sem ter energia?

Apesar da discussão não houve nenhum consenso em torno da questão polemizada. Esse resultado é explicado pela falta de conhecimento por parte do grupo sobre os benefícios trazidos por uma Usina Nuclear ou a razão da sua necessidade - isso ficou claro no debate posterior realizado com os grupos.

Os personagens que interpretaram os especialistas em assuntos científicos ligados à construção da usina, o engenheiro e a física, assumiram imagens distintas porém complementares. O primeiro assumiu uma postura de organizar e elaborar planos para

deter o controle da situação e o segundo preocupou-se em saber das medidas tomadas para o esclarecimento da população sobre a nova usina, expondo que para um problema ser solucionado é necessário fazer pesquisa.¹⁷

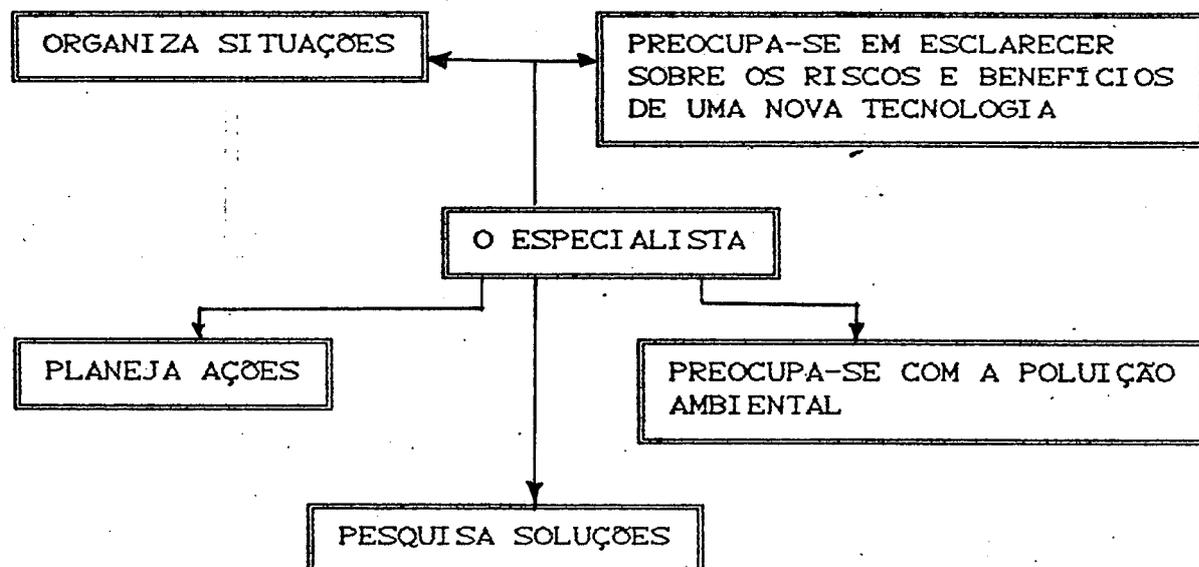


Diagrama 2: Imagem de especialista transmitida durante o role-play 1.

No role - play 2 houve um equilíbrio entre os diálogos dos personagens. Em suas sinopses, o engenheiro e o prefeito deveriam ser favoráveis à instalação enquanto que o médico deveria se mostrar contrário. A física deveria tentar esclarecer a população sobre os riscos e benefícios da Usina Nuclear enquanto que o barbeiro teria que se posicionar frente às argumentações manifestadas.

Entretanto, tanto a física quanto o barbeiro praticamente não interviam na cena e o engenheiro preferiu não esclarecer a sua

¹⁷ O personagem do médico, apesar de ser também um especialista em assuntos científicos, teve um comportamento na dramatização que foi ditado, na sua grande parte, pela sinopse do seu papel. Por essa razão, dispensamos a sua contribuição ao elaborar o perfil do especialista.

posição, não se comprometendo.

Apesar dessas alterações no comportamento dos personagens, a imagem de especialista técnico-científico manteve-se similar a da atividade 1.

No questionário ao responderem à questão 14, os grupos continuaram fiéis a imagem passada nos role-plays, sendo que durante o improviso o aluno não diz como o especialista deve agir, mas atua como um (ou assiste a atuação de seu colega). Por esse aspecto, o registro da atividade dramática (no caso um vídeo) é muito mais rico do que o questionário.

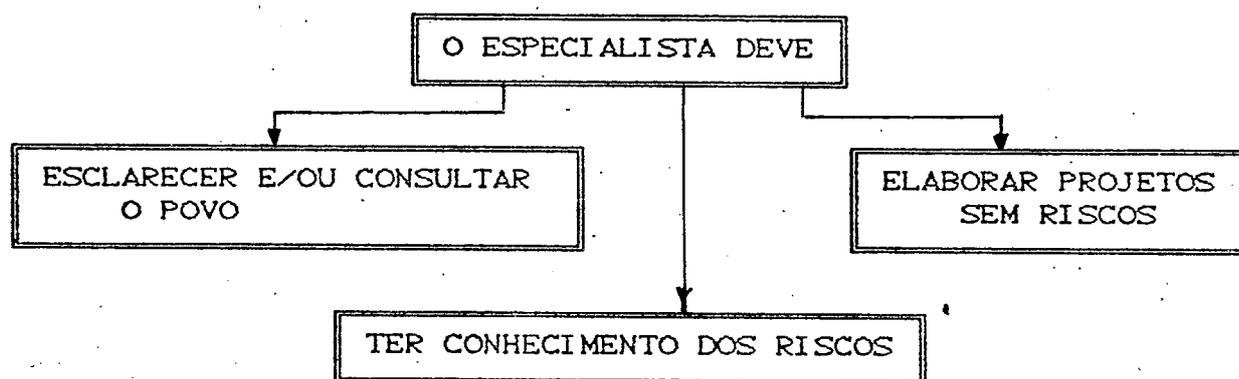


Diagrama 3: Imagem do especialista baseada nos dados do questionário.

Em ambas as dramatizações a idéia dos riscos e benefícios da utilização da energia nuclear no país é desenvolvida, por um lado perseguindo a questão da segurança das usinas e os efeitos nocivos da radiação e, por outro, tentando esclarecer sua utilidade e a necessidade da sua existência como meio de desenvolver um país.

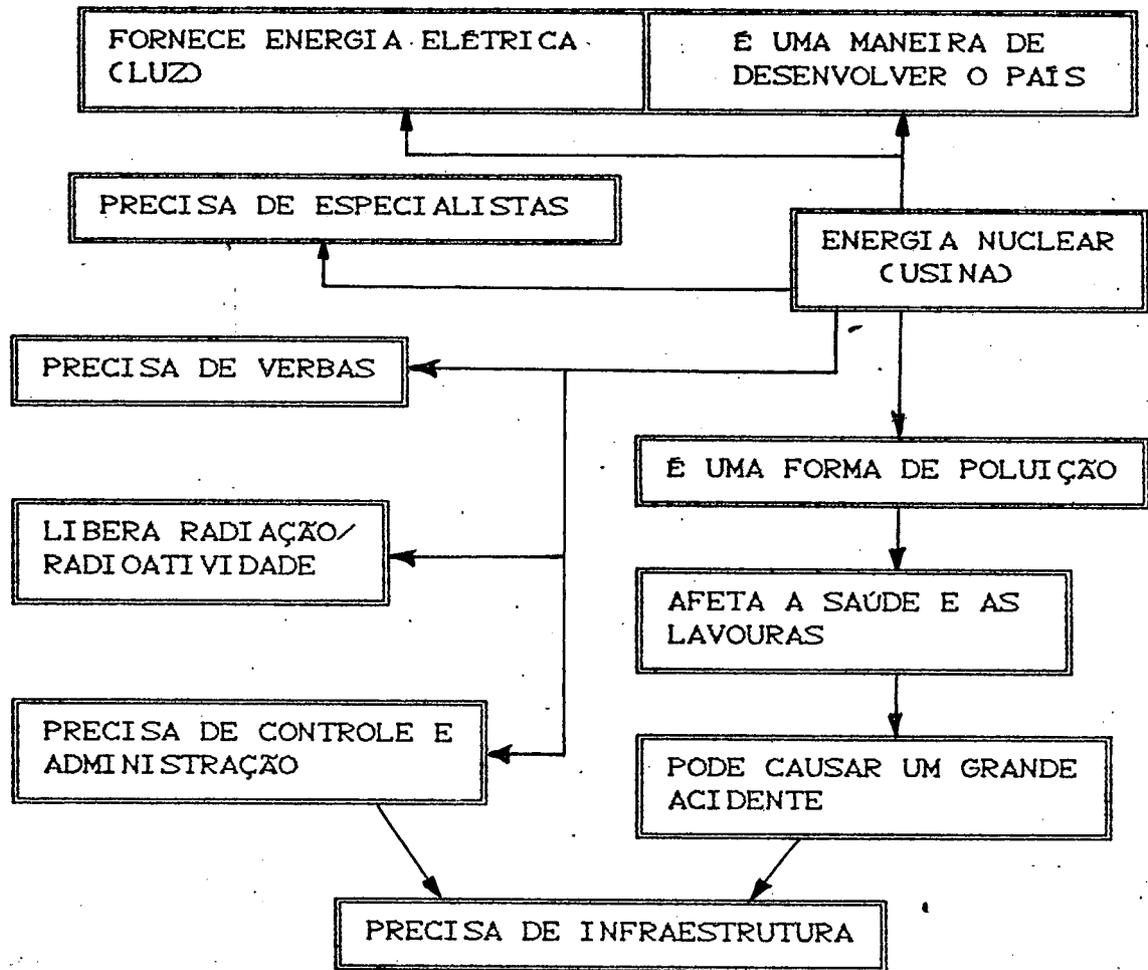


Diagrama 4: Interpretação da visão da utilização de energia nuclear transmitida pelos grupos nos improvisos.

No pós-teste três questões versavam sobre o uso e desenvolvimento de tecnologia e sobre a utilização de energia nuclear (questões 11, 12 e 16).

Na questão 16, sobre os riscos e benefícios da utilização da energia nuclear no Brasil, os alunos deixaram claro que o maior benefício seria o de tê-la como uma fonte reserva de energia, e o maior prejuízo seria a possibilidade de contaminar o homem e a natureza, caso houvesse algum acidente.

Em relação à questão tecnológica, identificamos dois elementos principais que um país deveria ter para desenvolver sua

própria tecnologia: o primeiro seria o capital (verbas) e o segundo, os especialistas.

Para os entrevistados a tecnologia é capaz de promover melhores condições de vida e criar campos de trabalho, mas no futuro ela poderá causar acidentes e a máquina poderá destruir o homem.

Todas essas respostas aparecem durante as atuações dos alunos. Após a atividade dramática os alunos sentiram-se motivados a buscar esclarecimento para as suas dúvidas.

Quando iniciamos o debate, perguntamos aos alunos o que cada peça (role-play) propunha discutir. Foi interessante notar, que não só os grupos desenvolveram os enfoques implicitamente sugeridos, como foram também capazes de identificá-los após a atividade dramática ter sido encerrada.

Para o primeiro role-play, a palavra chave durante o debate foi dinheiro (verbas). Eles associaram a primeira atividade à utilização das verbas públicas e à política local, onde o personagem prefeito foi caracterizado como um político que prefere permanecer no limite das promessas feitas na campanha, descomprometendo-se de tomar atitudes concretas. Para o segundo role-play, a palavra chave durante o debate foi saúde, rapidamente associada à questão ambiental.

Durante o debate, os alunos mostraram-se muito interessados em saber quais seriam as razões que justificariam a construção de uma Usina Nuclear, já que a mesma oferece sérios riscos ao ambiente e ao homem. Também foi questionado durante o debate o que é a radioatividade, como ela se comporta e aonde ela é utilizada. Todas essas questões foram discutidas com o grupo o que acrescentou muito à atividade como um todo.

A.3.4) Conclusão

No caso analisado podemos dizer que o grupo encarou a atividade como uma forma acessível de ensinar ciências.

Não há dúvida que o aspecto de novidade em relação aos processos dramáticos tenha contribuído na motivação do grupo para a realização da atividade, sendo que 50% do grupo diz ter-se sentido criativo ao realizá-la.

No que concerne à aprendizagem dos conceitos científicos envolvidos, o grupo teve muita dificuldade, não só de estruturar, como também de utilizar as informações contidas nos textos, prejudicando a performance individual e de grupo nos improvisos.

Essa constatação deu-se durante a observação da atividade, o que possibilitou nossa entrada em cena na intenção de agrupar as informações e direcionar as argumentações. Em parte isso foi obtido, já que o primeiro grupo, alvo da nossa intervenção melhorou qualitativamente sua argumentação durante nossa atuação.

De acordo com os níveis de desenvolvimento de sistemas conceituais propostos por PAUN, em relação ao conhecimento científico inerente ao tema abordado, o grupo permaneceu no nível informativo. A atividade dramática funcionou neste caso como forma diferente de motivar um grupo a adquirir novas informações científicas - por isso houve tanto interesse por parte dos alunos que a atividade se estendesse para um debate.

O debate não teve um caráter exclusivo de discutir conceitos científicos como radiação ou radioatividade, mas sim, de tratar o tema dramatizado nos seus vários aspectos: as necessidades econômicas de um país, a questão da segurança no manuseio de materiais radioativos, os efeitos da radiação na saúde humana, entre outros. Esses aspectos foram surgindo na medida em que o grupo ia analisando sua própria performance dramática e expondo as dúvidas que ficaram após o improviso.

Durante o debate, os alunos colocaram que foi difícil tomar uma posição definida sobre utilizar ou não energia nuclear, pois, segundo eles, não possuíam informações suficientes para tal

decisão. Apesar disso, durante os role-plays o grupo conseguiu definir uma imagem coerente do especialista, assim como, expor a função da tecnologia na sociedade.

O debate com o grupo nos revelou as dificuldades apresentadas na aplicação dos processos dramáticos. Percebemos por exemplo, que as informações científicas passadas aos alunos devem ser trabalhadas antes da atuação dramática, ou seja, deve haver algum tipo de discussão anterior sobre as questões de fundo conceitual para que o aluno se sinta mais seguro em utilizar um determinado conceito. Isso não foi feito neste caso e o grupo apontou essa razão para a pouca utilização dos conceitos durante os improvisos.

Outro ponto importante, levantado durante o debate, encontra-se no texto básico. O grupo sugeriu que o texto fosse reduzido pois o "achou muito longo" e conseqüentemente cansativo para leitura.

Da análise deste caso piloto, retiramos informações fundamentais para a utilização dos processos dramáticos no ensino da física. Além de concordarmos com as sugestões feitas pelo grupo analisado, encontramos outras dificuldades. O modelo de questionário utilizado, por exemplo, é uma delas. Esse questionário foi demasiado longo e aberto, no sentido de permitir respostas "livres", muitas vezes difíceis de agrupar em conjuntos.

O tempo de duração da atividade também foi motivo de preocupação - ao todo foram três horas de atividade e numa situação escolar normal seria muito difícil haver essa disponibilidade.

Todos esses pontos foram estudados e a partir deles mudamos a forma de implementar a atividade nas aulas de física.

3.3) CASO B

B.1) INTRODUÇÃO

O caso B refere-se a um colégio da rede particular de ensino do município do Rio de Janeiro onde tive a oportunidade de lecionar em duas turmas da 1a. série do 2o. grau.

A clientela atendida por esse colégio consiste em sua maioria de crianças e adolescentes cujos pais, empresários, profissionais liberais e artistas são economicamente bem sucedidos.

A atividade dramática analisada neste estudo ocorreu no segundo semestre daquele ano. Em função do conteúdo programático que estava sendo trabalhado - Conservação de Energia - resolvi fazer uma aplicação do tema utilizado no caso piloto - Radioatividade e Energia Nuclear.

Inicialmente os alunos receberam um texto básico contendo conceitos e fenômenos relacionados ao tema para ser lido em casa. Esse texto foi discutido em aula durante 30 minutos e a seguir aplicamos o Pré-Teste.

Na aula seguinte fizemos o role-play, após os alunos terem se dividido em grupos e discutido as características do tema e dos personagens.

Para finalizar, aplicamos o Pós-Teste nos minutos iniciais da aula posterior ao role-play¹⁸

B.2) DADOS COLETADOS

B.2.1) Dados Gerais

Tema: Radioatividade e Energia Nuclear (enfoque 1)

Categoria da temática: Global-Divulgação

Número de alunos para a análise: 31

¹⁸ No anexo 7 encontram-se os modelos dos pré e pós testes utilizados neste caso.

Faixa etária: 15-16 anos

Tempo total da atividade: 120 min.

B.2.2) Dados Específicos

B.2.2.1) Transcrição dos diálogos do role-play

Personagens envolvidos:

Médico (M)

Física (F)

Engenheiro (E)

Prefeito (P)

Barbeiro (B)

A DIRETORA PEDE QUE A AÇÃO SE INICIE COM O PERSONAGEM BARBEIRO.

B : Eu moro na cidade há muito tempo e penso que da mesma maneira que a usina pode trazer boas coisas para a nossa cidade ela pode da mesma maneira prejudicar a nossa cidade.

Eu acredito que a usina vai influir no abastecimento de eletricidade do Rio de Janeiro mas também acredito que ela vai precisar de muita gente especializada e uma grande tecnologia e eu acredito que o Brasil e a cidade não tem estrutura para uma Usina Nuclear. Como antigo morador da cidade eu gostaria de fazer umas perguntas ao médico e ao engenheiro: o que se pretende fazer com o lixo nuclear? À exemplo de Goiânia os tampões do lixo radioativo...

F : Eu posso responder essa pergunta.

B : À exemplo de Goiânia o lixo radioativo se encontra exposto ao ar até hoje. O que se pretende fazer com o lixo?

F : Qualquer coisa que seja radioativa tem que ser guardada naquelas latas amarelas com o símbolo. Dependendo do material que for tem uma série de cuidados que tem que se tomar com essas latas. Grande parte desse material passa trocentos anos e não some

e continua mandando radioatividade. Então eles tem que ser vedados e são mandados pr'um lugar ou são enterrados.

Depende muito do material que é feito. Pode ser enterrado num lugar que não tenha cidade, num lugar distante. Esses latões tem que ter muito cuidado; eles têm que ser vedados com chumbo, parafina para manter a radioatividade neles, para não espalhar.

B : Eu queria saber do prefeito se há algum interesse comercial na construção da usina.

P : Eu como prefeito da cidade sou imparcial no caso. Eu acho que isso é problema do governo federal. Isso não compete a mim.

B : Eu queria saber do médico, já que a nossa cidade vive praticamente da agricultura, queria saber se a radiação não poderia afetar os alimentos e assim afetar a saúde dos moradores da cidade.

M : Se for liberada radiação os alimentos serão contaminados e se a população ingerí-los também será contaminada. Aqui na cidade não há recursos... Se houver muitos contaminados não teremos como tratar.

Mas também sou contra a instalação da usina pois acho que existem outros recursos mais ecológicos.

F : Uma coisa que eu acho que a gente devia tratar sobre a usina com o prefeito é sobre onde ela vai ser instalada, pois caso haja um acidente a usina não pode ficar perto das casas, nem perto dos alimentos.

A DIRETORA INTERVEM NA CENA PEDINDO QUE O PERSONAGEM FAVORÁVEL À INSTALAÇÃO DA USINA SE MANIFESTE. SEM DAR O NOME ESPERAMOS QUE O PREFEITO E/OU O ENGENHEIRO SE MOSTREM MAIS CALARAMENTE A FAVOR. SURGEM DÚVIDAS NO PALCO ENTRE O ENGENHEIRO E A FÍSICA. A PLATEIA APONTA O PREFEITO, MAS QUEM TOMA A FALA É O ENGENHEIRO.

E : Eu me preocupo com a ecologia e estou escolhendo um lugar que seja afastado das pessoas e estou organizando um plano para as pessoas saírem da cidade caso tenha algum acidente.

M : Mas isso deve ser feito às claras, para as pessoas saberem.

Deve ser feito com o prefeito.

E : Prá que dizer termos técnicos prá vocês que são leigos? Podemos dizer por alto o que está acontecendo.

F : Eu acho que pela minha experiência há 50% de chances, mais de 50% de chances de acontecer um acidente. A gente não vai conseguir fazer uma usina bem distante da cidade porque a cidade é pequena, então vai ficar tudo mais ou menos no mesmo espaço.

O que temos que fazer é um programa para ensinar as pessoas e aos funcionários da usina como lidar caso aconteça algum problema. Os funcionários da usina não sabem o que eles tem que fazer numa situação dessas. As pessoas não tem muita consciência do que que é e do que está acontecendo em termos de acidente.

M : Os funcionários sabem, mas a população não.

F : Não, os funcionários não sabem. Eles estão lá fazendo aquilo que eles foram prontos prá fazer. Não tem noção.

E : Mas a equipe que eu vou por na usina funcionando é especializada. A maioria foi formada junto comigo e eu confio no trabalho deles, na área de segurança da usina.

P : Eu acho que vocês deviam treinar uma vez por ano como proceder em caso de acidente.

E : Eu faria uma vez em cada dois meses.

F : E as outras causas de um acidente como a má utilização por parte das pessoas do equipamento? Grande parte das peças que vêm prá cá vêm com defeito, estouram válvulas...

NOVA INTERVENÇÃO: A DIRETORA PEDE QUE UMA ALUNA DA PLATEIA LEVE UMA MENSAGEM PARA A FISICA DIZENDO QUE HOUE UM ACIDENTE NA USINA NUCLEAR DA CIDADE VIZINHA, ONDE TRABALHA SEU EX-MARIDO E ONDE SEU FILHO SE ENCONTRA NO MOMENTO.

A FISICA NÃO SABE O QUE FAZER E PERGUNTA A DIRETORA. HÁ UM MOMENTO DE TUMULTO NO GRUPO DE ATORES.

F : Que é que eu faço? Eu choro? Como é que eu vou até lá?

P : Calma! Vamos proceder com cuidado!

A FÍSICA PUXA O MÉDICO PARA PERTO.

F : O que pode ter acontecido com meu filho? Teve um acidente na usina e vazou um negócio.

A PLATEIA INTERROMPE: "MORREU"

M : Há tratamentos para radiação; tudo depende da distância que ele estava do lugar que estava emitindo.

F : Ele estava dentro da usina, não?

O PERSONAGEM BARBEIRO INTERROMPE. HÁ DÚVIDAS NO ENTENDIMENTO DA HISTÓRIA A FÍSICA EXPLICA O QUE OCORREU, E O INTERESSANTE É QUE ELA DIZ QUE TANTO O EX-MARIDO QUANTO O FILHO ESTAVAM DENTRO DA USINA, QUANDO ISSO NÃO FOI PASSADO NA MENSAGEM.

F : Que é que eu faço? Eu também não posso sair daqui até porque estarei me expondo à radiação e estarei deixando a usina que está sendo construída na cidade.

A FÍSICA SAI DE CENA (NO CASO PARA VER O FILHO) ACOMPANHADA DO MÉDICO.

HÁ UMA PARADA E A DIRETORA EXPLICA QUE OS GRUPOS PODEM SE REUNIR NOVAMENTE PARA DISCUTIR COM OS SEUS REPRESENTANTES.

P : Tomando como exemplo o que aconteceu com o marido da Carla Quark, eu acho muito perigoso botar uma usina nuclear nesta cidade, pode causar uma catástrofe e ainda mais , seria muito ruim prá minha carreira política. Eu como prefeito, não posso ter no currículo uma cidade que sob o meu comando morreram muitas pessoas.

F : Do mesmo jeito que você não quer arriscar a botar uma usina na cidade porque pode dar problema, ela também pode ser uma coisa muito boa. Você pode vir a ser, ao invés de um prefeitezinho de uma cidade desconhecida, ser conhecido como o prefeito de uma

cidade cuja usina deu certo.

M : Eu concordo com o prefeito. Em Carambola houve o acidente e a cidade tem a mesma estrutura que a nossa e se acontecer um acidente aqui pode ser igual ou pior que o de lá.

E : Eu gosto da ecologia e vou implantar a usina com a maior segurança possível. Se por acaso houver um acidente não é difícil evacuar 500 pessoas.

M : Na cidade não temos avião, trens...

F : Em Carambola as pessoas foram evacuadas rapidamente.

A DIRETORA INTERVÉM E PEDE AO PERSONAGEM BARBEIRO QUE EMITA A SUA OPINIÃO.

B : As pessoas estão muito preocupadas. Na minha barbearia as pessoas vem me consultar diariamente sobre a importância da usina e também as pessoas vem com medo da usina porque sabem do acidente de Goiânia. Sabem que pode ser prejudicial mas da mesma maneira ela pode ser benéfica.

A DIRETORA PERGUNTA AO PERSONAGEM BARBEIRO SE ELE VAI FICAR "EM CIMA DO MURO".

B : Eu acredito que a usina tem seus prós e contras como já falei. Acredito que é necessário uma especialização muito grande e acredito que a cidade não tem condições de abranger um projeto desse.

E : A usina pode fornecer energia para as indústrias que estão em volta. O prefeito não pode dar palpite. A usina será instalada de qualquer maneira.

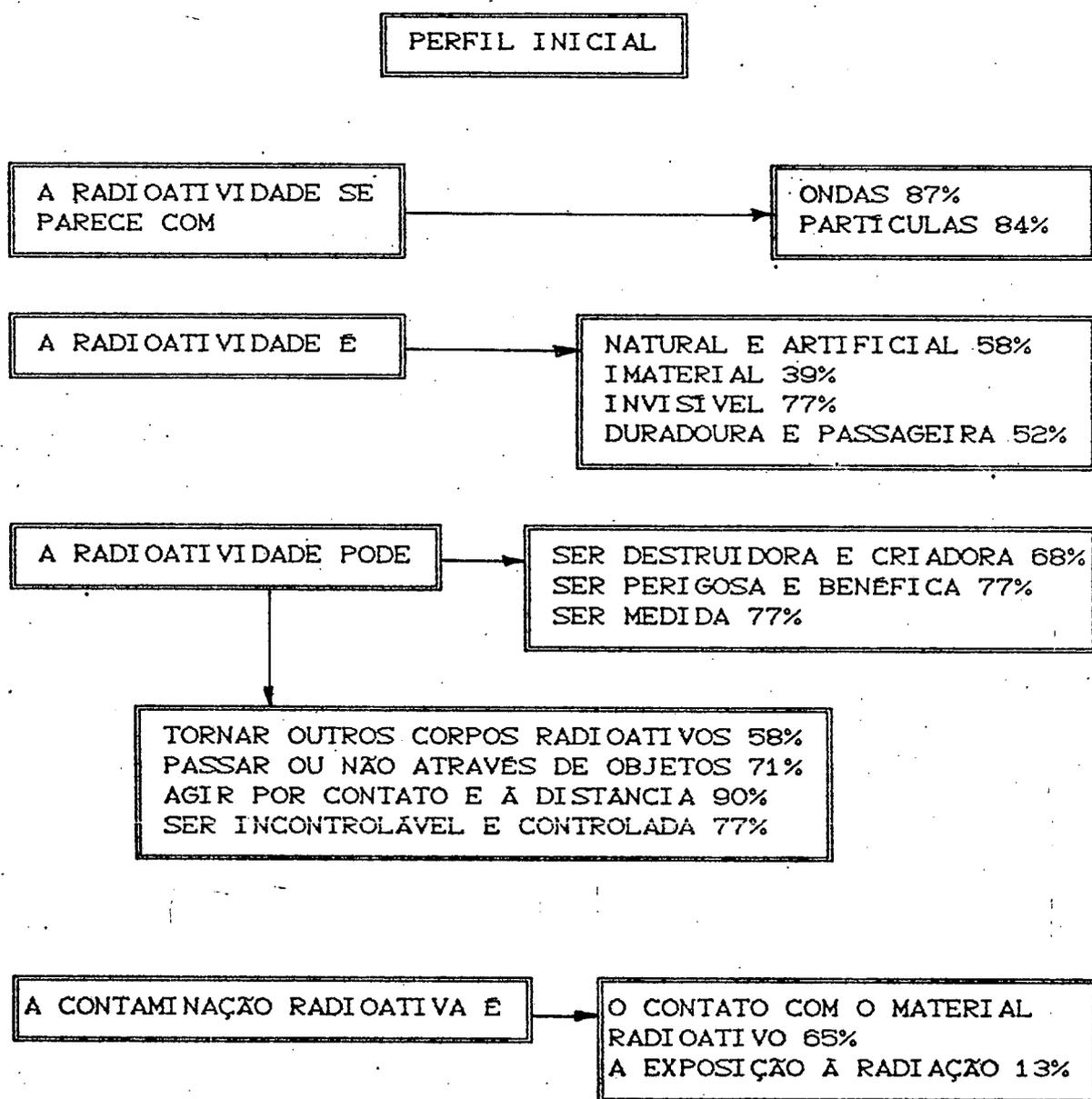
F : Eu acho que não se pode implantar uma usina numa cidade onde as pessoas não estão de acordo. Tem que haver um acordo. Há o risco de acontecer um acidente em cada 10 anos.

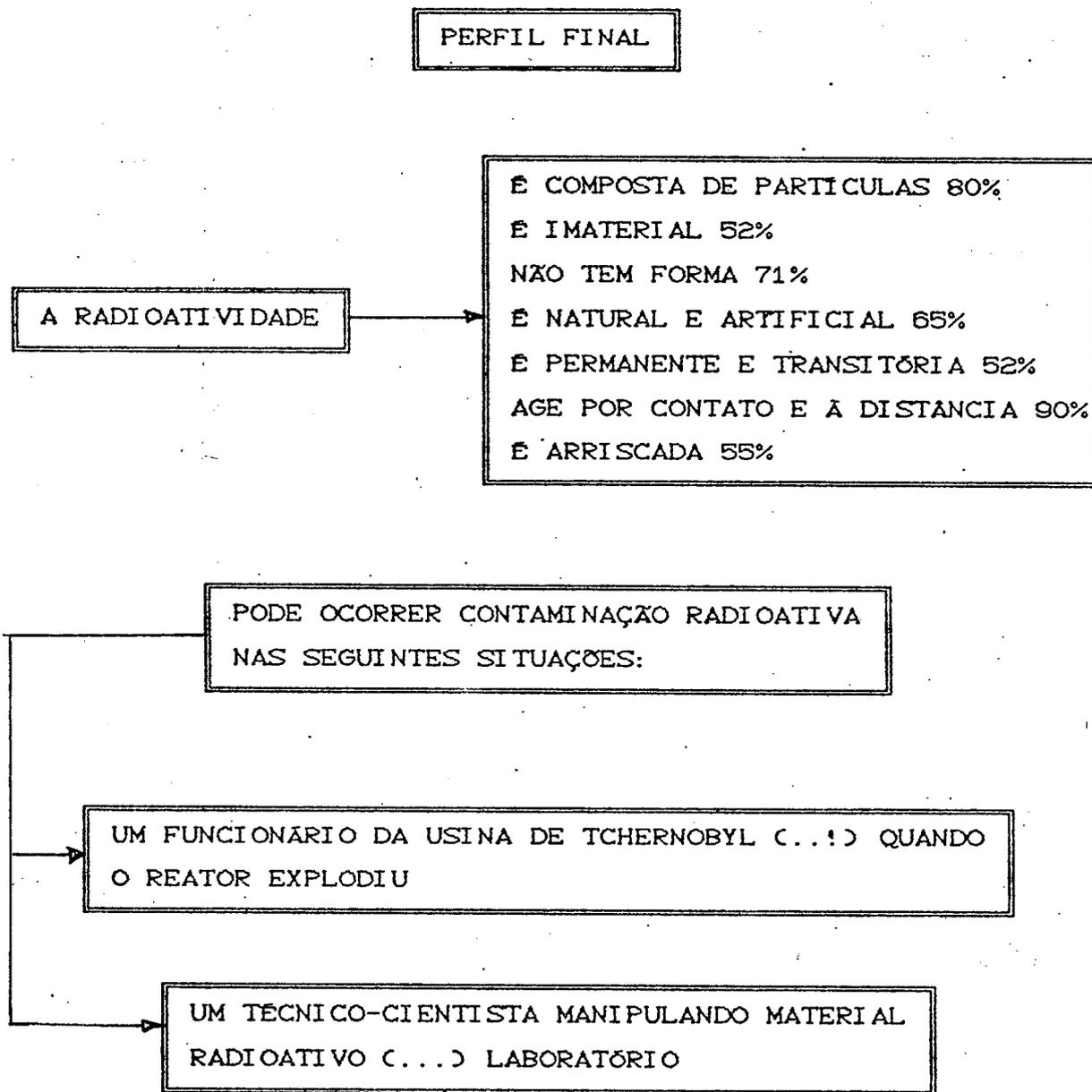
A DIRETORA ENCERRA O ROLE-PLAY

B.3) ANÁLISE DOS DADOS E DA OBSERVAÇÃO

B.3.1) Análise dos dados relacionados à natureza da radioatividade e fenômenos correlatos

Baseados nos dados coletados nos Pré e Pós testes traçamos dois perfis que delineassem qual o entendimento que o grupo possuía sobre a NATUREZA DA RADIOATIVIDADE antes e depois da atividade dramática (Perfil inicial e Perfil final).





Comparando o perfil inicial com o perfil final percebe-se que não houveram mudanças relevantes entre os dois.

A falta de mudanças significativas entre o pré e o pós-teste nos leva a questionar quais situações, acontecimentos ou fatos contribuíram para esse primeiro resultado. Entre essas situações destacamos as seguintes:

- 1) o pré-teste foi aplicado após a leitura e discussão do texto básico;

- ii) os alunos puderam utilizar o texto básico como auxílio para responder o pré-teste;
- iii) o tempo passado entre as aplicações não excedeu a uma semana.

É fácil perceber que, como o texto básico foi lido e discutido antes da aplicação do Pré-Teste, os alunos possuíam um número muito menor de dúvidas relacionadas ao fenômeno da Radioatividade do que se tivéssemos aplicado o Pré-teste antes da leitura e discussão do texto básico.

Juntando a isso o fato do grupo ter utilizado o texto como auxílio no questionário inicial e que o tempo decorrido entre a aplicação dos testes ter sido de uma semana, podemos compreender porque o perfil inicial pouco se alterou : os alunos sentiam-se seguros em relação às suas respostas e de forma geral não ocorreram eventos relevantes entre o Pré-teste e o Pós-Teste.

Ao procedermos dessa maneira tentamos evitar que os alunos adquirissem um padrão de respostas aleatório. Nossa intenção, nesta atividade, era informar e observar como o grupo organizaria e utilizaria as informações dadas.

A observação da dramatização e os dados recolhidos dos testes, parecem indicar que os alunos efetivamente seguiram uma linha de pensamento estruturada. Nos diálogos do improvisado podemos destacar as seguintes argumentações:

F: Qualquer coisa que seja radioativa tem que ser guardada naquelas latas amarelas com o símbolo. Dependendo do material que for tem uma série de cuidados que tem que se tomar com essas latas. Grande parte desse material passa trocentos anos e não some e continua mandando radioatividade. Então eles têm que ser vedados e são mandados pr'um lugar ou são enterrados(...) Esses latões tem que ter muito cuidado, eles têm que ser vedados com chumbo, parafina para manter a radioatividade neles, para não espalhar.

M: *Se for liberada radiação os alimentos serão contaminados e se a população ingeri-los também será contaminada.*

.....
M: *Há tratamentos para radiação, tudo depende da distância que ele estava do lugar que estava emitindo.*

No primeiro texto fica claro que para a aluna que representou o personagem da física, a radioatividade é algo que pode permanecer ativa durante muitos anos (meia vida longa), que pode ser barrada (blindagem com chumbo e parafina) e que portanto pode ser confinada (guardada em tambores blindados).

No segundo texto o personagem Médico utiliza corretamente a idéia de que a ingestão de alimentos contaminados radioativamente contaminará quem os ingerir.

Já no terceiro texto o personagem enfatiza a variável distância, quando existem outras igualmente importantes como a intensidade da radiação emitida, ou o tipo de fonte radioativa. Entretanto, a ênfase nessa variável não invalida a sua argumentação - a idéia de que quanto mais afastado você está de uma fonte radioativa, menor será o dano que esta irá lhe causar está correta e parece ter sido assimilada mais facilmente do que aquelas que necessitariam de uma compreensão acerca do conceito de intensidade (nível de energia) e tipo de fonte (modelos nucleares).

No imprevisto, as informações científicas utilizadas relacionam-se com contaminação radioativa, meia-vida de substâncias radioativas, blindagem e efeitos da radiação. Essas informações são trabalhadas na dramatização na perspectiva do que pode acontecer com a população da cidade caso ocorra um acidente na Usina e o que fazer com o lixo nuclear.

Os alunos não as utilizam durante toda a dramatização, apesar de se reportarem ao material paradidático (artigos de jornal, revistas e livros):

B: *A exemplo de Goiânia o lixo radioativo se encontra exposto ao ar até hoje.*

P: *Eu acho que vocês deviam treinar uma vez por ano como proceder em caso de acidente.*

F: *(...) grande parte das peças que vêm prá cá vêm com defeito, estouram válvulas...*

F: *Tem que haver um acordo. Há o risco de acontecer um acidente em cada dez anos.*

Apenas em alguns momentos da dramatização as informações científicas são exploradas, na maioria das vezes para responder uma questão específica (a radiação pode afetar os alimentos e a saúde dos moradores da cidade?) ou como esclarecimento da importância de um assunto (o lixo nuclear).

Essas informações são então processadas de forma a organizar um conjunto de conhecimentos que seja útil nas argumentações.

O que fazer com o lixo radioativo?

Confinar em tambores blindados

A radiação pode afetar os alimentos e a saúde da população?

Alimentos contaminados contaminam quem os ingerir.

É preciso fazer um programa para ensinar as pessoas e aos funcionários da Usina a agir caso aconteça algum acidente.

É preciso treinar uma vez por ano como proceder em caso de acidente.

Apesar desse conjunto se manter estável ao longo da atividade e do grupo demonstrar através dos dados e dos diálogos um

pensamento estruturado, algumas questões surtiram dúvidas, como por exemplo, se a radioatividade é MATERIAL ou IMATERIAL.

Essa é uma questão difícil, que não tem uma resposta imediata no texto básico. Para respondê-la corretamente o aluno necessitaria fazer algumas relações entre os conceitos e fenômenos.

Em função das respostas dadas no Pré-teste, que classificaram a radioatividade como composta de partículas e ondas, esperávamos uma resposta do tipo Material e Imaterial.

Nesse sentido esperávamos uma estrutura conceitual similar a do diagrama abaixo:

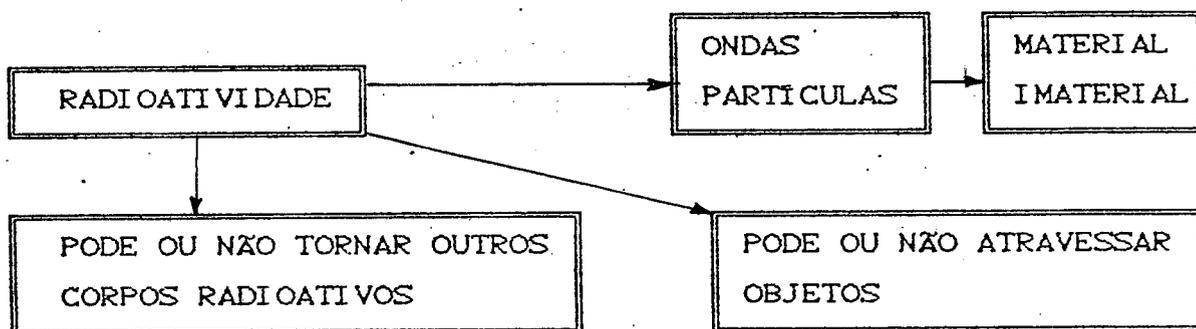


Diagrama 5. Radioatividade: Estrutura conceitual

Ao invés disso, encontramos a seguinte estrutura conceitual:

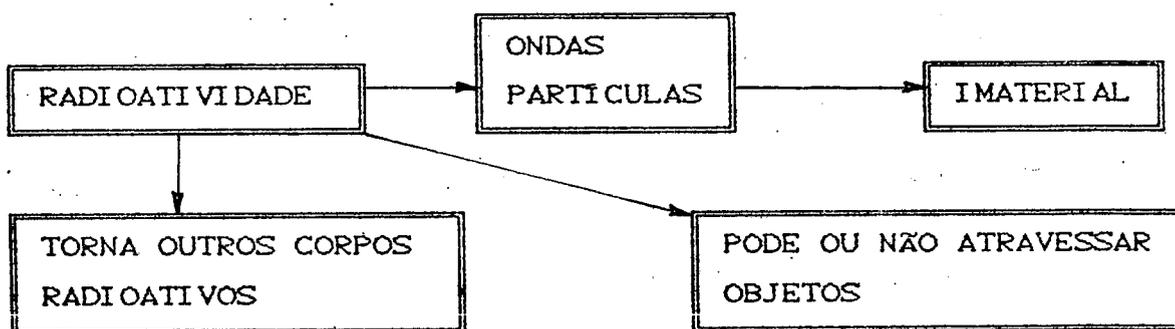


Diagrama 6: Radioatividade: Estrutura conceitual definida pelos perfis do grupo analisado.

Os alunos responderam que a radioatividade pode atravessar e pode não atravessar objetos (diagrama 6). Essa resposta foi

baseada na idéia de blindagem de substâncias radioativas, apesar do texto comentar que o poder de penetração de uma partícula/radiação na matéria depende, entre outros fatores, da energia com que foi emitida. A ênfase durante a discussão do texto básico foi na idéia de blindagem: para uma mesma energia de emissão, quais tipos de radiação eram mais ou menos penetrantes, e como poderiam ser blindadas.¹⁹

Assim quando os alunos respondem que a radioatividade pode ou não atravessar objetos, significa que dependendo do objeto algumas radiações podem ser retidas enquanto que outras o atravessam com facilidade.

Essa resposta deveria ter como par a idéia de que a radioatividade é material e imaterial - radiação corpuscular e radiação eletromagnética, sendo que as primeiras seriam mais facilmente barradas que as últimas, para uma mesma energia de emissão.

Ainda baseados na idéia de blindagem de substâncias radioativas, esperávamos que a maioria dos alunos respondessem que a RADIOATIVIDADE PODE OU NÃO TORNAR OUTROS CORPOS RADIOATIVOS. Mas isso não aconteceu. Apenas 36% da amostra respondeu dessa forma, contra 58% que optou pela opção A do quadro de respostas do Pré-Teste: A RADIOATIVIDADE PODE TORNAR OUTROS CORPOS RADIOATIVOS (somente).

A resposta em si não está errada. Faltou a compreensão do que significa a sua negação.

Quando um corpo está devidamente blindado, ou quando não entra em contato direto com a fonte radioativa, ele não se torna radioativo, mesmo em presença da fonte, i.e., ele não é contaminado.²⁰

¹⁹ Veja texto básico páginas 158 e 162 no anexo 3.

²⁰ É importante salientar que a produção de fontes radioativas pelo processo de irradiação não foi discutida com os alunos.

É interessante comparar esta resposta com os resultados da questão 9 do Pré-Teste sobre contaminação radioativa. Enquanto que 58% acreditam que a radioatividade pode tornar outros corpos radioativos (somente), 65% dizem que a contaminação radioativa é o contato com material radioativo.

Em linhas gerais essa resposta deveria levar a um raciocínio do tipo causa e efeito, ou seja, se há contato entre a fonte radioativa e o objeto, este é contaminado tornando-se radioativo; se o contato não ocorrer, o objeto não será contaminado nem torna-se radioativo.

Apesar das respostas dos alunos sobre a contaminação radioativa estarem concordantes com o modelo científico, não houve uma compreensão real do fenômeno da contaminação radioativa.

Isso justifica a razão pela qual 23% da amostra assinalou todas as situações da questão 1 do Pós-Teste, não sabendo diferenciar entre os efeitos de se tirar uma radiografia do pulmão (R-X) dos efeitos do acidente de Tchernobyl. O mesmo ocorre nas situações (A), (B) e (D): dificilmente haveria chances de ocorrer contaminação radioativa.

Apesar das dificuldades apresentadas, uma porcentagem considerável da amostra (77% e 93%) percebeu o risco de contaminação radioativa nas opções C e E respectivamente.

Esses dados nos levam a concluir que apesar dos alunos terem organizado uma estrutura conceitual que atendeu às necessidades imediatas (Pré e Pós testes) essa estrutura apresentou falhas.

O uso indistinto dos termos radioatividade e radiação demonstra, por exemplo, uma dessas falhas - a dificuldade em diferenciar uma propriedade da matéria do seu efeito.

Mesmo assim, o grupo pode ser considerado como tendo tido um desempenho satisfatório, conseguindo organizar e expor, no improvisado, um modelo conceitual próximo, em semelhança, ao modelo científico.

B.3.2) Análise dos dados relacionados aos julgamentos de valor e implicações sociais da ciência

Levantando os dados sobre as questões valorativas e as implicações sociais da ciência, percebemos a existência de tópicos específicos que poderiam nos auxiliar na análise dos dados. O grupo analisado possui opiniões sobre a ciência, a tecnologia e o especialista em assuntos científicos. Além disso, o julgamento que os alunos tecem sobre a utilização da energia nuclear no Brasil, baseia-se, em grande parte, nesses fatores.

B.3.2.1) A ciência, a tecnologia e o especialista.

Dos dados relacionados no Pré-Teste, 67% da amostra compreende a Tecnologia como sendo o aperfeiçoamento de técnicas - a modernização de instrumentos e materiais. Para 13% da amostra, tecnologia é o aprimoramento e a utilização do conhecimento acumulado pela humanidade e 10% da amostra vê a tecnologia como sendo o processo evolutivo sofrido pelo homem.

Na verdade, esses três tipos de respostas podem ser reduzidos a dois grupos distintos: o primeiro, Grupo A, e percentualmente maior (80%), onde a tecnologia é vista como uma consequência da ciência (ou do conhecimento de forma geral) e o segundo, Grupo B, (10%), onde a tecnologia é vista como um processo de evolução humana.

Para exemplificar esses agrupamentos extraímos algumas respostas originais dos alunos dadas à questão 1 do Pré-Teste:

1A. Tecnologia é o avanço de técnicas usadas no nosso dia a dia.

2A. Tecnologia é o aperfeiçoamento dos meios de produção e dos produtos já existentes.

3A. Tecnologia é o conhecimento que a humanidade adquiriu com o passar dos anos e que é aprimorada a cada momento.

4A. Tecnologia é o uso do conhecimento que a humanidade

adquiriu ao longo da sua existência para melhorar seu nível de vida e para melhor utilização do espaço que ela ocupa.

1B. Tecnologia é o processo evolutivo puro que leva o homem descobrir novas formas técnicas de criar e utilizar as coisas ao seu redor.

2B. Tecnologia é o processo evolutivo que o homem sofre e que faz ele aperfeiçoar cada vez mais as coisas.

As quatro primeiras respostas podem ser agrupadas no mesmo conjunto, pois todas subentendem a tecnologia como efeito da utilização do conhecimento humano. As respostas 3 e 4 são mais abrangentes que as duas primeiras, englobando-as.

As duas últimas respostas no entanto pertencem a um outro grupo, para o qual a tecnologia não é apenas a consequência do conhecimento humano, mas sim do próprio homem e das suas necessidades.

Mesmo com as diferenças apontadas, os dois conjuntos apresentam a tecnologia como tendo a finalidade de aperfeiçoar técnicas, materiais e produtos.

Esse julgamento sobre a tecnologia encontra amparo na posição descrita no livro *Science and Technology Education and National Development* (1983), editado pela UNESCO:

The purpose behind a technological activity is to facilitate human aspiration; to solve some practical problem; to put knowledge to good use; to extend the boundaries of existing possibilities. Thus, it is the purpose of science to explain why air that moves rapidly over a surface exerts less pressure upon the surface than does slowly moving air. But to demonstrate how this fact might be used to build a machine that will fly is a technological achievement. (p.17).

Segundo o grupo analisado, a tecnologia melhora a qualidade de vida das pessoas, gera conforto e facilidades no trabalho humano. Mais de 90% dos alunos entrevistados mantiveram essa idéia quando questionados sobre o que a tecnologia poderia fazer por eles no presente atual (questão 2).

Entretanto quando se refere ao futuro, apenas 26% continuam dizendo o mesmo e 55% da amostra prevê um futuro ruim, dos quais 23% acusam a destruição do meio ambiente, a construção de armas e as guerras; 16% falam da artificialidade da vida e da dependência tecnológica e 13% falam do desemprego gerado pela substituição do homem pela máquina.

Nos chamou a atenção esse corte brusco entre a idéia formada para o presente e aquela relacionada com o futuro. A destruição do meio ambiente e a produção de armamentos, entre outras previsões dos alunos, vem ocorrendo há décadas, de tal forma que a sociedade civil vem se organizando através de movimentos pacifistas e ecológicos em vários países, tentando pressionar as instâncias governamentais a controlar as variáveis que agridem o meio e o homem e reverter o processo de deterioração da vida humana.

A mídia tem se encarregado de elaborar campanhas publicitárias de teor ecológico e preservacionista e os veículos de comunicação abrem espaços para notícias sobre poluição, lixo atômico e novas tecnologias, por vezes realizando programas de TV semanais e encartes periódicos de jornal.

O grupo analisado tem acesso a todas essas informações paralelas e esperávamos que em suas respostas pudessemos detectar a relação entre tecnologia e sociedade, tanto no presente quanto no futuro, ou seja, que não ficasse relegado ao futuro apenas os efeitos nocivos da tecnologia assim como ao presente não fosse dispensada uma idéia tão ingênua.

Do nosso ponto de vista, é provável que para o grupo analisado seja difícil aceitar a crise social, tecnológica e meio ambiental que vivemos nos dias de hoje, sendo mais fácil relegá-la para o futuro.

Quando observamos a dramatização, notamos uma mudança

sensível quanto às respostas dadas no Pré-Teste. Durante a atividade as argumentações dos personagens deixam claro que tanto o presente quanto o futuro podem ser afetados (beneficamente ou não) pela utilização da Energia Nuclear. Essa mudança no padrão de respostas pode ser justificada da seguinte maneira: em primeiro lugar, na dramatização o tema trabalhado é uma tecnologia específica - o uso de energia nuclear - o que direciona as atenções e facilita uma tomada de posição; em segundo lugar, o grupo utilizou-se de fatos e situações ocorridas, tais como os acidentes de Goiânia e Chernobyl, a questão de controle e segurança nas Usinas e a utilização de Energia Nuclear na medicina, entre outros, para fazer hipóteses acerca do futuro.

A idéia de que um determinado ato realizado no presente pode alterar drasticamente o futuro existe, mesmo que de forma subliminar, em todo o imprevisto.

Quando um indivíduo atua dramaticamente, ele expõe não só as informações que possui, mas como ele as organizou. Por ser uma atividade de imprevisto, as idéias colocadas durante a dramatização são aquelas que possuem relevância, para o aluno, naquele momento. Isso nos leva a dizer que, efetivamente, o aluno-ator percebe a relação causa-efeito no binômio tecnologia-sociedade, mesmo que para ele seja difícil admitir isso por escrito (Pré-Teste).

Isso serve também para o aluno-espectador, já que a cena dramática funciona como um espelho que reflete tanto as suas próprias opiniões quanto as opiniões contrárias de seus colegas.

Quando em cena, o aluno não está sozinho com seus pensamentos, ele está em confronto com seus pares. A situação vivida, apesar de fictícia, é um recorte das possibilidades da realidade: médico, engenheiro, cientista, comerciante e político discutindo sobre um assunto de interesse da comunidade.

Dentro dessa situação, em confronto com seus colegas, o aluno não consegue esconder as suas reais opiniões nem as suas motivações. Ele se torna mais acessível para perceber novas abordagens do assunto e adquirir maleabilidade suficiente para mudar sua opinião inicial, se for o caso.

Essa é a razão pela qual 71% da amostra respondeu que o role-play serviu para mostrar pontos da questão que ainda não havia percebido (questão 5 do pós-teste).

Seguindo o mesmo raciocínio, vamos encontrar para a função do especialista padrões de resposta e comportamento diferentes entre o Pré-Teste e a dramatização. No primeiro, 62% da amostra acredita que o especialista ao ter que tomar uma decisão sobre um assunto científico ou tecnológico deve pesar os prós e contras e tomar decisões que beneficiem a sociedade e 16% acreditam que ele deve esclarecer e/ou consultar a população.

Ainda no Pré-Teste, 68% da amostra acredita que a população deve participar nas discussões sobre assuntos tecnológicos que influenciam a sociedade, enquanto que 23% são contrários a essa posição.

Na dramatização, o especialista aparece com um comportamento nem sempre coerente com os dados do Pré-Teste. Isso pode ser visto nos seguintes diálogos:

M: Mas isso deve ser feito às claras, para as pessoas saberem. Deve ser feito com o prefeito.

E: Prá que dizer termos técnicos prá vocês que são leigos? Podemos dizer por alto o que está acontecendo.

F: (...) Os funcionários da Usina não sabem o que eles tem que fazer numa situação dessas. As pessoas não tem muita consciência do que que é e do que está acontecendo em termos de acidente.

M: Os funcionários sabem, mas a população não.

F: Não os funcionários não sabem. Eles estão lá fazendo aquilo que eles foram prontos prá fazer. Não tem noção.

E: Mas a equipe que eu vou por na Usina funcionando é especializada. A maioria foi formada junto comigo e eu confio no trabalho deles.

E: A usina pode fornecer energia para as indústrias que

estão em volta. O prefeito não pode dar palpite. A usina será instalada de qualquer maneira.

Na dramatização, uma das imagens do especialista é aquela na qual ele é apresentado como um ser pedante ²¹, que ampara sua competência no fato de possuir conhecimento científico e como consequência detém a verdade. Esse especialista nem sempre ouvirá a população, ou mesmo tomará decisões que beneficiem a sociedade.

Concomitante a essa imagem há uma outra, representada pelo personagem da Física que esforça-se para explicar para a população (no caso encarnada pelo personagem barbeiro) o fenômeno da radioatividade, o problema do lixo nuclear, etc...

Enquanto que no Pré-teste os alunos expuseram como o especialista deveria agir em relação aos assuntos científicos tecnológicos, na dramatização eles tiveram também a oportunidade de interpretar como eles o vêem agir.

Essa é a razão de ter havido uma sobreposição de imagens na dramatização - a imagem desejada, onde o especialista esclarece a população e preocupa-se com o bem estar geral da comunidade e a outra imagem na qual o especialista exerce o poder de manipular as pessoas usando a sua "autoridade intelectual".

Segundo Rubem Alves (1985) esta última imagem do especialista faz parte de um mito que a mídia ajuda a divulgar e estabelecer. O especialista (em nosso caso um cientista) é *alguém que fala com autoridade, que sabe sobre que está falando, a quem os outros devem ouvir e... obedecer* (p.10).

Tanto o personagem do engenheiro quanto o da Física não tinham nas sinopses dos seus personagens indicações comportamentais. Não há por exemplo indicação de que o engenheiro

²¹ Isso é verificado pela expressão corporal de cada ator. Assim como o personagem do engenheiro tem um comportamento pretensioso, o personagem do barbeiro, por exemplo, é inibido e simplório. Isso nada tem haver com a personalidade de cada aluno, ou com o seu comportamento em sala de aula. Os comportamentos desenvolvidos são formas de expressar o que cada aluno-ator pensa e sente sobre o personagem que representa.

deveria manipular interesses ou agir com soberba intelectual. Esse desempenho do papel foi livre escolha do aluno-ator.

O mesmo não pode ser dito quanto à opção de ser ou não favorável à instalação da Usina Nuclear. Para que tivéssemos certeza de ocorrer um debate entre os personagens em cena, demos algumas indicações em suas sinopses sobre as posições dos personagens acerca do tema.

Assim o Engenheiro e a Física deveriam ser favoráveis à instalação enquanto que o Médico deveria ser contrário. O restante dos atores poderia se decidir livremente durante o andamento da cena.

Ser ou não favorável à instalação de uma Usina Nuclear e os motivos da opção foram o eixo central da dramatização, através do qual desfilaram visões de tecnologia e imagens do especialista.

Todos os argumentos utilizados existiram para justificar a opção pessoal de cada personagem e convencer o restante do grupo que aquela opção era a mais correta.

Não há dúvidas que a dramatização teve um efeito catalisador, estruturando ou reestruturando opiniões emitidas anteriormente sobre a utilização da energia nuclear no Brasil.

De acordo com o Pré-teste, 55% da amostra possuía opinião formada sobre o tema, sendo que 36% era contrária ao uso da Energia Nuclear e 19% favorável.

Quando novamente interrogados sobre o assunto, no Pós-teste, todos possuíam opinião formada, e grupo dividiu-se exatamente ao meio em suas opiniões: metade da amostra mostrou-se favorável, enquanto que a outra metade, contrária ao uso da energia nuclear no Brasil.

As justificativas também sofreram alterações. No Pré-teste apenas 19% justificam suas opiniões baseando-se em questões como segurança e responsabilidade no uso da Energia Nuclear enquanto que 16% relacionam suas opiniões a capacitação econômica, tecnológica e intelectual do país.

No Pós-teste essas porcentagens crescem para 29% e 32% respectivamente.

B.3.3) Conclusão

Os resultados obtidos na análise deste caso não se devem apenas ao ato de dramatizar, mas a todo o processo que culminou na improvisação.

No caso analisado podemos perceber que o role-play foi o meio catalisador através do qual o grupo pode organizar e expor suas idéias. A argumentação dos alunos atores é informativa e estruturada, mesmo tendo em vista as falhas conceituais.

De acordo com os níveis de desenvolvimento do sistema conceitual proposto por PAUN (1990:104)²², podemos caracterizar este grupo como estando numa transição entre o nível informativo e o nível conceitual, já que o grupo consegue organizar algumas informações científicas em uma hierarquia conceitual. Apesar do grupo abordar diferentes formas de ver o mundo através dos personagens, as diferentes ideologias implícitas não são suficientemente embasadas numa argumentação científica para que se possa dizer que o nível ideológico tenha sido alcançado, apesar de existirem opiniões justificadas.

O desenvolvimento de critérios de valoração ética, social e política dá-se num primeiro momento através do role-play, na confecção dos personagens. Posteriormente, o Pós-teste indica a formação de opinião justificada sobre o tema em questão, sendo que 71% da amostra acredita que o role-play expôs pontos da questão que não haviam sido percebido antes.

Durante o improviso, os alunos-atores utilizam as informações científicas, em sua maior parte proveniente do material escrito oferecido a eles, na tentativa de processar um corpo organizado de conhecimentos. A matriz impulsionadora da organização do conhecimento foi a situação de tensão criada no improviso cênico.

A tensão sofrida pelo aluno-ator deriva do fato dele estar se expondo aos seus pares, comentando um assunto sobre o qual não se

²² Ver item 4 do capítulo II - Referencial Metodológico.

sente inteiramente seguro.

Continuar dramatizando significa vencer a tensão inicial e como já dissemos anteriormente, é um momento de reestruturação interna - ao buscar soluções para as questões colocadas o indivíduo estrutura opiniões e conceitos.

É importante salientar que com a platéia ocorre um fenômeno diferente daquele existente em cena com os alunos-atores. A platéia reage à cena através da sua identificação com os papéis desenvolvidos pelos atores.

Cada ator representa uma parcela da platéia, devido à dinâmica de trabalho imposta ao grupo. Isso faz com que o público se interesse pelo desenvolvimento do papel em cena. Entretanto, cada espectador tem liberdade para se identificar com qualquer personagem.

No que tange aos aspectos da criatividade e espontaneidade, ambos foram garantidos pelo improviso cênico e trabalhados durante o role-play - a situação de tensão criada exigiu que os alunos atores se engajassem em diálogos significativos e que tomassem atitudes coerentes e relevantes em relação à tarefa.

Alguns momentos da dramatização são, particularmente interessantes sobre esses aspectos:

M: Se for liberada radiação os alimentos serão contaminados e se a população ingerí-los também será contaminada.. Aqui na cidade não há recursos... Se houver muitos contaminados não teremos como tratar. Mas também sou contra a instalação da usina pois acho que existem outros recursos mais ecológicos.

F: Uma coisa que eu acho que a gente devia tratar sobre a usina com o prefeito é sobre onde ela vai ser instalada, pois caso haja um acidente a usina não pode ficar perto das casas nem perto dos alimentos.

.....
P: Tomando como exemplo o que aconteceu com o marido da

Carla Quark, eu acho muito perigoso botar uma usina nuclear nesta cidade, pode causar uma catástrofe e ainda mais, seria muito ruim prá minha carreira política. Eu como prefeito não posso ter no currículo uma cidade que sob o meu comando morreram muitas pessoas.

Finalizando, acreditamos que todo o grupo tenha conseguido estabelecer uma relação entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, tendo em vista que todos os indivíduos deste grupo possuem posicionamentos individuais frente à utilização da energia nuclear no país. Suas opiniões são embasadas em pontos como a questão da segurança das Usinas, as vantagens econômicas e as desvantagens meio-ambientais, etc.

Para nós o percurso que leva da criatividade à criticidade foi cumprido satisfatoriamente porém não esgotado, na medida em que existe ainda espaço para a abordagem do mesmo tema buscando completar a hierarquia dos sistemas conceituais proposta por PAUN, que levaria o grupo de um nível conceitual para um nível ideológico.

3.4) CASO C

C.1) INTRODUÇÃO

O caso C proposto é um colégio da rede estadual de ensino, localizado no subúrbio carioca. A amostra consiste de um grupo de 15 alunos da 1a. série do 2o. grau. A atividade dramática analisada neste estudo ocorreu em novembro de 1991.

Como nas outras atividades, tivemos um encontro inicial com o grupo onde propusemos a atividade e explicamos seus objetivos principais.

Por intermédio do professor da turma, os alunos receberam o texto básico sobre o fenômeno da radioatividade e o pré-teste. Uma semana após a entrega do texto, entramos em sala de aula para aplicar a dramatização.

Após o role-play, houve um debate com o grupo e a aplicação do pós-teste.

C.2) DADOS COLETADOS

C.2.1) Dados Gerais

Tema: Radioatividade e Energia Nuclear (enfoco 1)

Categoria da temática: Global-Divulgação

Número de alunos para análise: 15

Faixa etária: 16-17 anos

Tempo total da atividade: 100 min.

C.2.2) Dados Específicos

C.2.2.1) Transcrição dos diálogos da dramatização

Personagens envolvidos:

Médico (M)

Barbeiro (B)

Engenheiro (E)

Física (F)

Prefeito (P)

A DIRETORA DIZ QUE A AÇÃO SE PASSA DENTRO DA PREFEITURA E PEDE AO PERSONAGEM MÉDICO QUE INICIE A AÇÃO.

M : Eu sou totalmente contra essa Usina porque ela prejudica o meio ambiente; existem outras formas de energia, por exemplo, usina hidrelétrica. A energia nuclear é muito perigosa.

P : Mas o que vai ser do progresso da cidade?

M : Mas esse progresso pode ser perigoso, por exemplo, se acontecer um acidente na Usina Nuclear e explodir? A cidade vai pelos ares, e aí?

P : Mas isso é totalmente seguro.

M : Não é não; eu cliquei vários anos na capital e lá tem a Usina de Angra dos Reis e não é segura. Então o Sr. veja: não teve aquele acidente na Usina de Chernobyl, e a União Soviética é um país rico, aqui no Brasil, uma cidade como esta, do interior...

P : Ah, isso é uma coisa que...

E : Há maneiras de se preservar a natureza.

P : Isso não é importante.

E : Ah, não??

B : Eu gostaria de perguntar a Dra. quais são os males e benefícios que essa Usina pode trazer prá gente.

F : Há muitos males e muitos benefícios, inclusive são muitos os males. Eu por minha vez sou tanto contra como a favor dessa Usina. Ela tem seus benefícios, mas em caso de acidente ela pode provocar

muitas coisas que não são boas prá gente.

B : É verdade que ela pode provocar uma explosão como se falou?

F : Claro.

M : Se Chernobyl que é na União Soviética, um país rico, houve, porque no Brasil não pode haver?

P : Isso é apenas um problema de ... Foi no início. Hoje a tecnologia pode evitar esse problema.

E : Falta de informação.

M : Você pode colocar outras coisas, como usina hidrelétrica ou energia solar.

P : Mas não traria tanto progresso como uma Usina Nuclear.

M : Mas seria mais seguro.

P : Mas essa questão não é importante.

M : Quer dizer que se todo mundo morrer isso não é importante. O importante é ter dinheiro? Que vale o dinheiro se todo mundo tá morto?

B : Como o senhor pode ter certeza? Eu acho melhor o Sr. prefeito pensar um pouco mais na cidade e deixar esse progresso e o dinheiro que o senhor vai ganhar de lado.

P : Mas eu garanto que isso não vai acontecer.

F : Como é que o senhor garante?

P : Engenheiro dê alguma informação porque eu não estou entendendo direito o projeto.

E : Vamos construir uma Usina que beneficie toda a população, economizando combustível e dando energia elétrica, mas com um porém, que se tenha cuidado com ela. Se houver cuidado com as Usinas Nucleares não haverá acidente.

M : É o que eu venho falando. Mas qual é a garantia que isso vai dar certo? E se não der certo?

E : É só ter cuidado.

M : Você fica responsável pela cidade. Você é o engenheiro-chefe. Se acontecer um acidente a responsabilidade será sua.

B : A responsabilidade é do Prefeito.

P : A responsabilidade não é só do prefeito. Se vocês me colocaram aqui, vocês têm muita responsabilidade.

E : Doutor, o senhor tem filhos?

M : Não.

E : Tem esposa?

M : Tenho.

E : E o prefeito?

P : Tenho.

E : Nós temos família para criar.

P : O doutor acha que a gente não pensa na família?

M : Acho que não, porque vocês não pensam nas consequências que isso pode causar.

P : Mas é um projeto garantido.

B : Mas eu também penso na minha família. E se acontecer alguma coisa, alguma forma de contaminação?

E : Nós também estamos pensando na nossa família. A minha família está lá em Brasília e eu estou com muitas saudades.

P : A minha família está aqui e eu garanto que não vai acontecer nada.

F : Eu também tenho um filho de cinco anos. Ele no momento não está comigo, ele está com o pai na cidade de Capotada. Eu estou trabalhando aqui prá ter ele de volta porque eu não tenho outro emprego. Eu comecei nisso com interesse crente que a tecnologia com a Usina Nuclear ia nos ajudar em muitas coisas mas quando eu entrei eu vi que na Alemanha há 70% de chances de acidente. Como é que a gente pode viver seguro num país assim?

P : Isso é assim em qualquer lugar.

A DIRETORA INTERVÉM E PEDE AOS ALUNOS-ATORES QUE VOLTEM AOS SEUS LUGARES E DISCUTAM COM SEUS RESPECTIVOS GRUPOS RAPIDAMENTE.

B : Eu queria saber quais são os cuidados que devem ser tomados para que não haja contaminação de nenhum funcionário, porque os funcionários devem ser daqui, porque essa Usina deve dar muito emprego para gente daqui.

F : Olha só, a gente tem que botar para trabalhar na Usina funcionários formados, que saibam da coisas, porque um erro numa

válvula pode causar um grande acidente. A gente tem que botar só funcionários que sabem das coisas, pois isso é muito sério, a gente não está brincando. Isso é muito perigoso.

P : Eu tenho certeza que essas providências estão sendo tomadas.

M : Olha só, esta cidade tem 500 habitantes. Eu sou o único com nível universitário. Aqui não há pessoas capacitadas para trabalhar na Usina. Vai ter que trazer gente de fora.

P : Isso pode ser providenciado.

M : Mas então não vai ter trabalho para a cidade.

P : A parte operária, os operários aqui da cidade podem fazer o trabalho.

M : Nós temos 500 habitantes, não precisamos tanto de Energia Elétrica.

P : Essa Usina vai gerar muitos empregos.

B : Mas seu Prefeito, se as pessoas daqui vão trabalhar, como é que vão tomar esse cuidados se eles não sabem nada do assunto?

P : Na parte mais técnica a gente pode trazer pessoal de fora, mais entendido do assunto.

B : Mas ainda é muito perigoso.

M : Preste atenção, onde vai colocar o lixo radioativo?

E : Isso é uma coisa prá ser estudada, inclusive eu falei com o prefeito e a gente não tem aonde colocar esse lixo.

F : Essa questão do lixo é muito perigosa. Ele é um risco, mas mesmo assim ele fica com a radioatividade bastante tempo, então prejudica mesmo a gente.

E : A gente tem um belo exemplo que foi o acidente de Goiânia, nem eu mesmo sei onde está esse lixo.

M : Então, e se alguém for contaminado por causa da Usina?

P : Essa precaução está sendo tomada.

E : O maior erro do homem ao criar essa energia nuclear foi não ter onde colocar esse lixo.

P : Essa cidade é um dos melhores lugares do Brasil para se montar essa Usina. Tem muito urânio por aqui.

F : Seu prefeito, então vamos fazer uma coisa: se existem contras e existe a favor, vamos fazer uma votação.

B : Eu acho uma boa idéia.

E : Mas isso já foi decidido.

F : Mas quem decidiu?

E : Já foi aprovado pelo prefeito.

P : Se vocês votaram em mim, não foi prá depois... Vocês têm que confiar em mim.

F : Eu soube que na época das eleições o Sr. prometeu várias coisas, mas na hora de cumprir o Sr. não chegou nem na terça parte. Ora, faça-me o favor.

P : A Usina é um problema do governo.

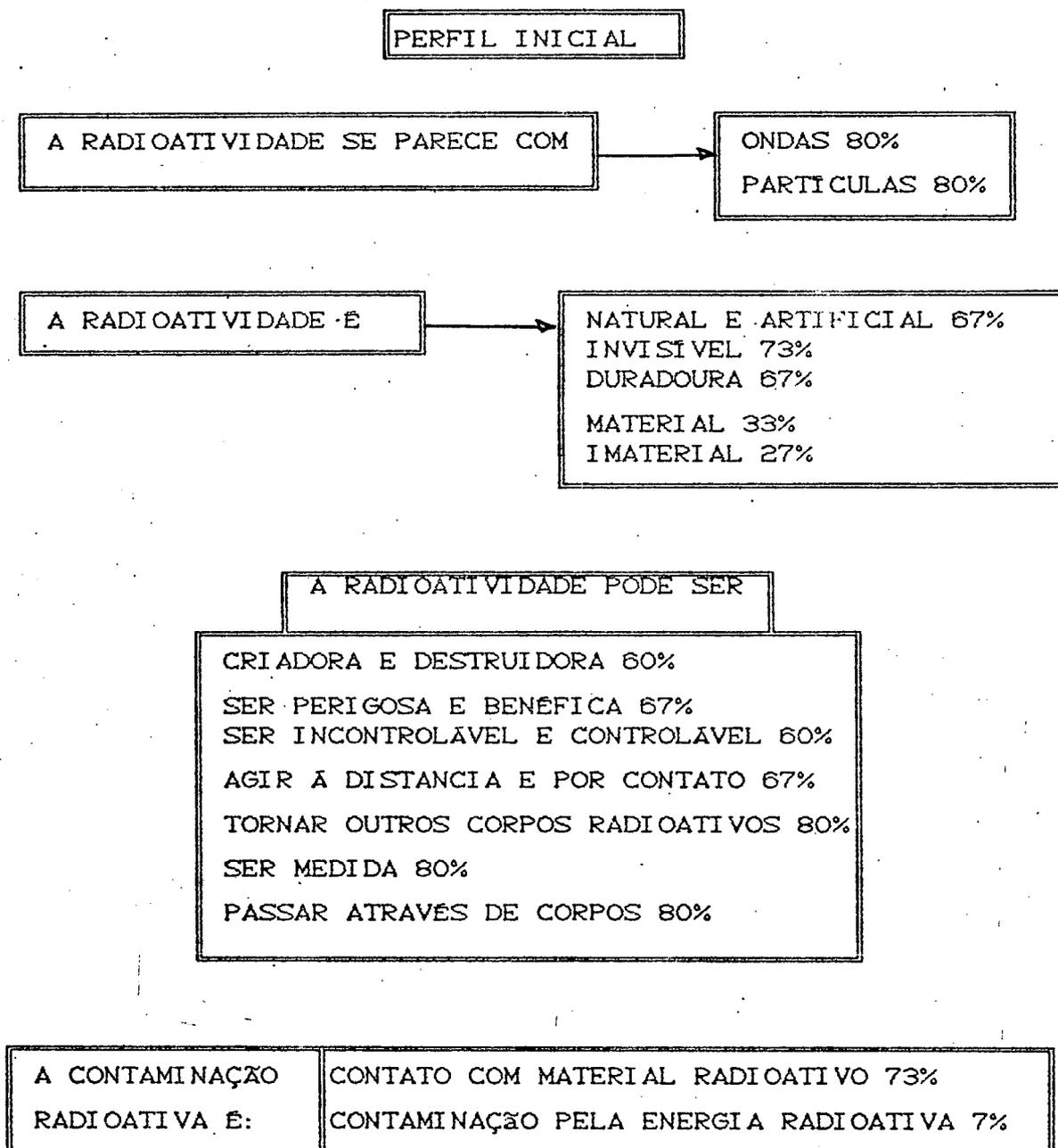
B : Acho que vocês deviam nos consultar.

A DIRETORA ENCERRA A ATIVIDADE DRAMÁTICA

C.3) ANÁLISE DOS DADOS E DA OBSERVAÇÃO

C.3.1) Análise dos dados relacionados à natureza da radioatividade e fenômenos correlatos

Baseados nos dados coletados (Pré e Pós testes) traçamos os perfis do grupo sobre a NATUREZA DA RADIOATIVIDADE.



PERFIL FINAL

A RADIOATIVIDADE	<p>É COMPOSTA DE PARTICULAS 93%</p> <p>NÃO TEM FORMA 73%</p> <p>AGE POR CONTATO E A DISTANCIA 87%</p> <p>É NATURAL E ARTIFICIAL 67 %</p> <p>É IMATERIAL 53%</p> <p>É PERMANENTE E TRANSITÓRIA 40%</p> <p>É TRANSITÓRIA 33%</p> <p>É SEGURA E ARRISCADA 53%</p> <p>É ARRISCADA 47%</p>
------------------	---

<p>PODE OCORRER CONTAMINAÇÃO RADIOATIVA NAS SEGUINTE SITUAÇÕES :</p>
<p>UM FUNCIONARIO DA USINA DE TCHERNOBYLC...) QUANDO O REATOR EXPLODIU 93%</p>
<p>UM TÉCNICO-CIENTISTA MANIPULANDO MATERIAL RADIOATIVO (...) LABORATÓRIO 67%</p>
<p>UM FUNCIONARIO DA USINA DE ANGRA... 54%</p>

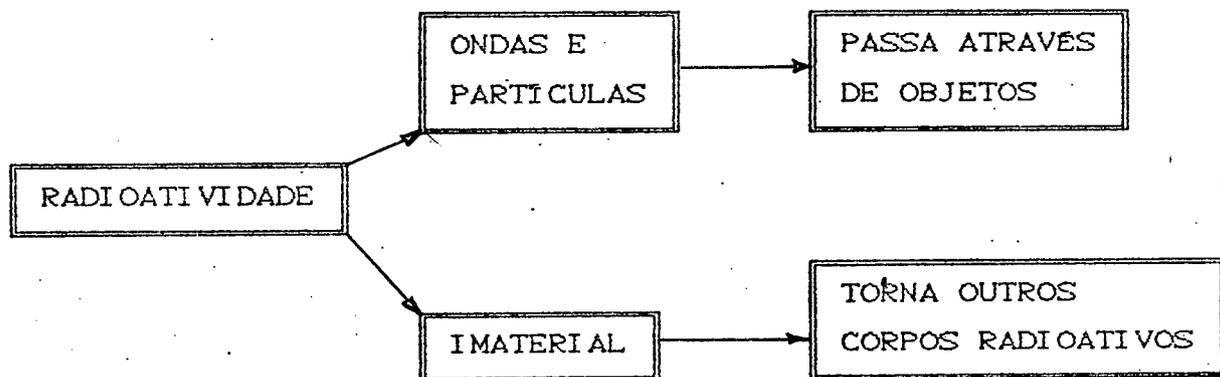
De acordo com os perfis traçados identificamos imediatamente algumas das dificuldades apresentadas pelos alunos da amostra.

A primeira reside na materialidade da radioatividade. Dos 15 alunos questionados no Pré-teste, 2 (13%) não responderam à questão, 5 (33%) optaram por material, 4 (27%) por imaterial e 4

(27%) optaram pelas duas possibilidades. No Pós-teste parece haver uma convergência para a idéia de Imaterial (53%), apesar de compreenderem a radioatividade como sendo composta de partículas e ondas.

Da mesma forma o grupo teve dificuldades em compreender o fenômeno da contaminação radioativa, já que como ocorreu no caso B, analisado anteriormente, a maioria do grupo, 73%, respondeu que contaminação radioativa é o contato com o material radioativo, mas 80% coloca que radioatividade pode tornar outros corpos radioativos - somente.

É interessante notar que a estrutura conceitual deste grupo é menos conflitiosa do que a do grupo anterior, pois para este a radioatividade sempre pode atravessar objetos:



Sobre a idéia de poder atravessar objetos, devemos dizer que apesar do texto básico comentar a questão da blindagem do material radioativo, não houve uma discussão anterior à dramatização sobre o texto com os alunos. Como aconteceu no caso piloto, a falta de discussão anterior do texto interferiu na seleção de informações relevantes para o grupo.

A opção por imaterial justifica a idéia de que a radioatividade sempre poderá atravessar os objetos (já que não há impedimentos) e conseqüentemente torná-los radioativos.

Já a idéia de que a radioatividade é formada por partículas; apesar de correta cientificamente, foge completamente da

estrutura conceitual delineada. Acreditamos que essa resposta é uma reprodução da informação científica transmitida ao grupo através do texto básico (ou de outras fontes), sem conexão com essa estrutura conceitual.

Durante a atividade, a argumentação dos alunos enfatizou aspectos sociais e tecnológicos em detrimento de uma argumentação conceitualmente mais estruturada. Mesmo assim houveram poucos momentos em que termos científicos foram empregados:

B : Mas eu também penso na minha família. E se acontecer alguma coisa, alguma forma de contaminação?

.....
M : Preste atenção, onde vai colocar o lixo radioativo?

.....
F : Essa questão do lixo é muito perigosa. Ele é um risco, mas mesmo assim ele fica com a radioatividade bastante tempo, então prejudica mesmo a gente.

E : A gente tem um belo exemplo que foi o acidente de Goiânia, nem eu mesmo sei onde está esse lixo.

M : Então? E se alguém for contaminado por causa da Usina?

Esses termos são, na sua totalidade, oriundos do texto básico e do material paradidático utilizado na atividade.

A argumentação dos alunos permaneceu num nível informativo e questionador. As perguntas feitas são extremamente relevantes porém faltou a continuação do raciocínio.

O grupo de alunos atores de forma geral não conseguiu desenvolver uma estrutura consistente em seus diálogos, apesar de terem surgido boas questões que poderiam ter sido aprofundadas.

B : Eu gostaria de perguntar à doutora quais são os males e os benefícios que essa Usina pode trazer prá gente?

.....
B : Eu queria saber quais são os cuidados que devem ser

tomados para que não haja contaminação de nenhum funcionário (...)?

No improviso, as poucas informações científicas utilizadas referem-se à emissão de radiação e à contaminação radioativa, sendo expostas como acessórios da argumentação, não o seu foco.

Ainda analisando os perfis, percebemos duas outras questões que sofreram mudanças: a primeira diz respeito a transitoriedade da radioatividade e a segunda ao fator de risco.

Sobre a radioatividade ser (ou não) transitória, houve uma mudança significativa já que inicialmente 67% dos entrevistados a viam como sendo duradoura e após a dramatização apenas 13% a vêem como permanente.

A não ser pela intervenção da personagem da Física dizendo que *o lixo nuclear fica com a radioatividade bastante tempo*, a questão da radioatividade ser duradoura ou passageira não foi tratada durante o improviso.

Já no que se refere à questão de risco da radioatividade é a própria ação dramática que aponta as razões para as diferenças entre os perfis inicial e final. Durante o improviso a questão central foi a segurança nas Usinas Nucleares e os riscos de contaminação radioativa da população.

No nosso entender o improviso teve como efeito a reorganização das idéias do grupo, possibilitando uma mudança quanto à compreensão de alguns aspectos conceituais sobre a natureza da radioatividade.

Isso não quer dizer que as novas respostas sejam cientificamente corretas, mas sim, demonstram a criação de uma hierarquia conceitual, ou em outras palavras, uma capacidade de organizar informações científicas e fenômenos à princípio desconectados.

C.3.2) Análise dos dados relacionados aos julgamentos de valor e às implicações sociais da ciência

Dos dados relacionados no Pré-Teste, 93% da amostra relaciona a palavra tecnologia com a idéia de desenvolvimento, dos quais 46% compreende tecnologia como sendo o desenvolvimento dos meios de consumo e 20% como uma capacidade humana de criar coisas mais avançadas.

Para 86% da amostra, a tecnologia tem como finalidade simplificar a vida diária e melhorar a sua qualidade.

Quando questionados sobre o que a tecnologia poderia fazer por eles tanto no presente quanto no futuro, 40% da amostra utilizaria a tecnologia para melhorar a educação e a saúde e 20% acredita que ela facilitaria a vida ao se referir ao presente. A situação muda quando a referência passa a ser o futuro: 53% da amostra teme a dependência das máquinas que poderá vir a existir, dos quais 20% prevê o desemprego e 20% teme as guerras nucleares e a insegurança social.

Este grupo, assim como o caso B analisado anteriormente, também prevê um mundo cujo futuro poderá ser conturbado por guerras, insegurança e desemprego, porém para o presente suas respostas são otimistas sugerindo formas de aplicação da tecnologia em benefícios sociais. Como ilustração citamos algumas respostas dadas à questão 2 do Pré-Teste:

1. A tecnologia deveria ser modesta. Os preços dos inventos são caros e por isso acho que os inventos deveriam ser baratos porque o povo precisa mais da tecnologia (...).
2. Não se aperfeiçoando em coisas que são supérfluas e sim descobrir métodos para melhorar a saúde e a educação (...).

3. Ela pode ser bem aproveitada como é o caso dos computadores na educação (...).

Da observação da dramatização podemos dizer que, em ressonância com os resultados do Pré-Teste, existe uma preocupação muito grande sobre o que se deve fazer agora com a tecnologia, no caso, a Usina Nuclear.

A argumentação dos alunos atores gira em torno dos benefícios e riscos que a Usina Nuclear poderia trazer para a sociedade, construindo os diálogos num enfoque político e social onde são questionadas as responsabilidades dos políticos (prefeito), a participação popular (barbeiro e médico) e as vantagens sociais e econômicas da empreitada.

Algumas passagens da dramatização ilustram bem esse raciocínio:

M : Se Chernobyl que é na União Soviética, um país rico houve (acidente), porque no Brasil não pode haver?

P : Isso é apenas um problema de ... Foi no início, hoje a tecnologia pode evitar esse problema.

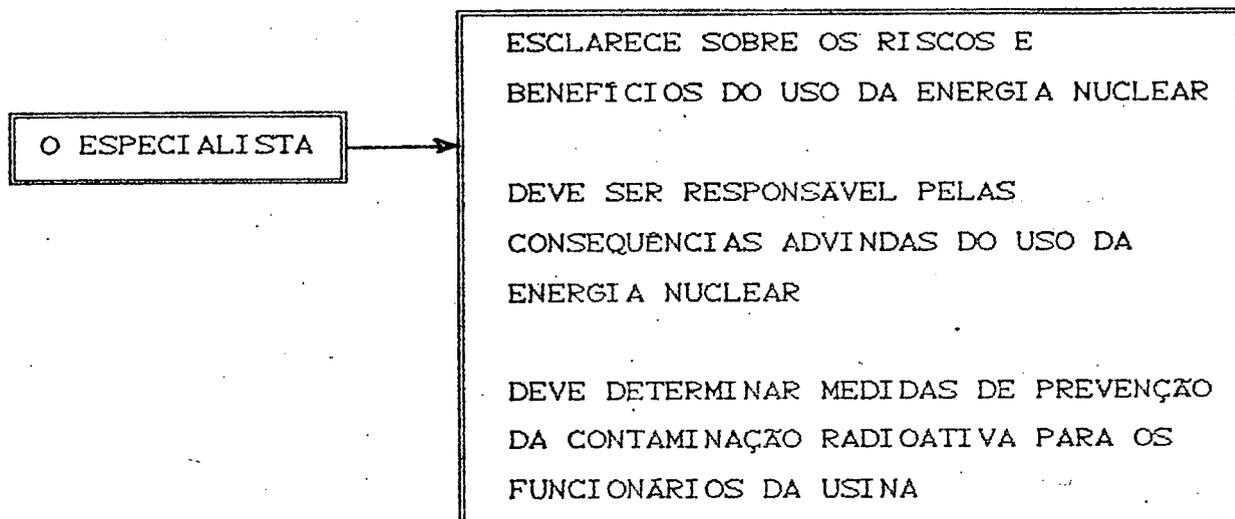
.....

M: Quer dizer que se todo mundo morrer, isso não é importante, o importante é ter dinheiro? Que vale ter dinheiro se todo mundo tá morto?

.....

F : (...) Eu comecei nisso com interesse crente que a tecnologia com a Usina Nuclear ia nos ajudar em muitas coisas. Mas quando eu entrei eu vi que na Alemanha há 70% de chances de acidente. Como é que a gente pode viver seguro num país assim?

Dentro do enfoque dado pelo grupo ao improvisado, podemos retirar elementos para construirmos o perfil do especialista (cientista) desenvolvido na atividade.



Quadro C.1 - Imagem do especialista transmitida pelos estudantes durante o role-play.

A função do especialista desenvolvida no role-play é bem próxima aos dados levantados no pré-teste. Segundo esses dados o grupo analisado acredita que o especialista deve pensar nas consequências do uso da energia nuclear para o homem e o meio ambiente (46,7%) e ter responsabilidade nas tomadas de decisão, pesando os prós e contras da situação (20%).

Em relação ao tema central do role-play - o uso das usinas nucleares como forma de gerar eletricidade, podemos perceber uma alteração nas respostas dadas antes e depois do role-play. (Ver quadros C.2 e C.3).

Inicialmente, mais de 45% dos alunos não possuíam opinião formada sobre o uso da energia nuclear no Brasil, índice que reduziu-se para a faixa dos 13% após a atividade. Esse é um dado bastante significativo, principalmente se confrontarmos as justificativas associadas às opiniões apresentadas.

De acordo com o quadro C.2, 26,7% da amostra teme que a energia nuclear seja usada para fins militares/bélicos; já no quadro C.3, 53,3% da amostra reconhece a existência de outras fontes de energia, sendo que 40 % acredita que o país não possui

condições de desenvolver a energia nuclear adequadamente. Essas condições, segundo as respostas dos alunos, estão relacionadas à questão da responsabilidade do governo com a população e mais diretamente, à questão da segurança.

Diferentemente do caso B, analisado anteriormente, o eixo central do role-play em análise foi a explicitação dos riscos e benefícios que uma Usina Nuclear poderia trazer para a cidade, sem aprofundar as divergências entre ser ou não favorável a sua instalação.

Quadro C.2 - Questão 5 (Pré-Teste). Você possui alguma opinião sobre a utilização de Energia Nuclear no Brasil? Em caso afirmativo, qual é a sua opinião?

Respostas	No. de alunos	%
Não tem opinião	7	46,7
Teme que seja usada para fins bélicos	4	26,7
O país não possui condições para desenvolver a energia nuclear com segurança	3	20,0
Não responderam	1	6,7

Quadro C.3 - Questão 3 (Pós-Teste). Pensando no Brasil atual, qual a sua opinião sobre a utilização da Energia Nuclear como forma de gerar eletricidade?

Respostas	No.de alunos	%
Existem outros meios, e o Brasil só deve utilizá-la em caso de extrema necessidade	2	13,3
Não há necessidade de seu uso pois o Brasil possui outros meios e não está preparado	6	40,0
É favorável ao uso desde que haja responsabilidade e não prejudique o homem e o meio ambiente	3	20,0
É favorável ao uso pois acredita ser benéfico para o país	1	6,7
Não tem opinião formada	2	13,3
É indiferente	1	6,7

C.3.3) Conclusão

Este caso, assim como o anterior, também mostrou a interferência do role-play na aquisição de informações científicas e na construção de uma hierarquia conceitual.

Como já dissemos antes, o fato de não termos discutido o texto básico antes da atividade dramática prejudicou a argumentação científica dos alunos-atores, que como solução abordaram o tema através de uma perspectiva social e política, servindo-se de algumas informações científicas para nortear a discussão.

Este grupo, nesta atividade, permaneceu no nível informativo,

mas com características muito diferentes do caso A (piloto) que também trabalhou nesse nível.

A abordagem desenvolvida pelo grupo durante o improviso foi uma solução criativa e espontânea que o grupo teve em face das dificuldades da utilização de uma argumentação científica mais consistente.

Nesse sentido, a argumentação dos alunos-atores procurou associar as questões sociais ao esclarecimento científico nas tomadas de decisão de impacto sócio-tecnológico.

Em função das dúvidas científico-conceituais que perpassaram a atividade, os alunos se mostraram interessados em discutir o tema da atividade após o role-play. Assim, como ocorreu no caso piloto, esta atividade foi encerrada com um debate entre os alunos, a pesquisadora e o professor da turma.

Já durante o debate eles adiantaram seu posicionamento frente ao tipo de estratégia que foi usada para trabalhar o tema energia nuclear - os processos dramáticos. Segundo o grupo, a experiência tinha sido válida porque houve a oportunidade de relacionar a ciência com dados da realidade, mostrando aspectos que não tinham sido percebido antes. Essa resposta foi obtida também na questão 5 do Pós-Teste, onde 93% da amostra acredita que a atividade serviu para mostrar pontos da questão que ainda não havia percebido.

Durante o debate, os alunos-atores colocaram as dificuldades que sentiram, tanto de fundo científico-conceituais como de representação do personagem. Alguns alunos disseram ter sido difícil interpretar um papel que *a priori* deveria ter uma opinião contrária àquela defendida individualmente pelo aluno.²³

Do nosso ponto de vista, as dificuldades permaneceram num nível aceitável para o desempenho do papel, por isso resolvemos não intervir no role-play e esperar que o grupo encontrasse, sozinho, suas próprias respostas, ou seja, que conseguisse

²³ O mesmo aconteceu durante o debate no Caso A (Piloto). Em especial, alguns atores que sofreram a inversão de papéis tiveram dificuldades de assumir uma nova postura contrária a sua.

delinear uma argumentação e uma performance que fossem suficientemente motivadoras tanto para a própria continuidade da cena, quanto para um possível debate posterior. Ambos os objetivos foram satisfeitos e a atividade como um todo (role-play e debate) conseguiu monopolizar as atenções de todos os alunos (atores e platéia) preparando-os para uma discussão mais abrangente sobre o tema e seus aspectos científico-conceituais, sociais-tecnológicos e ambientais.

3.4) CASO D

Como foi dito na introdução deste capítulo, a atividade dramática proposta para este caso pretendia discutir as Leis de Newton com ênfase na terceira lei e no conceito de Inércia.

A escolha desses conceitos deu-se em função das necessidades da professora regente da turma com a qual trabalhamos, que pretendia utilizar a dramatização como forma de avaliação de conteúdos dados e como elemento motivador para a aprendizagem.

Foi elaborado então um enredo sobre tráfego urbano, envolvendo uma situação de atropelamento. A idéia central era possibilitar a discussão sobre as forças aplicadas no carro e no indivíduo tendo como locus da discussão a segurança no trânsito.

Como nos outros casos elaboramos dois questionários e adotamos a mesma dinâmica de trabalho.²⁴

O grupo consistia de 23 alunos da 1a. série do 2o. grau de uma escola técnica estadual. A atividade dramática proposta ocorreu em dezembro de 1991. Nossa intenção foi realizar uma dramatização, ou seja, priorizar a situação a ser dramatizada em contraposição ao personagem.

Este caso, contudo, não teve os resultados esperados devido a alguns erros cometidos, tanto no desenvolvimento da pesquisa quanto na implementação da atividade propriamente dita.

Poderíamos não incluir esta experiência na dissertação, mas consideramos que a identificação desses erros poderá ser muito útil para aqueles que se interessarem em trabalhar com os processos dramáticos.

O primeiro erro, e talvez o mais importante do ponto de vista da pesquisa, foi o de ter aceito realizar a atividade sem a devida reflexão, tendo pouco tempo disponível para preparar o material didático, paradidático e elaborar os questionários.

A limitação do tempo teve como consequência a produção de

²⁴ Para maiores detalhes, ver os itens 2.5 e 2.6 no Referencial Metodológico.

questionários de baixa qualidade, incapazes de delinear os perfis inicial e final do grupo, não só em relação aos aspectos conceituais do tema, como também, os aspectos valorativos. Para efeito da pesquisa os questionários se mostraram praticamente inúteis.

Porém, ainda assim poderíamos ter um bom material para análise, já que gravamos em vídeo a dramatização. Mas isso não ocorreu. É justamente na implementação da atividade que encontramos o segundo erro.

O grupo analisado havia tido apenas um contato inicial com a pesquisadora, quando da entrega e discussão do texto básico. Nessa ocasião a pesquisadora foi apresentada ao grupo pela professora regente da turma e expôs a proposta da atividade, seus objetivos e dinâmica de trabalho.

Quando da ocasião da dramatização, a professora da turma não pode estar presente, tendo a pesquisadora que trabalhar com o grupo sozinha. Esse foi um erro tático, pois não haviam sido criados vínculos suficientes para estabelecer uma relação produtiva entre o grupo e a pesquisadora.

Associado a esse problema, o grupo sentiu-se livre para dispor do tempo da atividade para estudar uma outra disciplina sobre a qual prestariam exame no tempo seguinte.

Apesar da situação difícil criada, ainda foi possível realizar a dramatização, mas o produto dramático foi de pouquíssima espontaneidade e desinteressante para o grupo.

Poderíamos dizer que esta atividade seria inválida para os fins da pesquisa, mas compreendemos que ao nos depararmos com dificuldades devemos assimilá-las e acrescentá-las ao processo de pesquisa e implementação dos processos dramáticos buscando aprimorar cada vez mais a utilização dessa estratégia de ensino.

Este caso nos propiciou elaborar algumas recomendações para aqueles que desejarem utilizar os processos dramáticos em aulas de ciências. Essas recomendações são apresentadas nas conclusões da dissertação.

CAPÍTULO IV

CONCLUSÕES

"Mas então", ousei comentar, "estais longe da solução..."

"Estou pertíssimo", disse Guilherme, "mas não sei de qual."

"Então não tendes uma única resposta para vossas perguntas?"

"Adso, se a tivesse ensinaria teologia em Paris."

"Em Paris eles têm sempre a resposta verdadeira?"

"Nunca", disse Guilherme, "mas são muito seguros de seus erros."

"E vós", disse eu com impertinência infantil, "nunca cometeis erros?"

"Frequentemente", respondeu. "Mas ao invés de conceber um único erro imagino muitos, assim não me torno escravo de nenhum."

(Umberto Eco em "O Nome da Rosa")

4. Conclusões e recomendações

Acreditamos que no decorrer da análise de cada um dos casos estudados existam elementos para esboçar conclusões sobre o uso do role-play e da dramatização no ensino da física.

No início desta pesquisa tomamos como ponto de partida a idéia de que os processos dramáticos possibilitariam ao aluno uma experiência única no sentido da liberdade para explorar as implicações sociais da ciência e desenvolver critérios de valoração sobre a utilização do conhecimento científico e tecnológico na sociedade.

Através dos casos analisados, essa idéia foi sendo consolidada. Ao confrontar as respostas dos alunos dadas aos questionários inicial e final, e analisando suas *performances* nos improvisos (e debates ocorridos) pudemos observar um crescimento qualitativo.

O role-play mostrou ser um instrumento oportuno tanto para motivar o aluno a adquirir novas informações científicas à respeito de um dado tema científico-tecnológico, como também ser o meio pelo qual essas informações seriam organizadas e apresentadas como possíveis justificativas de opiniões pessoais.

Nos três primeiros casos analisados, por exemplo, os alunos, após o role-play, habilitaram-se a proferir uma opinião justificada sobre o uso da energia nuclear no Brasil, utilizando para isso as informações técnico-científicas oferecidas.

Do ponto de vista dos aspectos conceituais, não há dúvida que os processos dramáticos são capazes de produzir alterações nas concepções científicas que os alunos possuem sobre um determinado assunto, seja possibilitando a retenção e reprodução de uma informação científica, seja elaborando hierarquias conceituais mais sofisticadas, como observado nos três primeiros casos.

No caso A (piloto), apesar dos alunos terem tido dificuldades para reproduzir as informações científicas dadas, a atividade conseguiu motivar o grupo, que após o improviso sentiu necessidade

de esclarecer as dúvidas e curiosidades sobre o tema através de um debate.

Nos casos B e C, com a nova estrutura de implementação da atividade, os grupos não só reproduziram boa parte das informações científicas transmitidas, como elaboraram hierarquias conceituais próprias.

Apesar dos casos expostos terem percorrido linhas diferentes nos improvisos, obtivemos um conjunto de respostas similares, tanto do ponto de vista conceitual quanto do valorativo.

Não acreditamos que seja cedo dizer que os processos dramáticos são excelentes meios de aprendizagem de conceitos científicos, principalmente se aliados a temas da categoria global, capazes de gerarem caminhos criativos de argumentação e atuação do aluno.

O uso dos processos dramáticos mostrou ser, antes de tudo, uma forma diferente de trabalhar a ciência em sala de aula, estabelecendo uma nova relação entre o saber constituído e o senso comum.

Do nosso ponto de vista, reside aqui uma das chaves da estratégia educacional bem sucedida: o não descarte a priori de quaisquer contribuições que os alunos tragam para o improviso - elas são fundamentais se queremos dar continuidade ao processo de construção do saber, buscando não somente compreender os fenômenos naturais, mas principalmente como a ciência relaciona-se com o indivíduo, a sociedade e a política.

Nesse sentido, os processos dramáticos tais como foram definidos garantem a livre expressão do aluno, o que nos casos analisados foi obtido a contento, em grau maior ou menor dependendo das características individuais dos atores envolvidos e da relação mantida entre o grupo e a pesquisadora.

Isso significa que a diferença do grau de espontaneidade e criatividade existente entre os casos deve-se, não só ao fato de um aluno ser mais ou menos tímido que outro, mas também e fundamentalmente ao grau de confiança e comunicabilidade mantidos

entre os alunos e a diretora da ação.

Essa é a razão pela qual o grupo de alunos-atores do caso B ter sido aquele que demonstrou, no conjunto de criação, um maior grau de criatividade e espontaneidade, organizando a partir das informações iniciais um conjunto de conceitos e valores interrelacionados, capazes de sustentar suas argumentações improvisadas e encontrando durante o improviso soluções às questões propostas pelo tema.

Da mesma forma, a falta de comunicação ocorrida entre a pesquisadora e o grupo do caso D, associada à ausência do professor regente, contribuiu para que houvessem dificuldades na apresentação de uma atitude criativa-espontânea por parte do grupo em relação ao tema abordado.

Concluimos que os processos dramáticos para terem um pleno desenvolvimento devem ser aplicados de preferência pelo próprio professor do grupo, ou se em caso de impossibilidade, este deve estar presente a todos os encontros e ser parte ativa do trabalho.

Atualmente são poucas as experiências que se utilizam dos processos dramáticos nas aulas de física.

Uma das razões possíveis para este fato é provavelmente um certo preconceito por parte dos educadores que enquadram o ensino da física de segundo grau num molde rígido, baseado na solução de problemas voltados para o vestibular ou para a formação profissional de nível técnico. São poucos os que ensinam buscando dar sua contribuição à formação do cidadão.

Além disso, mesmo aqueles profissionais possuidores de uma visão de mundo mais larga, abertos a novas técnicas e estratégias de ensino sentem-se, na sua maioria, desmotivados (ou mesmo, impossibilitados) em utilizá-las em face da situação educacional - caótica e decadente na escola pública, opressiva e padronizada na particular - e dos baixos salários da categoria.

Não é muito difícil imaginar as primeiras dificuldades a serem enfrentadas pelo professor que pretenda utilizar os processos dramáticos em suas aulas. Provavelmente, ele irá

deparar-se com as dificuldades inerentes à prática, como a seleção dos temas, a construção de personagens e enredo, a organização de uma dinâmica de grupo, etc...

Não pretendemos apresentar uma receita de "como fazer" para utilizar os processos dramáticos, mas a partir da experiência que tivemos, sentimo-nos aptos para sugerir alguns passos que acreditamos irá facilitar o trabalho pedagógico.

Alguns desses passos foram explicitados na dissertação, como por exemplo, a seleção de temas para o improviso²⁵.

O professor para realizar a atividade precisa de suporte didático e paradidático, e para isso é necessário que decida qual a forma de trabalhar o tema - se através de uma situação atual ou se historicamente. Em função dessa escolha, as fontes de material paradidático podem variar. Normalmente usamos artigos de jornais e revistas, extratos de livros e filmes. No apêndice C procuramos listar um conjunto de livros, periódicos e filmes que possam ser de utilidade para o professor.

Sobre a dinâmica da atividade, esta também não tem uma regra fixa. Do nosso ponto de vista, acreditamos que o mais indicado seja que todos os alunos atuem dramaticamente, como feito no caso piloto. Esse tipo de dinâmica, enfoques distintos de um mesmo tema, além de propiciar uma visão mais abrangente do assunto em questão, possibilita que todos os alunos expressem-se através de uma nova linguagem - a dramática - criando a necessidade de atos criativos e espontâneos.

Sabemos contudo que isso nem sempre é possível com um número grande de alunos, pois seria necessário uma maior disponibilidade de tempo e um maior controle de grupo por parte do professor. Nessas circunstâncias, o professor pode optar por uma dinâmica similar a dos casos B, C e D, onde existem alunos-atores e

²⁵ Ver capítulo 1, item 1.5.

alunos-plateia, sendo estes últimos participantes na construção dos personagens.

Por último, a construção do enredo e dos personagens dependerá muito de cada professor, da sua criatividade e capacidade de observação cotidiana. Uma notícia de jornal, um filme, um conto literário, uma cena urbana ou mesmo um comercial de televisão podem ser matrizes de um enredo e de seus personagens.

Como nos diz o cartunista ANGELI em entrevista ao Jornal do Brasil, quando perguntado sobre como surgiam seus personagens:

Não tenho método. É o poder da observação. A vida não passa batido para mim. Percebo cada grupo, cada tribo. Tudo isso fica guardado na minha cabeça como a memória de um computador.

Para facilitar o trabalho do professor, elaboramos um pequeno roteiro de atividades dramáticas, organizando os passos acima mencionados e assinalando as formas para solucionar os possíveis obstáculos no desenvolvimento da atividade. Esse roteiro encontra-se no apêndice C.

Devemos ainda lembrar que o professor só deve realizar a atividade dramática se se sentir preparado para tal, pois exige capacidade para lidar com situações inusitadas, com o imprevisto.

O professor deve compreender que ao se propor a realizar o imprevisto ele está, na verdade, se propondo a aprender junto com os alunos e que a função da direção é antes de tudo uma forma de interagir com o grupo dentro do jogo. O professor também irá improvisar, argumentar, expressar, ensinar e aprender como todos os outros participantes do imprevisto.

A utilização do role-play e da dramatização como estratégia de ensino de física (e das ciências em geral) deve ser incentivada por instituições como Centros de Ciências e Universidades.

Os Centros de Ciências normalmente oferecem cursos de

treinamento e reciclagem para professores, oficinas e mini-cursos que podem ser meios de divulgação dos processos dramáticos junto aos professores de 1o. e 2o. graus.

Muitas Universidades no país possuem grupos de pesquisa em ensino de física que têm como uma das premissas o desenvolvimento e aplicação de novas metodologias de ensino junto às escolas da comunidade. Para esses grupos, aprender a usar o role-play e a dramatização não é tarefa difícil.

Finalizando, mesmo após tudo o que foi exposto neste trabalho, alguns ainda poderiam perguntar: mas será que através de outros meios como o debate, palestra ou exibição de vídeos, não se conseguiriam os mesmos objetivos?

Acreditamos que não. É possível que os alunos também organizassem suas opiniões ou esclarecessem algum conceito ou fenômeno científico, mas não haveria o espectro de atuação que possui a ação na arte - nós continuaríamos a desvincular o aspecto humanista da educação do aspecto científico, provavelmente reproduzindo doutrinas e verdades no lugar de criar espaços para que o indivíduo desenvolva seu potencial e crie seu próprio código.

Como escreve ZANETIC (1989):

(...) fica evidente que muito tem que ser feito para reverter a atual situação do ensino da física em nossas escolas. E esse fazer inclui (...) a transformação da física num elemento cultural vivo, inquieto e inquietante que, se necessita da técnica experimental e matemática para sua construção e difusão, trabalha com o imaginário. Aqui ciência e arte se aproximam. (p.203)

Essa criação de espaços se consubstancia na utilização de estratégias de ensino marcadas por uma abordagem holística, onde não sejam descartadas, a priori, qualquer forma de apreender a

realidade. Essa abordagem deve adotar, então uma metodologia pluralista para que possa se beneficiar das contribuições trazidas pelos alunos.

Do nosso ponto de vista, o uso do role-play e dramatização preenche esse requisito, na medida em que não descarta nenhuma contribuição do aluno, pelo contrário, sua existência é condição *sine qua non* dos processos dramáticos tais como foram por nós definidos.

APÊNDICE A

TÉCNICAS DE AQUECIMENTO TEATRAL

Durante a atividade dramática realizada com o grupo A (piloto), utilizamos técnicas de aquecimento teatral antes do improviso. Essas técnicas teriam por finalidade tornar o corpo mais expressivo, provocar a desinibição e preparar para o improviso no seu aspecto artístico.

As técnicas de aquecimento utilizadas são na verdade jogos dramáticos específicos de curta duração. Todos os jogos que utilizamos com essa finalidade foram aprendidos durante os cursos ministrados pelo dramaturgo Augusto Boal em outubro de 1990 e julho de 1991 dos quais participamos.²⁶

O primeiro jogo faz parte do que Boal chama de sequência da modelagem. Neste jogo dividimos o grupo em duas filas, cada indivíduo diante do outro. Uma fila representa os escultores (ou modeladores) e a outra os modelos (ou a massa a ser trabalhada). Neste jogo os escultores tocam os modelos procurando produzir os efeitos que desejam nos seus mínimos detalhes. Uma vez completada a "obra", invertem-se as filas e modelo passa a ser modelador e vice-versa. O jogo dura em torno de seis a sete minutos.

É importante salientar o fato de que a sequência da modelagem envolve outros jogos (sete no total), mas que utilizamos apenas o primeiro.

O objetivo desse jogo é desenvolver uma linguagem visual, a distinguir o "olhar" do "ver", ou como nos coloca BOAL (1980):

Olhamos a publicidade dos cigarros Kool ("Frio") onde uma loura sedutora fuma desbragadamente sobre um background de verdes florestas e cachoeiras refrescantes...mas não vemos o caráter irreconciliável da relação entre nicotina e clorifila. (...)

O objetivo dos exercícios é o de nos ajudar a ver aquilo que olhamos. (p.34)

O segundo jogo é chamado jogo das vogais ou "Me dê um A".

²⁶Essas técnicas podem ser encontradas nos livros "Stop: c'est magique!" e "200 exercícios e jogos para o ator e não-ator com vontade de dizer algo através do teatro", ambos de Augusto Boal.

Neste jogo o grupo se coloca num círculo onde cada um dos presentes é solicitado a emitir uma vogal de forma diferente do seu antecessor. Por exemplo, um indivíduo vai para o centro do círculo e diz um "A" com tom de surpresa; seu colega poderá dizê-lo com tom de tristeza, como uma risada, como um suspiro, etc. O jogo termina quando todas as vogais tiverem sido trabalhadas pelo grupo.

O objetivo deste jogo é, além de trabalhar a voz desinibindo a fala em público, expressar diferentes sentimentos e situações através de um mesmo som.

O terceiro e último jogo que utilizamos chama-se O vampiro de Strasburgo.

Neste jogo o grupo é informado da existência de um "vampiro" na sala que pode transformá-los em vampiros se forem tocados nos ombros. Pedimos que todos fechem os olhos, estendam as mãos para frente e que caminhem devagar pela sala. Se um "vampiro" for tocado novamente ele se transformará em ser humano e assim sucessivamente. O jogo termina quando todos voltarem a ser seres humanos.

O objetivo deste jogo é liberar as pressões internas de cada participante e criar um clima amistoso no grupo.

Os jogos de aquecimento podem ser usados quando o grupo com o qual se trabalha é muito grande e/ou formado por indivíduos que não se conheciam antes, por exemplo, nos cursos e oficinas para professores.

De forma geral, os jogos de aquecimento "preparam o terreno" para a dramatização ou role-play, facilitando a adaptação do grupo a uma nova linguagem.

APÊNDICE B

OFICINAS DE DRAMATIZAÇÃO PARA PROFESSORES DE FÍSICA DO 2o. GRAU

No intuito de divulgar o uso do role-play e da dramatização e de discutir com professores de física as possíveis dificuldades para aplicar os processos dramáticos em sala de aula, realizamos duas oficinas para professores de física do 2o. grau.

A primeira oficina ocorreu em novembro de 1991 durante um Encontro de Professores do Projeto Fundação, na UFRJ. A oficina teve 9 inscitos dos quais 6 responderam os questionários de avaliação da atividade e perfil de interesse do professor²⁷.

Escolhemos o tema trânsito, abordando os conceitos de quantidade de movimento e conservação, como exemplificador da estratégia. A oficina foi organizada de tal maneira que constava de uma introdução teórica onde foram expostos os objetivos gerais da estratégia e sua abrangência e de uma parte prática (o improviso sobre o tema). No total foram 3 horas de atividade.

A segunda oficina ocorreu em meados de janeiro de 1993, durante o Curso de Aperfeiçoamento para Professores de Física do 2o. grau - RENAF/VITAE.

Atendemos 32 professores do 2o. grau, de vários municípios do estado do Rio de Janeiro, dos quais 24 responderam ao questionário 2 de avaliação da atividade. A oficina foi dividida em dois dias, tendo uma estruturação similar à primeira, reservando o segundo dia para a atividade dramática propriamente dita. Em nosso roteiro original pretendíamos trabalhar o tema trânsito, mas durante o diálogo com os professores optamos pelo tema energia nuclear.

Analisando as respostas dos professores, percebemos que os processos dramáticos foram compreendidos como um meio de motivação para o ensino da física, avaliação dos conteúdos dados e de contextualização da ciência no ambiente técnico-social.

Apesar disso, boa parte dos professores mostrou-se temerosa em relação à aplicação dos processos dramáticos em sala de aula,

²⁷ Os questionários encontram-se no Anexo 9.

já que, segundo eles, existem dificuldades infra-estruturais tais como o grande número de alunos em sala e uma carga horária reduzida.

É verdade que na maioria das escolas públicas a carga horária dispensada para a disciplina é pequena, muitas vezes insuficiente para dar conta do programa estabelecido, e que o fato de existirem 50 ou mais alunos em sala de aula exige que o professor tenha um controle de grupo e um diálogo com os alunos muito bom. Entretanto, nenhuma dessas razões é razão suficiente para impossibilitar o uso dos processos dramáticos.

Se a carga horária é pequena, redimensiona-se a atividade para que seja possível realizar uma atividade a cada dois ou três meses. Se o número de alunos é grande, muda-se a dinâmica de trabalho: onde antes todos representavam, agora apenas os representantes de grupos serão atores.

Do nosso ponto de vista, talvez a maior dificuldade encontrada pelos professores que participaram das oficinas, é o fato de que eles não possuem conhecimento algum sobre o uso de role-play e dramatização no ensino de física. A oficina foi a primeira informação que eles tiveram sobre esse assunto e por mais bem organizada que tenha sido, o contato foi insuficiente para qualificar o grupo como preparado para utilizar essa estratégia. Seriam necessários mais encontros e possivelmente uma assessoria nas primeiras atividades em sala de aula.

Os professores tiveram consciência dessa dificuldade e por isso, apontaram várias sugestões: i) divulgar mais a estratégia, indo às escolas; ii) publicar roteiros de atividades para professores e alunos; iii) elaborar lista de temas para dramatização e selecionar textos para leitura de apoio²⁸.

²⁸ No próximo apêndice (C) elaboramos um pequeno roteiro para a atividade, juntamente com uma lista de material de apoio que inclui sugestões de textos, filmes e livros.

APÊNDICE C

RÓTEIRO E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE APOIO PARA O PROFESSOR

Neste apêndice, procuramos dar subsídios mínimos para utilização do role-play e da dramatização aos professores interessados.

O apêndice consta de uma lista bibliográfica e audiovisual, que podem ser úteis na preparação das atividades, assim como um pequeno roteiro para a aplicação da atividade.

C.1) Roteiro para role-play e dramatização^{2º}

Escolhendo o tema da atividade: nem sempre é fácil escolher o tema porque não se sabe *a priori* que tipo de relação será estabelecida através dele, i.e., que tipo de interação ensino-aprendizagem ele propiciará. No entanto, podemos selecionar um tema pelos conceitos científicos que serão desenvolvidos (ou inerentes ao tema) e pelas atividades (experiências, debates, aulas) consequentes.

Distribuindo os papéis: Existem três maneiras básicas de distribuir as funções no grupo:

i) *ao acaso*: o professor escolhe aleatoriamente os alunos através de sorteio. À primeira vista pode parecer honesto para com o grupo, mas é preciso estar atento para as possíveis inimizades internas. Este tipo de seleção pode gerar ressentimentos e "rachas" no grupo.

ii) *preferência individual*: Este tipo de seleção pode minimizar atritos entre alunos, mas em contrapartida, esta seleção dificilmente incluirá os alunos mais quietos ou tímidos.

iii) *seleção do professor*: Este tipo geralmente leva a um conjunto balanceados de atores, mas pode causar sentimentos de manipulação e discriminação. Os critérios de seleção muitas vezes se dão de

^{2º} Este roteiro foi também baseado no artigo de Alan Mc Murdo que consta nas referências bibliográficas da dissertação.

maneira errada, levando em conta, por exemplo, aspectos como o comportamento do aluno em aula e sua habilidade na disciplina.

Distribuindo as informações didáticas e paradidáticas: O professor deve tomar cuidado para não apresentar informação demais, especialmente se ela estiver escrita. Os alunos não terão muito tempo para assimilar e muito será perdido.

Definindo as regras do jogo: Aqui é importante expor quais as responsabilidades dos participantes (incluindo o professor) e quais atitudes são permitidas durante o improviso, i.e., o que faz parte da imaginação e o que é realidade dentro do improviso.

Provisão de materiais e organização da sala: Todo o material a ser utilizado necessita estar à mão e organizado de forma conveniente. Se na atividade escolhida for necessário algum material cenográfico, este deve estar preparado e colocado no espaço próprio. O mesmo se aplica a sala de aula; o espaço do "palco" deve estar liberado antes da atividade ter início.

Regulação do tempo: É de fundamental importância o planejamento do tempo da atividade. Se o professor não dispõe de aulas geminadas, uma solução possível é realizar uma discussão prévia sobre a atividade, expondo os objetivos, o tema a ser trabalhado e as regras do jogo. Na aula seguinte distribuem-se os papéis, as informações didáticas e otimiza-se o tempo para que haja no mínimo quinze minutos de improviso.

Um aluno exercendo um papel: Nesta etapa, os indivíduos estão exercendo uma determinada função (papel). Se a quantidade de informações a ser assimilada nesse papel for muito grande, o professor tem duas opções: i) designar duas pessoas para o mesmo papel (uma substitui a outra); ii) permitir que o indivíduo

retorne ao grupo de origem para discussão interna.

Conduzindo o improviso: O professor pode se utilizar do seu papel de *diretor* para intervir numa cena se achar que, por exemplo, um aluno não está participando ativamente. Essa intervenção pode ser via passagem de mensagens, criação de um novo personagem ou inversão de personagens. De qualquer forma é imprescindível que o professor detenha o controle da atividade de improviso quanto aos objetivos finais a serem alcançados.

Observando a atividade dramática: Nesta fase, o professor durante o improviso observa o grupo, tentando perceber:

- a) Se o comportamento do grupo é amistoso;
- b) Se os alunos conseguem estabelecer relações, construir uma hierarquia conceitual ou organizar informações de forma sistematizada;
- c) Se as argumentações apresentadas possuem consequência ou continuidade;
- d) Se o grupo demonstra criatividade nas soluções de situações inusitadas.

Criando o debate: Após a atividade dramática, é aconselhável criar um debate aberto sobre o tema e a atividade, buscando relacionar as questões específicas do tema com uma abordagem mais geral e contextualizada.

C.2) Bibliografia e audiovisual de apoio

C.2.1) Livros

- ALVARENGA, B. & MÁXIMO, A. *Física*. 2ed. São Paulo: Harbra. 1987.
 (3 volumes)
- ASIMOV, I. *Asimov Explica*. 4ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves.

1990.

- _____. *111 Questões sobre a Terra e o Espaço*. São Paulo: Best Seller, 1991.
- BAROLLI, E. & GONÇALVES FILHO, A. *Nós e o Universo*. 4ed. São Paulo: Scipione, 1991. (Coleção *O Universo da Ciência*).
- BIBLIOTECA CIENTÍFICA LIFE. *Energia*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1969.
- BLACKWOOD, O., HERROS, W. & KELLY, W. *Física na Escola Secundária*. Brasília: INEP/MEC, 1962.
- BRANCO, S. M. *Energia e Meio Ambiente*. 5ed. Rio de Janeiro: Moderna, 1990.
- CANIATO, R. *O que é Astronomia?* São Paulo: Brasiliense, 1985. (Coleção *Os Primeiros Passos*).
- DELIZOICOV, D. & ANGOTTI, J. A. *Física*. São Paulo: Cortez, 1991. (Coleção *Magistério. 2o. grau. Série Formação Geral*).
- FARIA, S. L. *O que é Radioatividade?* São Paulo: Brasiliense, 1989. (Coleção *Os Primeiros Passos*).
- GAMOW, G. *A Biografia da Física*. Rio de Janeiro: Zahar, 1963.
- GOLDEMBERG, J. *O que é Energia Nuclear?* São Paulo: Abril Cultural: Brasiliense, 1985. (Coleção *Os Primeiros Passos*).
- _____. *Energia Nuclear: Vale a Pena?* 4ed. São Paulo: Scipione, 1990. (Coleção *O Universo da Ciência*).
- REF. *Física*. São Paulo: EDUSP, 1990. (3 volumes).
- HAMBURGER, E. W. *O que é Física?* 5ed. São Paulo: Brasiliense, 1989. (Coleção *Os Primeiros Passos*).
- MENEZES, L. C. *Vale a Pena Ser Físico?* 2ed. São Paulo: Moderna, 1988. (Coleção *Profissões*).
- SAGAN, C. *Cosmos*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1981.
- SCHENBERG, M. *Pensando a Física*. 4ed. São Paulo: Nova Stella, 1990.
- THE EARTH WORKS GROUP. *50 Pequenas Coisas que Você Pode Fazer para Salvar a Terra*. 2ed. São Paulo: Beste Seller, 1989.

C.2.2) Artigos de divulgação científica e textos paradidáticos

- ARANTES, J. T. Einstein: o homem que mudou o mundo. *Superinteressante*, ano 1, n.11, p.52-57, Novembro de 1987.
- _____. Big-Bang: O Universo Começou com uma Grande Explosão. *Superinteressante*, ano 1, n.11, p.40-44, Novembro de 1987:
- ARAÚJO, C. B. & LEITE, J. R. R. Luz e Matéria: As Surpresas da Interação. *Ciência Hoje*, vol.5, n.27, p.38-42, Nov/Dez 1986.
- BARROS, F. S. Luminescência: Da Alquimia à Época Moderna. *Ciência Hoje*, ano 1, n.2, p.50-55, Set/Out 1982.
- BARROS, H.G.P.L. & ESQUIVEL, D. M. Orientação Magnética. *Ciência Hoje*, ano 1, n.1, p.25-31, Jul/Ago 1982.
- BES, D. R. 50 Anos da Fissão Nuclear: Há Razões para se Comemorar? *Ciência Hoje*, vol.9, n.50, p.75-77, Jan/Fev 1989.
- BUTZEV, C. Ficção Científica na Educação. *O Correio*. UNESCO, ano 13, n.1, p.22-25, Jan 1985.
- CARDOSO, F. Movidos a Computador. *Superinteressante*, ano 5, n.6, p.36-40, Julho 1991.
- CARNEIRO, F. L. Galileu e os Efeitos do Tamanho. *Ciência Hoje*, vol.9, n.50, p.30-39, Jan/Fev 1989.
- CHAMBOULEYRON, I. Eletricidade Solar. *Ciência Hoje*, vol.7, n.40, Mar 1988.
- DAMINELLI, A. N. Nascimento, Vida e Morte das Estrelas. *Ciência Hoje*, ano 1, n.2, p.10-19, Set/Out 1982.
- DIEGUEZ, F. Sol e Vento em Alta Tensão. *Superinteressante*, ano 6, n.1, Janeiro 1992.
- _____. Tempestade em Saturno. *Superinteressante*, ano 6, n.2, p.41-46, Fevereiro 1992.
- _____. & AFFINI, M. Equações Sonoras. *Superinteressante*, ano 6, n.1, p.44-49, Janeiro 1992.
- FAVA, L. F. Porque o Céu é azul? *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, vol.2, n.1, p.3-5, 1985.
- FRANÇA, M. S. J. SOS Ozônio. *Superinteressante*, ano 2, n.4, Abril

p.16-22, 1988.

GAJARDONI, A. & SCHEPPACH, J. Quase Testemunhas do Big-Bang. *Superinteressante*, ano 2, n.4, p.72-77, Abril 1988.

GAZENKO, O. G. Flutuando no Espaço. *O Correio*. UNESCO, ano 15, n.8, p.12-13, Agosto 1987.

GOSWAMI, A. Ciência e Ficção Científica: Co-exploradores da Realidade. *O Correio*. UNESCO, ano 13, n.1, p.4-7, Janeiro 1985.

MARINELLI, J. R. Enxergando o Núcleo Atômico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. vol. 6, n.3, p.234-240, 1989.

NICOLESCU, B. Ciência e Tradição. *O Correio*. UNESCO, ano 15, n.1, p.25-28, Janeiro 1987.

OLIVEIRA, A. Energia e Sociedade. *Ciência Hoje*, vol.5, n.29, p.30-38, Março 1987.

PACHECO, J. A. F. Vento Solar e Ventos Estelares. *Ciência Hoje*, ano 1, n.1, p.54-57, Jul/Ago 1982.

PIRES, F.B. & VACCARI, F. Alta Tensão por um Fio. *Ciência Hoje*, vol.4, n.23, p.48-53, Mar/Abr 1986.

RABELLO, A. L. Efeito Estufa. *Ciência Hoje*, vol.5, n.29, p.50-55, Março 1987.

RECAMI et alli. Táquions. *Ciência Hoje*, vol.5, n.26, p.48-59, Set/Out 1986.

SAGAN, C. Planetas Anões. *Superinteressante*, ano 5, n.8, p.34-39, Agosto 1991.

TERRAZAN, E. A. Radiações. *Revista de Ensino de Ciências*, FUNBEC, n.22, Julho 1989.

TERRY, L. A. et alli. Nas Malhas da Energia. *Ciência Hoje*, vol. 4, n.23, p.40-46, Mar/Abr 1986.

TRAGTENBERG, M. As Belezas do Arco-Iris e seus Segredos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, vol.3, n.1, p.26-35, 1986.

UNESCO. *O Correio : A Energia do Mundo - As Promessas do Sol*. ano 2, n.3, Março 1974.

_____. *O Correio: Energia para o Século XXI*. ano 9, n.9, Setembro 1981.

- WEIS, L. & DIEGUEZ, F. Sakharov: Dos Átomos aos Homens. *Superinteressante*, ano 4, n.9, p.62-68, Setembro 1990.
- ZANCHETTA, M. I. Descida aos Porões do Planeta. *Superinteressante*, ano 2, n.4, p.38-42, Abril 1988.
- ZYLBERSTAJN, A. Galileu: Um Cientista e Várias Versões. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Vol. 5, n.especial, p.36-48, 1988.
- _____. A deflexão da Luz pela Gravidade e o Eclipse de 1919. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Vol.6, n.3, p.224-233, 1989.

C.2.3) Filmes didáticos

- COSMOS. 1987, EUA: Enciclopédia Britânica, 42 min, 2 títulos.
- ENERGIA NUCLEAR, MAGNETISMO E RAIOS LASER. 1987, EUA: Enciclopédia Britânica, 46 min, 3 títulos.
- FÍSICA. 1985, EUA: Didak, 154 min, 13 títulos.
- LUZ E COR. 1987, EUA: Enciclopédia Britânica, 63 min, 4 títulos.
- MÁQUINAS SIMPLES. 1985, EUA: Didak, 59 min, 5 títulos.
- SOCIEDADE E NATUREZA. 1987, BRA: Projeto Vídeo Escola. 39 títulos.
- SOL, CHUVA E NUVENS. 1988, EUA: Enciclopédia Britânica, 33 min, 3 títulos.
- TECNOLOGIA DE FOGUETES. 1987, BRA: Globo Vídeo, 27 min.
- TECNOLOGIA DE SATÉLITES. 1987, BRA: Globo Vídeo, 27 min.

C.2.4) Filmes do circuito comercial

- GIORDANO BRUNO. 1973, ITA: Globo Vídeo, 123 min.
- O INÍCIO DO FIM. 1989, EUA: CIC Vídeo, 126 min.
- O NOME DA ROSA. 1986, ITA/ALE/FRA: Globo Vídeo, 135 min.
- SÍNDROME DA CHINA. 1979, EUA: LK-Tel/Columbia, 123 min.
- SÍNDROME NUCLEAR. 1989, EUA: Transvídeo, 100 min.

ANEXOS

ANEXO 1

SINOPSES DO ENREDO E PERSONAGENS DO TEMA "USINA NUCLEAR"

TEXTO 1 - ENREDO BÁSICO

A Usina Nuclear de Capotada I

Capotada é uma cidade no interior do estado do Rio de Janeiro que possui, aproximadamente, 500 habitantes. Sua economia é basicamente agrícola, sendo que a maior parte da população é constituída de pequenos agricultores.

Na rua principal de Capotada, a avenida Maracangalha, nós encontramos uma escola municipal, um posto de saúde, a barbearia "Barba Fina", a igreja (cujo vigário está ausente pois teve que fazer um tratamento de saúde na capital), um pequeno comércio (quitanda, farmácia e bazar) e a prefeitura.

Após a última eleição municipal - que elegeu o Sr. Joaquim Pinho ao cargo de prefeito, foi decidido que seria instalada nesse município uma usina nuclear, um projeto do governo federal, que leva o nome de Usina Nuclear de Capotada I.

O intuito desse projeto é fornecer energia elétrica ao estado do Rio de Janeiro, principalmente à região da capital e adjacências - onde estão instaladas um grande número de indústrias.

Hoje a cidade encontra-se num grande alvoroço, pois é o dia marcado para a chegada dos caminhões trazendo o material para as primeiras fundações da usina.

Em frente a área reservada para o descarregamento do material há uma multidão que aguarda curiosa: donas de casa que largaram seus afazeres domésticos, lavradores suados e cansados que chegaram aos poucos, a pé ou de carroça, alunos da escola municipal ansiosos para ver os grandes caminhões, escavadeiras e guindastes...

No meio dessas pessoas estavam os seguintes personagens:

Sr. João das Barbas, barbeiro, dono da Barbearia "Barba Fina";

Doutor Silva Flores, médico do posto de saúde;

Sr. Joaquim Pinho, prefeito da cidade;

Doutora Carla Quark, física, PhD em física nuclear, responsável pela instalação do material radioativo;

Doutor Hans Strudel, engenheiro responsável pela construção da usina, representante do governo federal.

PERSONAGEM 1: João das Barbas

ENFOQUE 1 e 2

Você é João das Barbas. Nasceu em Quintanilha, pequena cidade ao sul de Capotada, para onde sua família mudou-se quando você tinha 15 anos. Hoje você tem 51 anos, casado, pai de dois filhos homens e já é avô tendo duas netas.

Você aprendeu o ofício de barbeiro com seu falecido pai, e exerce há muitos anos essa profissão na cidade. Infelizmente você não pôde estudar além do antigo curso primário, sabendo apenas ler, escrever e fazer contas.

A cidade lhe quer muito bem, já que você mostra ser uma pessoa de idéias moderadas - você é conhecido pelos seus julgamentos equilibrados, emitidos depois de muito pensar e ponderar os prós e contras de uma situação.

Você percebe que a cidade está muito dividida nas posições acerca da usina e você está muito interessado em compreender o que é uma usina e quais são seus benefícios e riscos para poder tomar a sua posição.

PERSONAGEM 2: Doutor Silva Flores

ENFOQUE 1

Você é Silva Flores, médico formado no Rio de Janeiro e durante muito tempo clinicou na capital. Há seis anos, contudo, você decidiu abandonar a cidade grande e morar no interior.

Você pediu transferência e a cidade que estava a disposição, na época, era Capotada. Assim, você veio do Rio de Janeiro, acompanhado por sua esposa, Marilú.

Hoje você tem 38 anos e é uma das poucas pessoas em Capotada que possui nível universitário. Você é muito conhecido na cidade pela dedicação que tem com seus pacientes e pelo fato de ser uma pessoa de hábitos simples e amigável.

Você é um homem muito bem informado sobre as doenças advindas de uma exposição ao material radioativo. Você tem como preocupação o esclarecimento da população a respeito dessas doenças.

ENFOQUE 2

Você é Silva Flores, médico formado no Rio de Janeiro e durante muito tempo clinicou na capital. Há seis anos, contudo, você decidiu abandonar a cidade grande e morar no interior.

Você pediu transferência e a cidade que estava a disposição, na época, era Capotada. Assim, você veio do Rio de Janeiro, acompanhado por sua esposa, Marilú.

Hoje você tem 38 anos e é uma das poucas pessoas em Capotada que possui nível universitário. Você é muito conhecido na cidade pela dedicação que tem com seus pacientes e pelo fato de ser uma pessoa de hábitos simples e amigável.

Desde cedo você integrava os movimentos estudantis, sendo que há dez anos faz parte do movimento ecológico "Paz, Terra e Vida". Sua preocupação é a questão da segurança da usina, que pode por em risco a vida da população da região, além da fauna e flora naturais.

Você é totalmente contrário ao uso das usinas nucleares para geração de energia elétrica. Você acredita que há outras formas alternativas de energia que não causam acidentes ambientais graves.

PERSONAGEM 3: Joaquim Pinho

ENFOQUE 1

Você é Joaquim Pinho, prefeito da cidade de Capotada. Você tem hoje 49 anos, é casado e pai de uma filha.

Quando jovem, seu pai o enviou para a capital para você fazer o curso técnico de contabilidade, isso há mais de vinte anos atrás. Terminado o curso você voltou para Capotada, cuidando dos negócios da família (seu pai deixou alguns imóveis que você aluga e algumas terras na periferia da cidade).

Desde cedo, entretanto, você percebeu que havia nascido para a política, e nas últimas eleições, você foi eleito prefeito, apesar do grande número de votos brancos e nulos.

Como prefeito você tem direito de morar na casa da prefeitura, que é uma mansão para os moldes da cidade.

Logo que tomou posse você foi informado que o governo federal pretendia instalar uma usina nuclear no seu município, já que este atendia às necessidades geográficas e econômicas do projeto do governo federal.

Passou-se um ano desde a sua posse e hoje, finalmente, chegam as primeiras máquinas e material para as fundações da usina.

Você acredita que para ser reconhecido como um bom prefeito pelos capotenses, você deverá encontrar meios de desenvolver a cidade. Para você a vinda da Usina Nuclear é a chance de progresso rápido da cidade.

ENFOQUE 2

Você é Joaquim Pinho, prefeito da cidade de Capotada. Você tem hoje 49 anos, é casado e pai de uma filha.

Quando jovem, seu pai o enviou para a capital para você fazer o curso técnico de contabilidade, isso há mais de vinte anos atrás. Terminado o curso você voltou para Capotada, cuidando dos negócios da família (seu pai deixou alguns imóveis que você aluga e algumas terras na periferia da cidade).

Desde cedo, entretanto, você percebeu que havia nascido para a política, e nas últimas eleições, você foi eleito prefeito, apesar do grande número de votos brancos e nulos.

Como prefeito você tem direito de morar na casa da prefeitura, que é uma mansão para os moldes da cidade.

Logo que tomou posse você foi informado que o governo federal pretendia instalar uma usina nuclear no seu município, já que este atendia às necessidades geográficas e econômicas do projeto do governo federal.

Passou-se um ano desde a sua posse e hoje, finalmente, chegam as primeiras máquinas e material para as fundações da usina.

Você não dá muita importância às questões ambientais; acredita que isso não é da competência da prefeitura. Para você "Prefeitura não é zoológico".

PERSONAGEM 4: Carla Quark

ENFOQUE 1

Você é Carla Quark, nascida em São Paulo, fez seu curso de física na USP e morou vários anos no exterior, principalmente na Alemanha, onde fez seu curso de Pós-Graduação em Física Nuclear.

Voltou ao Brasil há 4 anos e desde então vem trabalhando no Projeto Usina Nuclear de Capotada I, a convite do Doutor Hans Strudel.

Sua dedicação ao trabalho fez com que seus superiores a promovessem ao cargo de Físico responsável pela equipe de manipulação do material radioativo.

Você tem, hoje, 36 anos, é divorciada e tem um filho com 5 anos de idade chamado Alex, motivo das suas grandes alegrias e pelo qual você é capaz de mover montanhas. No momento Alex está com o pai, que também é físico e trabalha na Usina Nuclear de Carambola, que já funciona há 4 anos.

Você está preocupada em alugar uma boa moradia para poder buscar seu filho em Carambola e trazê-lo para Capotada.

ENFOQUE 2

Você é Carla Quark, nascida em São Paulo, fez seu curso de física na USP e morou vários anos no exterior, principalmente na Alemanha, onde fez seu curso de Pós-Graduação em Física Nuclear.

Voltou ao Brasil há 4 anos e desde então vem trabalhando no Projeto Usina Nuclear de Capotada I, a convite do Doutor Hans Strudel.

Sua dedicação ao trabalho fez com que seus superiores a promovessem ao cargo de Físico responsável pela equipe de manipulação do material radioativo.

Você tem, hoje, 36 anos, é divorciada e tem um filho com 5 anos de idade chamado Alex, motivo das suas grandes alegrias e pelo qual você é capaz de mover montanhas. No momento Alex está com o pai, que também é físico e trabalha na Usina Nuclear de Carambola, que já funciona há 4 anos.

Você está preocupada em alugar uma boa moradia para poder buscar seu filho em Carambola e trazê-lo para Capotada.

Você preocupa-se em esclarecer a população de Capotada a respeito da segurança da Usina. Você é uma pessoa que se utiliza de termos técnicos e dados estatísticos para convencer as pessoas que as chances de um acidente nuclear é algo difícil de acontecer.

PERSONAGEM 5: Hans Strudel

ENFOQUE 1

Você é o doutor Hans Strudel, nascido no Brasil, filho de alemães e tem hoje 43 anos. Você se formou em engenharia pela Universidade Federal de Brasília e ocupou, durante vários anos, cargos importantes no Ministério das Minas e Energia. Atualmente encontra-se como representante do Governo Federal na cidade de Capotada, sendo também o engenheiro responsável pela instalação da Usina Nuclear de Capotada I.

O sucesso desse empreendimento que durará aproximadamente 2 anos, com certeza colocará você entre os nomes cotados para assumir o alto posto de Diretor do Departamento de Instalações Regionais do Ministério da Minas e Energia.

Você é casado há 15 anos e a sua família (esposa e 3 filhos) está muito longe de você, ainda em Brasília, esperando que você encontre uma casa para alugar e possa trazê-la imediatamente.

Para você é interessante que as obras tenham como características a eficiência e a eficácia e que se iniciem o mais breve possível.

ENFOQUE 2

Você é o doutor Hans Strudel, nascido no Brasil, filho de alemães e tem hoje 43 anos. Você se formou em engenharia pela Universidade Federal de Brasília e ocupou, durante vários anos, cargos importantes no Ministério das Minas e Energia. Atualmente encontra-se como representante do Governo Federal na cidade de Capotada, sendo também o engenheiro responsável pela instalação da Usina Nuclear de Capotada I.

O sucesso desse empreendimento que durará aproximadamente 2 anos, com certeza colocará você entre os nomes cotados para assumir o alto posto de Diretor do Departamento de Instalações Regionais do Ministério da Minas e Energia.

Você é casado há 15 anos e a sua família (esposa e 3 filhos) está muito longe de você, ainda em Brasília, esperando que você encontre uma casa para alugar e possa trazê-la imediatamente.

Para você é interessante que as obras tenham como características a eficiência e a eficácia e que se iniciem o mais breve possível.

Você é um admirador passivo da natureza. Na medida do seu possível você a protege. Ao mesmo tempo você é um homem ambicioso que deseja ser reconhecido no seu trabalho. Às vezes o confronto entre o amor à natureza e o desejo de status profissional causa a você algumas dores de cabeça.

ANEXO 2

TEXTO DIDÁTICO BÁSICO PARA O CASO A (PILOTO)

UM POUCO DE FÍSICA ATÔMICA

Há aproximadamente 200 anos atrás aceitava-se a idéia de que o átomo era indivisível. Entretanto, a partir de experiências realizadas durante os fins do século XIX - que constatarão a existência do elétron, do próton e do neutrôn (partículas formadoras do átomo) descobriu-se que certos elementos químicos EMITIAM ESPONTANEAMENTE PARTÍCULAS E RADIAÇÃO. A esse fenômeno deu-se o nome de RADIOATIVIDADE. O átomo deixava de ser visto como indivisível.

Hoje, uma forma razoável de imaginarmos o átomo por dentro é a seguinte: uma região central onde estão os prótons e os neutrões - chamada de NÚCLEO ATÔMICO, e uma região mais externa, composta de uma "nuvem de elétrons" - chamada ELETROSFERA.

Quase todos os elementos encontrados na natureza têm núcleos ESTÁVEIS, ou seja, não são radioativos. O que determina a estabilidade de um núcleo atômico é a quantidade de prótons e neutrões que ele possui.

Para um átomo com número de massa muito grande, a estabilidade do núcleo é rompida. A partir do polônio, elemento cujo número de prótons é 84, todos os elementos naturais ou artificiais (criados em laboratório), têm núcleos instáveis.

Ao número de prótons mais o número de neutrões de um núcleo atômico, chamamos de número de massa atômica



Os núcleos instáveis tendem a uma situação de estabilidade E MITINDO PARTÍCULAS E RADIAÇÕES. Dessa maneira a estrutura interna do núcleo se altera, mudando a quantidade de prótons e neutrões. Como consequência, o núcleo original, instável, se transforma no núcleo de um outro elemento químico...

E SE MESMO ASSIM ESSE ELEMENTO QUÍMICO CONTINUAR TENDO UM NÚCLEO INSTÁVEL?

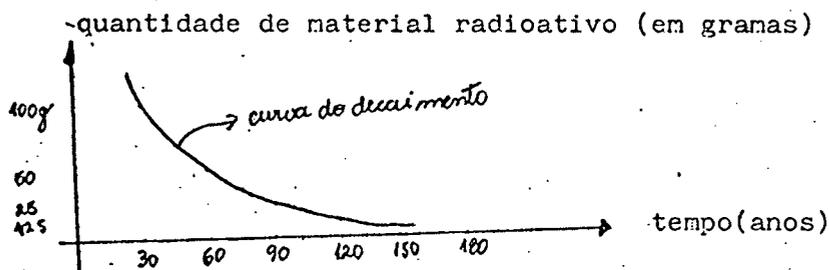


BOA PERGUNTA ZEQUINHA!! ISSO SIGNIFICA QUE ELE CONTINUARÁ EMITINDO PARTÍCULAS/RADIAÇÕES, OU SEJA, SE DESINTEGRANDO ATÉ QUE O SEU NÚCLEO ATINJA A ESTABILIDADE, SE TRANSFORMANDO NUMA SUBSTÂNCIA ESTÁVEL. A DESINTEGRAÇÃO TAMBÉM É CHAMADA DE DECAIMENTO RADIOATIVO



Tente imaginar, por exemplo, 100 gramas de Césio 137. Para uma FONTE RAIOTATIVA formada por Césio 137, são necessários 30 anos para que metade da amostra se transforme numa substância estável.

Assim, 30 anos são necessários para que das 100g iniciais de Césio 137 restem apenas 50g; depois mais 30 anos para restar 25g e assim por diante (veja o gráfico abaixo).



Esse tempo de decaimento é chamado de MEIA-VIDA. A meia-vida difere para cada substância radioativa: para o Urânio (235) a meia-vida é de 2 milhões de anos enquanto que para o Polônio (211) é de 0,52 segundos.



VAMOS FALAR UM POUCO
MAIS SOBRE RADIAÇÕES?

As substâncias radioativas podem emitir três tipos importantes de RADIAÇÃO.

RADIAÇÃO ALFA: o núcleo radioativo emite um conjunto de 2 prótons e 2 nêutrons, que é exatamente o núcleo do átomo do elemento Hélio. Esse conjunto recebe o nome de PARTÍCULA ALFA (α).

RADIAÇÃO BETA: o núcleo radioativo emite elétrons, que nesse caso são chamados de PARTÍCULAS BETA (β).

RADIAÇÃO GAMA: são ondas eletromagnéticas emitidas pelo núcleo radioativo. Esse tipo de onda é da mesma natureza que as ondas luminosas ou que as ondas de rádio e TV, porém com frequências bem mais altas (Raios γ).

LEMBRE-SE QUE TODAS AS
RADIAÇÕES SÃO INVISÍVEIS!!!



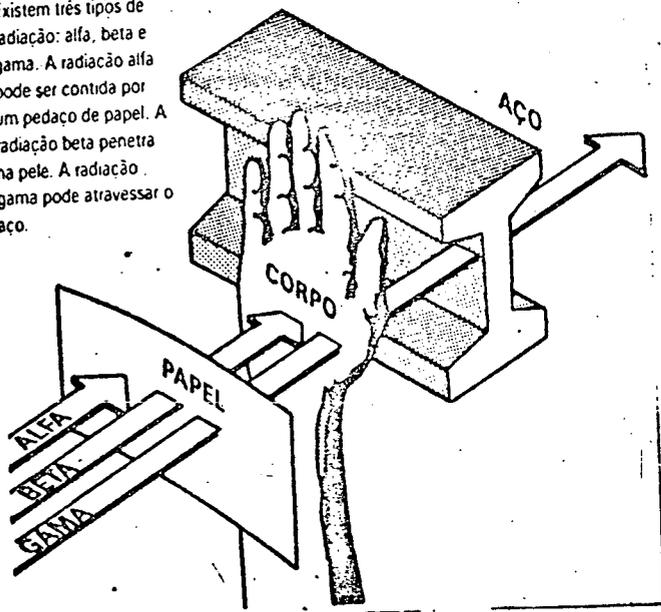
As radiações ainda podem ser distinguidas pelo PODER DE PENETRAÇÃO NA MATÉRIA.

O poder de penetração de uma partícula/radiação na matéria depende da ENERGIA com que foi emitida. Para uma mesma quantidade de energia podemos dizer que a partícula alfa é a que MENOS poder tem de penetrar a matéria enquanto que os raios gama são os mais penetrantes. (Veja a tabela abaixo).

Energia(em Mev)		Alcance (em cm)	
Partícula alfa	Ar	Tecido Humano	Alumínio
1,0	0,55	0,0033	0,00032
3,0	1,67	0,010	0,00098
5,0	3,50	0,0210	0,00206
Partícula beta	Ar	Tecido Humano	Alumínio
1,0	420	0,50	0,15
2,0	840	1,00	0,34
3,0	1260	1,50	0,56
Radiação gama	Ar	Tecido Humano	Chumbo
1,0		9,91	0,86
5,0		23,10	1,44

TIPOS DE RADIAÇÃO

Existem três tipos de radiação: alfa, beta e gama. A radiação alfa pode ser contida por um pedaço de papel. A radiação beta penetra na pele. A radiação gama pode atravessar o aço.



OBSERVE QUE AS RADIAÇÕES INTERAGEM E MODIFICAM A ESTRUTURA INTERNA DA MATÉRIA.

1 eV (ELÉTRON-VOLT) É A ENERGIA ADQUIRIDA POR UM ELÉTRON AO ATRAVESSAR UMA DIFERENÇA DE POTENCIAL DE 1 VOLT :
 $1 \text{ MeV} = 1.000.000 \text{ eV} \times 1000$
 (MIL VEZES 1 MILHÃO DE ELÉTRONS-VOLT)

AH-HÁ! PEGUEI
O SENHOR



O QUE
ZEQUINHA?



O SENHOR ESTÁ
INDO EMBORA
SEM FALAR
DA CONTAMINAÇÃO
E DA
IRRADIAÇÃO!!



AHHN...
EU QUASE
ESQUECI



4.

Os materiais radioativos podem IRRADIAR ou CONTAMINAR o meio vizinho.

A IRRADIAÇÃO é a exposição ao material radioativo. Por exemplo, o lixo das usinas nucleares, apesar de não ser mais usado nas usinas, continua emitindo radiação. Se você se expõe a essa radiação, sem contudo, tocar o material radioativo, dizemos que você foi irradiado por esse material. Isso não significa que você tenha se tornado radioativo. A extensão dos danos dessa irradiação dependerá do tipo de fonte radioativa, da distância que você estava da fonte, da intensidade da radiação emitida, etc.

Lembre-se que nem sempre a irradiação provoca grandes danos: a medicina nuclear, por exemplo utiliza-se de processos de irradiação no tratamento de determinadas doenças, entre elas o câncer. Nesses tratamentos o tumor é irradiado sofrendo um grande controle na intensidade de radiação emitida, do tipo de substância radioativa a ser usada no processo, etc.

A CONTAMINAÇÃO é o contato direto com o material radioativo. No acidente de Goiânia o Césio 137 entrou em contato direto com animais, objetos, plantas e pessoas. Em alguns casos houve inclusive a ingestão do material radioativo. Tudo foi contaminado.

Quando uma pessoa ingere, inala ou toca em materiais radioativos ela mesma se tornará radioativa e então será irradiada e irradiará o tempo todo. Mesmo que venha a morrer, seu corpo continuará emitindo radiações e por isso deverá ser enterrada num caixão de chumbo (como aconteceu com as vítimas de Goiânia).

UMA GRANDE PARTE DO LIXO ATÔMICO
FORMADO NAS USINAS CONTINUA
ATIVO POR MILHARES DE ANOS
COMO É O CASO DO PLUTÔNIO (238)



TANTO NA CONTAMINAÇÃO, QUANTO NA
IRRADIAÇÃO A MATÉRIA NA
VIZINHANÇA RECEBE
RADIACÃO E É
AFETADA POR
ESTA



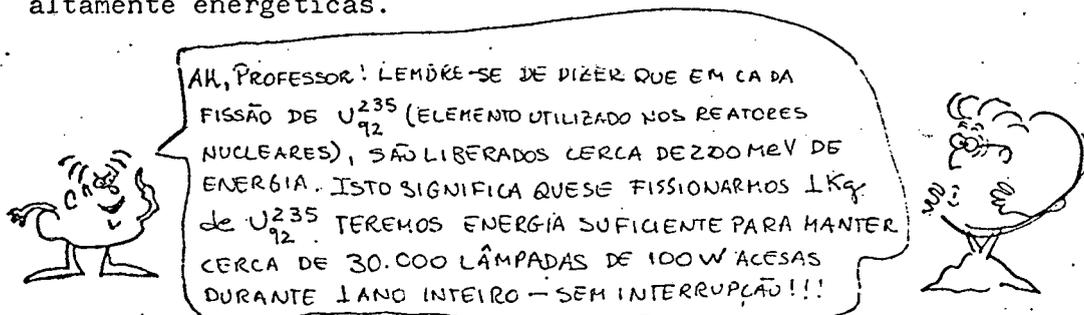
A FISSÃO E A FUSÃO NUCLEAR

Teoricamente é possível "extrair" energia de origem nuclear tanto da quebra de um núcleo (fissão) como pela junção de dois núcleos, formando um terceiro (fusão).

A utilização da energia originária da fusão nuclear ainda está na fase de estudos, enquanto que a energia liberada nos processos de fissão está em uso há algumas décadas.

A idéia básica da FISSÃO NUCLEAR é bombardear os núcleos dos átomos de um determinado elemento usando como "projéteis" partículas subatômicas com grande energia. Desse bombardeamento resulta a quebra dos núcleos alvo.

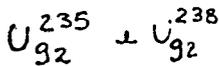
A fissão já foi provocada em vários elementos de número de massa elevado por bombardeio com nêutrons, prótons ou partículas alfa, altamente energéticas.



O processo de fissão nuclear, entretanto, apresenta alguns problemas: o urânio natural não é constituído apenas por U_{92}^{235} , mas por uma mistura de seus isótopos. Para a utilização nos reatores é necessário "enriquecer o urânio", isto é, aumentar a quantidade de U_{92}^{235} na amostra inicial, no processo de fissão são produzidos núcleos altamente radioativos, além de serem emitidos nêutrons muito penetrantes.



ISÓTOPOS SÃO ÁTOMOS DE UM MESMO ELEMENTO QUÍMICO QUE TÊM O MESMO NÚMERO DE PRÓTONS, MAS NÚMERO DE MASSA DIFERENTES: POR EXEMPLO:



O NÚMERO DE PRÓTONS NESTE CASO É O MESMO (92) MAS O NÚMERO DE MASSA É DIFERENTE (235, 238)

A FUSÃO NUCLEAR, teoricamente, apresenta grandes vantagens em relação à fissão. Na fusão a quantidade de energia liberada é bem maior do que na fissão. Além disso, a fusão não é acompanhada por radiações tão "nocivas". A dificuldade está em obtê-la de forma controlada.

Estamos recebendo continuamente energia do Sol, proveniente da fusão de núcleos de átomos de hidrogênio que se juntam dois a dois formando átomos de Hélio.

No Sol e em outras estrelas essas reações são comuns, porém é difícil produzi-las em laboratório porque só ocorrem em temperaturas elevadíssimas. Calcula-se que para obter uma única daquelas fusões, é necessário manter um (1) quatrilhão de núcleos bem próximos uns dos outros durante cerca de 10 segundos, a uma temperatura de algumas centenas de milhões de graus Celsius.

Portanto, a utilização da fusão nuclear exige que se desenvolva um processo de confinamento do material a altas temperaturas, sem o contato com as paredes do reator.



ANEXO 3

TEXTO DIDÁTICO BÁSICO PARA OS CASOS "B" E "C"

INTRODUÇÃO

Uma forma razoável de imaginarmos o átomo por dentro é a seguinte: uma região central onde estão os PRÓTONS e os NEUTRONS, chamada de NÚCLEO ATÔMICO, e uma região mais externa composta de uma "nuvem de elétrons", chamada ELETROSFERA.

A partir de experiências realizadas durante os fins do século passado, descobriu-se que certos elementos químicos emitiam espontaneamente partículas e radiação. A esse fenômeno deu-se o nome de RADIOATIVIDADE.

OS TIPOS DE RADIAÇÃO

As substâncias radioativas podem emitir três tipos importantes de RADIAÇÃO:

RADIAÇÃO ALFA: o núcleo radioativo emite um conjunto de 2 prótons e 2 neutrões, que é exatamente o núcleo do átomo do elemento Hélio. Esse conjunto recebe o nome de partícula alfa. (α)

RADIAÇÃO BETA: o núcleo radioativo emite elétrons que nesse caso são chamados de partículas beta. (β)

RADIAÇÃO GAMA: são ondas eletromagnéticas emitidas pelo núcleo radioativo. Esse tipo de onda é da mesma natureza que as ondas luminosas ou que as ondas de rádio e TV, porém com frequências bem mais altas. (raios γ)

As radiações ainda podem ser distinguidas pelo PODER DE PENETRAÇÃO NA MATÉRIA.

O poder de penetração de uma partícula/radiação na matéria depende da ENERGIA com que foi emitida. Para uma mesma quantidade de energia podemos dizer que a partícula alfa é a que menos poder tem de penetrar a matéria, enquanto que os raios gama são os mais penetrantes.



OBSERVE QUE TODAS AS RADIAÇÕES SÃO INVISÍVEIS E QUE INTERAGEM E MODIFICAM A ESTRUTURA INTERNA DA MATÉRIA...

A IRRADIAÇÃO E A CONTAMINAÇÃO RADIOATIVA

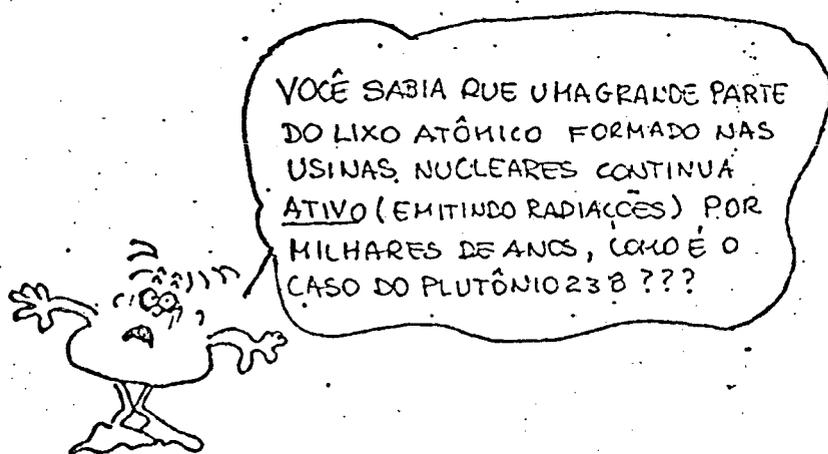
Os materiais radioativos podem IRRADIAR ou CONTAMINAR o meio vizinho.

A IRRADIAÇÃO é a exposição ao material radioativo. Por exemplo, o lixo das usinas nucleares apesar de não ser mais usado nas usinas, continua emitindo radiação. Se você se expõe a essa radiação, sem contudo tocar o material radioativo, dizemos que você foi irradiado por esse material. Isso não significa que você tenha se tornado radioativo. A extensão dos danos dessa irradiação dependerá do tipo de fonte radioativa, da distância que você estva da fonte, da intensidade da radiação emitida, etc.

Lembre-se que nem sempre a irradiação provoca grandes danos: a medicina nuclear, por exemplo utiliza-se de processos de irradiação no tratamento de determinadas doenças, entre elas o câncer.

A CONTAMINAÇÃO é o contato direto com o material radioativo. No acidente de Goiânia o Césio 137 entrou em contato direto com animais, objetos, plantas e pessoas. Em alguns casos houve a ingestão do material radioativo. Tudo foi contaminado.

Quando uma pessoa ingere, inala ou toca em materiais radioativos ela mesma se tornará radioativa e então será irradiada e irradiará o tempo todo. Mesmo que venha a morrer, seu corpo continuará emitindo radiações e por isso deverá ser enterrada num caixão de chumbo (como aconteceu com as vítimas de Goiânia).



VOCE SABIA QUE UMAGRAUDE PARTE
DO LIXO ATÔNICO FORMADO NAS
USINAS NUCLEARES CONTINUA
ATIVO (EMITINDO RADIAÇÕES) POR
MILHARES DE ANOS, COMO É O
CASO DO PLUTÔNIO 238 ???

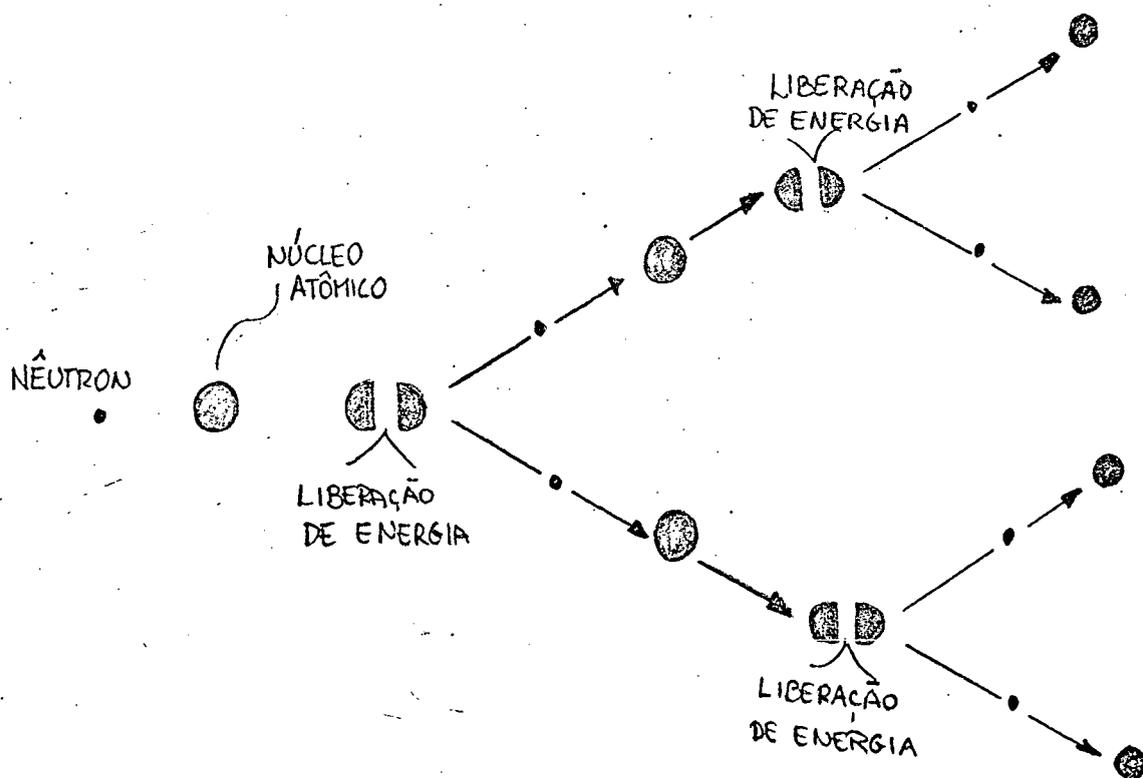
UMA USINA NUCLEAR

A função de uma usina nuclear é extrair energia do urânio nos reatores e produzir calor que aquecendo a água a transforma em vapor a alta pressão. Esse vapor impulsiona um turbogerador que envia eletricidade para as linhas de transmissão.

Quando se produz a fissão nuclear de um material como o urânio, cada núcleo bombardeado libera 2 neutrons que podem bombardear outros 2 núcleos que por sua vez, liberam, cada um deles, 2 outros neutrons e assim por diante...

Esse processo é chamado de reação em cadeia. Tanto numa bomba atômica quanto num reator nuclear ocorre a reação em cadeia. Em uma bomba atômica a reação ocorre espontaneamente e toda a energia é liberada em um lapso de tempo muito pequeno.

No reator nuclear a reação ocorre de forma controlada, liberando energia paulatinamente para que possa ser utilizada na sua conversão em eletricidade.



REAÇÃO EM CADEIA DE UM NÚCLEO ATÔMICO

A FISSÃO E A FUSÃO NUCLEAR

Teoricamente é possível "extrair" energia de origem nuclear tanto da quebra de um núcleo (fissão) como pela junção de dois núcleos, formando um terceiro (fusão).

A idéia básica da FISSÃO NUCLEAR é bombardear os núcleos dos átomos de um determinado elemento usando como "projéteis" partículas subatômicas com grande energia. Desse bombardeamento resulta a quebra dos núcleos alvo.

A FUSÃO NUCLEAR, teoricamente apresenta grandes vantagens em relação à fissão. Na fusão a quantidade de energia liberada é bem maior do que na fissão. Além disso, a fusão não é acompanhada de radiações tão "nocivas". A dificuldade está em obtê-la de forma controlada.

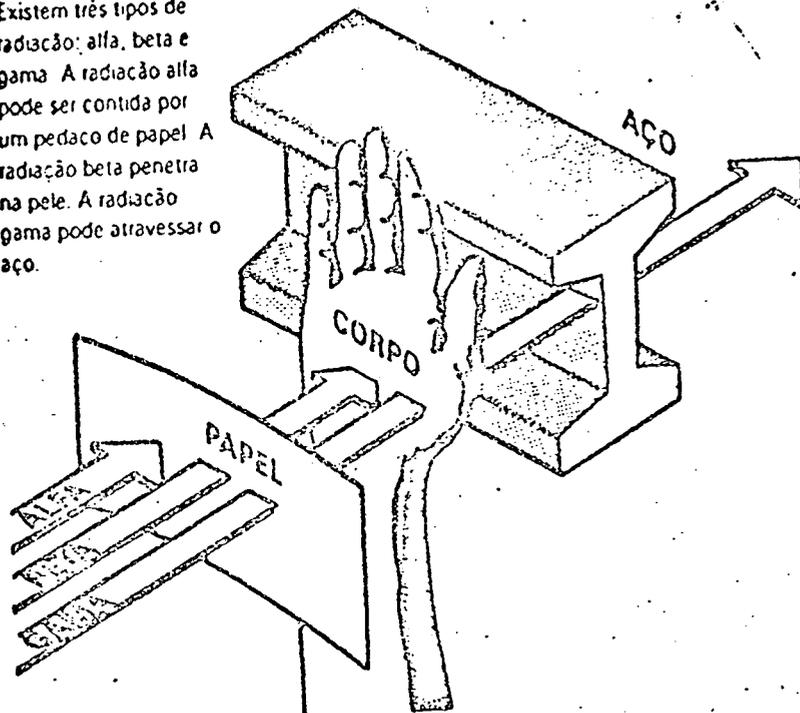
Estamos recebendo continuamente energia do Sol, proveniente da fusão de núcleos de átomo de Hélio.

No Sol e em outras estrelas essas reações são comuns, porém é difícil produzi-las em laboratório porque só ocorrem em temperaturas elevadíssimas. Calcula-se que para obter uma única daquelas fusões é necessário manter um (1) quatrilhão de núcleos bem próximos uns dos outros durante cerca de 10 segundos, a uma temperatura de algumas centenas de milhões de graus Celsius.

Portanto, a utilização da fusão nuclear exige que se desenvolva um processo de confinamento do material a altas temperaturas, sem o contato com as paredes do reator.

TIPOS DE RADIAÇÃO

Existem três tipos de radiação: alfa, beta e gama. A radiação alfa pode ser contida por um pedaço de papel. A radiação beta penetra na pele. A radiação gama pode atravessar o aço.



INSTITUTO DE CIÊNCIAS O QUE É

Radioatividade

Radioatividade é o fenômeno de liberação de energia existente nos diferentes elementos do planeta. Além da radiação natural dos materiais, existe aquela produzida artificialmente, com diversos objetivos. Os mais comuns são a emissão de raios gama para tratamento médico, principalmente do câncer; de raios X para radiografias e a liberação de energia nuclear do urânio para gerar energia elétrica. A característica da radiação chamada de ionizante é ser capaz de atravessar a matéria, tanto inerte quanto viva. É por isso que a radiação oferece riscos à saúde e causa tantas discussões.

As radiações são emitidas nas formas de partículas alfa e beta, raios gama e neutrons. As duas primeiras têm menor poder de penetração e apresentam riscos à saúde somente quando chegam ao corpo humano em quantidades muito elevadas. Os raios gama são ondas eletromagnéticas com grande poder de penetração. Os raios X são produzidos em aparelhos ou máquinas, e mesmo depois de atravessar o corpo humano podem sensibilizar películas radiográficas, produzindo a radiografia, um retrato do interior do corpo.

Dosados e aplicados no ser humano, os raios gama servem para reorganizar a produção das células na cura do câncer. Em doses excessivas, no entanto, acarretam o aparecimento da doença, caracterizada pela multiplicação desordenada das células.

A unidade que mede intensidade da radiação é o milisievert. Quando se recebe acima de 500 milisieverts de radiação, começam a aparecer os primeiros sintomas de danos, com a perda de glóbulos brancos do sangue. Pelas normas internacionais, um trabalhador que lida com materiais radioativos só pode receber o máximo de 50 milisievert por ano.

O urânio e o cobalto são exemplos de elementos radioativos utilizados por indústrias. O primeiro tem a função principal de produzir calor aproveitado para gerar energia elétrica, substituindo petróleo e carvão, por exemplo. Cem gramas de urânio natural são capazes de gerar energia equivalente à queima de 1.300 quilos de petróleo e 3.100 quilos de carvão, segundo pesquisa da Urânio do Brasil, responsável pela mineração e produção de urânio concentrado para a usina nuclear Angra-1.

ANEXO 4

TEXTOS PARADIDÁTICOS PARA O TEMA "USINA NUCLEAR"

Frango ao raio gama

Pela primeira vez, um alimento conservado por radiação gama — método malvisto por alguns médicos e ecologistas — foi liberado para consumo nos Estados Unidos. Os americanos querem prolongar a “vida útil” de frangos nos supermercados, usando a radiação a

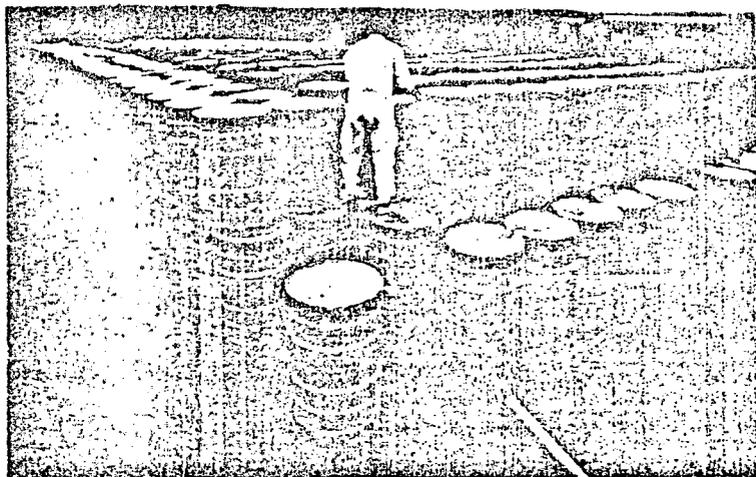


fim de diminuir os riscos de deterioração. Os alimentos bombardeados por raios gama sofrem mudanças químicas que alteram os processos normais de crescimento de células vivas e acabam com as bactérias. “Não há problema”, tranquiliza a especialista Raquel Damarco, do Centro de Energia Nuclear da Agricultura (Cena), de Piracicaba, São Paulo. “Mas, para que a radiação não deixe gosto ruim, o frango precisa ser congelado depois.” O Cena é o único estabelecimento brasileiro onde se irradiam alimentos, porém só em escala experimental. Em vários países, o processo, por sinal bastante caro, é usado para a conservação de carnes, cereais e frutas sem que se tenha constatado contaminação radioativa. A controvérsia, no entanto, persiste. ■

SUPER SETEMBRO 1990

Textos para o personagem: “Barbeiro”

Material de Goiânia ainda espera



Lixo de Goiânia: em tambores a céu aberto

Texto para o personagem:

"Médico".

(Enfoque 1)

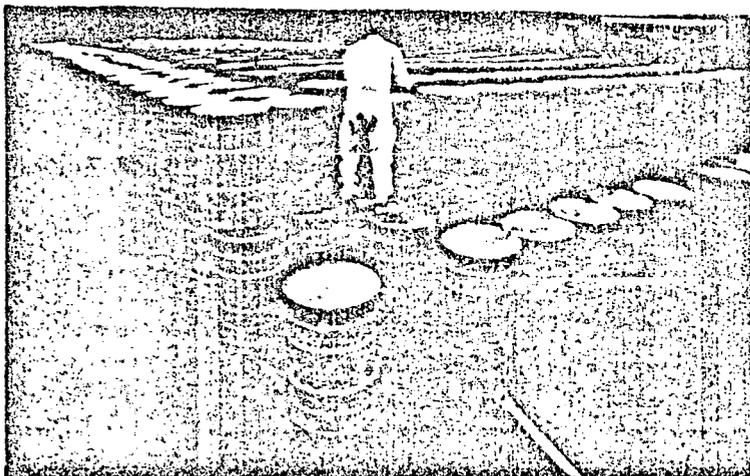
Os males que eles fazem

A radiação ionizante, ao arrancar elétrons das moléculas, pode causar danos a qualquer parte do organismo. Além disso, quando ingeridos ou inalados, alguns elementos radioativos acertam alvos específicos. Pelo fato de serem muito parecidos quimicamente com substâncias metabolizadas por esse ou aquele órgão, acabam atraídos e absorvidos por eles — com efeitos também devastadores e às vezes letais. Exemplos:

Substância	Fonte principal	Meia-vida física aproximada	Principais efeitos em seres humanos
Iodo-131	Reatores	8 dias	Câncer da tireóide
Cobalto-60	Reatores	5 anos	Tumores no fígado, ossos e pulmões
Estrôncio-90	Reatores	28 anos	Câncer de ossos
Césio-137	Reatores	30 anos	Ataca as fibras musculares
Rádio-226	Natureza	1 602 anos	Descalcifica os ossos
Plutônio-238	Reatores e armas nucleares	24 368 anos	Age no organismo inteiro; provoca ainda leucemia e câncer pulmonar
Urânio-235	Reatores e armas nucleares	2 milhões de anos	Age no organismo inteiro

Superinteressante, 1990.

Material de Goiânia ainda espera



Lixo de Goiânia: em tambores a céu aberto

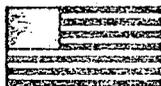
Textos para o personagem:

"Médico"

(Enfoquez)

Os lixões de cada um

Como vários países tentam livrar-se dos resíduos de suas instalações nucleares



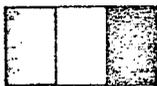
Estados Unidos - Até 1982, os rejeitos eram depositados na superfície ou jogados ao mar. Em 1983, o lixo de alta atividade foi levado para uma mina de sal no Estado do Novo México, desativada em seguida por falta de segurança. Hoje esse material está guardado no deserto de Nevada, enquanto 600 000 metros cúbicos de rejeitos de meia-vida curta se encontram espalhados por diversos depósitos



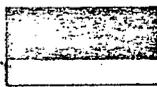
União Soviética - Existem 35 depósitos superficiais de cimento revestido com chumbo



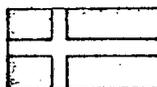
Inglaterra - Desde 1986, com a proibição de lançar o lixo ao mar, procura-se um lugar para enterrar o lixo de alta atividade. Para os rejeitos de baixa atividade, construíram-se depósitos de cimento próximos à usina nuclear de Windscale-Sellafield, no nordeste do país



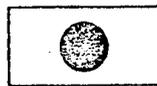
França - Todo o lixo está nos armazéns da usina de La Hague, no noroeste do país; estuda-se o solo de quatro regiões para construir até 2007 um depósito de grande profundidade



Alemanha - O material de alta atividade é tratado na França e depois transportado para minas de sal no norte do país. Só os rejeitos da usina nuclear de Niederaichbach, desativada em 1983, foram enterrados a 1 200 metros de profundidade, numa mina de ferro desativada



Suécia - Em 1988, inaugurou o primeiro depositário subterrâneo do mundo, a 140 quilômetros de Estocolmo, um conjunto de câmaras construídas em rochas de granito, com paredes revestidas de cimento e chumbo



Japão - No ano passado, cientistas começaram a estudar a possibilidade de construir depósitos no fundo do mar, aproveitando o fato de que os sedimentos marinhos são muito pouco permeáveis

Segurança em depósito para lixo radioativo é reforçada

BRASÍLIA — A Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen) mandou reforçar, ontem, a segurança nos portões do depósito onde está sendo guardado o lixo radioativo do acidente com uma cápsula de Césio 137, ocorrido em Goiânia, há três anos. A medida foi tomada depois que técnicos da Agência Internacional de Energia Atômica estiveram no local e denunciaram que a radioatividade pode vazar, pois alguns tonéis e containers, que protegem o lixo atômico, estão enferrujando e apodrecendo com a ação da chuva e do sol.

A denúncia serviu de alerta e a Comissão Nacional de Energia Nuclear mandou abrir licitação pública para a construção de uma cobertura no depósito. Assim, os tonéis e containers, que hoje estão sujeitos aos efeitos do tempo, estarão protegidos até que o depósito definitivo fique pronto.

A direção da Comissão Nacional de Energia Nuclear informou, no entanto, que o depósito definitivo levará 18 meses para ser construído e o local, que guardará o lixo radioativo por no mínimo 300 anos, ainda não foi escolhido.

Dentro dos tonéis e containers estão todo o lixo atômico: restos de casas, roupas e até de animais que pertenceram às vítimas do acidente com o Césio 137.

A denúncia de que poderá ocorrer um vazamento de radioatividade caso os tonéis continuem expostos ao tempo, com conseqüências catastróficas, voltou a preocupar a população de Goiânia, que exige providências imediatas dos Governos estadual e federal, apesar de o nível de radiação existente no depósito não oferecer, por enquanto, perigo de contaminação, segundo as autoridades.

Da jazida à bomba

O programa nuclear paralelo tem dois objetivos publicamente admitidos: enriquecer urânio e usá-lo em reatores feitos no Brasil. O programa pode, porém, chegar a um subproduto explosivo — o plutônio, matéria-prima da bomba atômica. A seguir, o caminho que pode levar a isso:

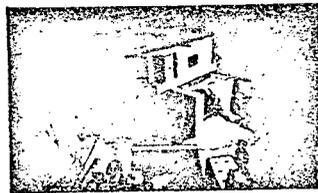
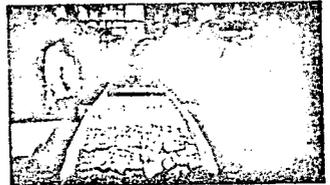
Textos para o personagem:

"Prefeito"

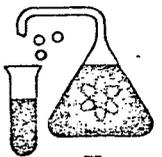
Burocracia atrapalha exercícios em Angra

Com a participação de mais de 300 voluntários, foi realizado ontem, em Angra dos Reis, o segundo exercício simulado de evacuação de moradores — parte do plano de retirada da população do município no caso de um acidente nuclear nas usinas de Angra I e Angra II. Coordenado pelo Exército, pela Secretaria Especial de Defesa Civil do Ministério do Interior e pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (Cnen), o exercício foi considerado pelos moradores pouco realista e, de acordo com os participantes, muito burocrático. Militares, técnicos e moradores participaram do exercício. Para o General Murilo Tavares da Silva, Comandante da Primeira Brigada de Infantaria Motorizada de Petrópolis, que, juntamente com a Nona Brigada, comandou o teste, o resultado foi melhor do que o esperado. **Página 24**

1 O primeiro passo no processo de utilização do urânio como combustível radioativo consiste em moer o minério e livrá-lo de impurezas, como já se faz numa mina em Poços de Caldas, MG (foto). A pasta obtida nessa operação chama-se "yellow cake".



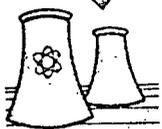
2 A pasta de urânio é em seguida transformada em gás, o hexafluoreto de urânio. Ao passar por essa mudança, o urânio livra-se das impurezas que ainda carregava. No laboratório do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), em São Paulo (foto), esse processo já é dominado.



3 Chega-se, então, a um ponto crítico. Deve-se, agora, "enriquecer" o urânio. O gás obtido anteriormente contém dois tipos de urânio — um mais leve, chamado urânio 235, e outro mais pesado, o urânio 238. Só o mais leve serve como combustível. Enriquecer o urânio é, em resumo, aumentar a quantidade do urânio 235 em cada amostra de gás. O Brasil já consegue fazer isso em pequena escala — a chamada escala de laboratório. Isso significa que, se quiser passar para o enriquecimento de grandes quantidades, precisa apenas ampliar um processo que já domina.

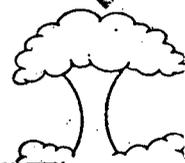


4 Outra meta brasileira é a construção de reatores nacionais, nos quais se usaria o próprio urânio enriquecido no país. Nas vizinhanças de Sorocaba (SP), por exemplo, a Marinha constrói um centro de pesquisas (foto) para desenvolver um reator de submarino nuclear.



5 Se tiver, de um lado, urânio enriquecido e, de outro, reatores capazes de utilizá-lo como combustível, o Brasil poderá fabricar a matéria-prima mais importante para a bomba atômica — o plutônio. Esse elemento resulta da queima do urânio nos reatores. Trata-se de um "lixo atômico" valiosíssimo e sua utilização é vigiada pela Agência Internacional de Energia Atômica. No caso da usina Angra I, o Brasil compra urânio enriquecido dos Estados Unidos e tem de devolver aos americanos todo o plutônio que ali é produzido. Num projeto secreto como o programa paralelo, procura-se obter urânio enriquecido e construir reatores à margem da vigilância internacional.

6 O ciclo do urânio pode parar na fabricação de usinas ou na construção de reatores de submarinos, se os objetivos forem apenas estes. Se, porém, a meta é chegar à bomba, como se suspeita, o caminho para isso já estará aberto. Quem faz reator, faz plutônio e pode fazer também armas nucleares.



Texto para o personagem:

"Física".

Dois relatórios mostram insegurança das usinas

FRANKFURT — Um relatório que o Governo alemão deve divulgar nos próximos dias revela que a segurança das usinas nucleares é um assunto mais problemático do que se imaginava. O documento é baseado em dois levantamentos, um feito pelo Governo americano (chamado Nureg 1150) e outro pelo próprio Governo alemão (o relatório DRS) e concluiu que a probabilidade é de acontecer pelo menos um acidente a cada dez anos nas 400 usinas nucleares hoje existentes no mundo. Usinas como as americanas Surry, Zion, Sequoyah, Peach Bottom e Grand Gulf têm mais de 50 por cento de probabilidade de sofrer um acidente nos próximos anos. No caso da usina alemã Biblis B (atualmente desativada por problemas de segurança no siste-

ma de refrigeração) a probabilidade era de 70 por cento.

— A principal constatação desse relatório é que a segurança das usinas depende cada vez mais do fator humano — diz Bernhard Fischer, do Oko Institut, que já teve acesso ao documento do Governo alemão. — Por mais modernos que sejam os equipamentos e os sistemas de segurança, nunca se sabe como o pessoal de uma usina vai se comportar na hora de um acidente, explica ele.

— Da mesma forma — acrescenta o especialista — por mais rigorosa que seja a manutenção dos equipamentos de uma usina, nunca se sabe em que momento uma válvula de segurança pode apresentar defeito e não suportar a pressão do reator.

Barreiras sob medida

As embalagens para lixo atômico combinam materiais diferentes porque existem radiações e radiações. Um núcleo radioativo está sobrecarregado de energia, da qual tenta se livrar, emitindo, por exemplo, partículas idênticas ao núcleo do gás hélio, constituído por dois prótons e dois nêutrons, que formam as partículas alfa. São tão pesadas que se deslocam em linha reta, trombando com a primeira molécula que encontrarem

Diversos materiais são usados para guardar os rejeitos

pela frente: assim, uma folha de papel ou mesmo uma peça de roupa podem barrá-las. Mas, para liberar energia, o átomo também pode emitir elétrons. É a radiação beta. Bem mais leves, os elétrons caminham zanzando e se desviam de eventuais obstáculos: para barrar os raios beta é preciso, no mínimo, uma folha de alumínio; na pele, dependendo da energia, eles penetram até 0,5 centímetro.

Em busca da estabilidade, um átomo emite ainda ondas eletromagnéticas um milhão de vezes mais energéticas do que a luz, os raios gama, capazes de atravessar o corpo humano; apenas materiais muito densos, como aço e chumbo, conseguem segurá-los. Finalmente, existem os nêutrons. Embora muito penetrantes, reagem com materiais ricos em hidrogênio, sendo barrados pela água, pela parafina ou pela grafite.

Construindo uma Caldeira Aquecida por Átomos

As reproduções nestas páginas são do grande reator nuclear de Shippingport, perto de Pittsburgh, Pensilvânia. Essa foi a primeira usina atômica em larga escala nos Estados Unidos, devotada exclusivamente para gerar eletricidade. Foi construída em 1957 como uma experiência para sondar os problemas e os custos da conversão do calor de reações atômicas em cadeia por fissão em força elétrica.

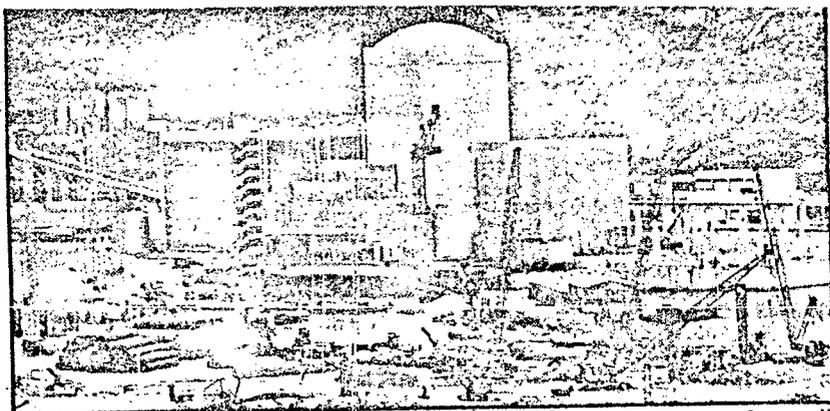
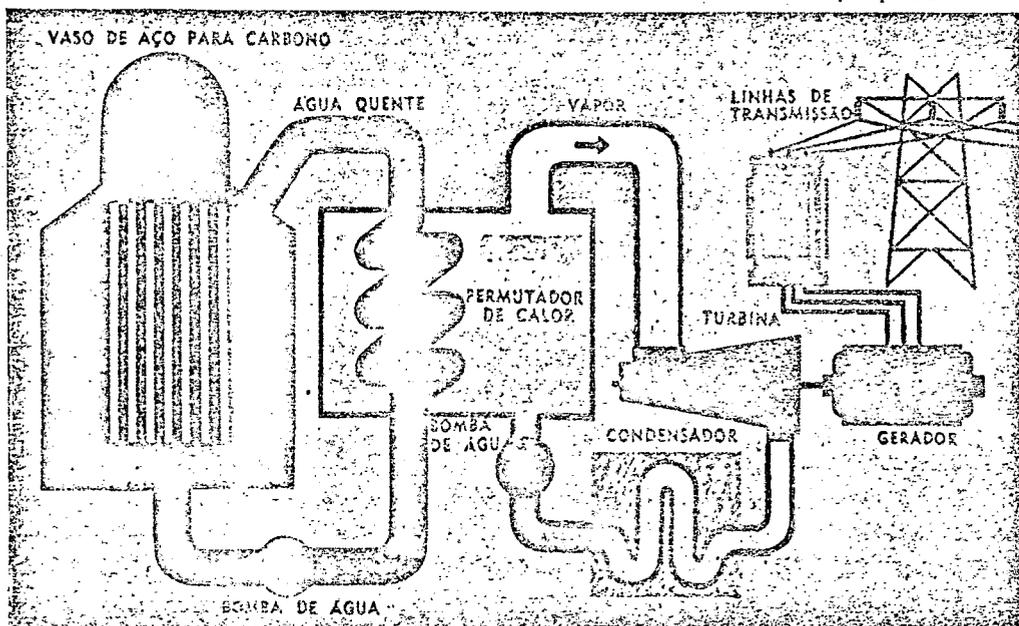
Textos para o personagem:

"Engenheiro"
(Enfoque 1)

O reator começou a trabalhar com 75 kg de urânio enriquecido, cercado por uma cobertura de 14 toneladas de bióxido de urânio. De início, metade da potência do reator vem do urânio enriquecido, mas a reação por fissão lentamente converte o bióxido de urânio em plutônio altamente radioativo, o qual produz parte cada vez

mais crescente de energia elétrica. A primeira carga de U-235 manteve o reator em funcionamento por dois anos e um dia.

Amplia-se o reator para que a produção de 60.000 quilowatts — força elétrica para 225.000 pessoas — se eleve a 100.000 quilowatts. A usina dispõe de 240 pessoas, muitas das quais se dedicam a pesquisas.



Do lado brasileiro, o objetivo é colocar para funcionar a usina de Angra II

Angra II, uma história de atrasos

A Eletrobrás está convencida de que não pode mais atrasar as obras de Angra II, que precisa entrar em operação em 1994. Mas, o futuro da Usina ainda promete muita espera, pois para ser concluída até esta data será preciso que o Tesouro Nacional libere mais US\$ 1,2 bilhão.

Até o ano passado, foram inves-

(NCZ\$ 5 bilhões no câmbio oficial). Concluída, ela acrescentará 1,3 milhão kw ao sistema energético nacional. Para 89, Furnas, que executa a obra, prevê investimentos de US\$ 240 milhões. A preocupação dos técnicos é que, apesar da decisão política de acabar Angra II, não há, pelo menos até agora, a decisão econômica

Texto para o personagem:

"Engenheiro"

(Enfoque 2)

Tchernóbil: estufa guarda monstros criados pela radiação

MOSCOU — Numa enorme estufa na cidade de Pripjat, a oito quilômetros de Tchernóbil, cientistas soviéticos estudam desde 1987 monstruosas anomalias em vegetais provocadas pela radiação liberada durante a explosão de um reator em 1.986, que causou a morte de 31 pessoas, e obrigou mais de cem mil moradores a abandonar a região. Gigantescos troncos retorcidos e tomates deformados funcionam principalmente como fonte de dados sobre a passagem da radiação do solo para as plantas, explica Nikolai Arkipov, que lidera as pesquisas:

— Em algumas árvores, brotos começam a surgir em plena época de hibernação, tornando clara a incontornável influência da radiação.

Vegetais absorvem com diferente intensidade a radiatividade da terra, o que tem levado alguns botânicos a sugerir a descontaminação de terrenos por meio do cultivo de determinadas espécies. A idéia, diz Ar-

kipov, é usar plantas como filtros naturais.

A reação dos vegetais à radiação é também bastante variada: pinheiros ao redor da central nuclear de Tchernóbil são extremamente sensíveis, morrendo ao entrar em contato com dose de 600 rems (unidade de medida de radiação). A dose letal para bétulas, mais resistente, é de dez mil rems, e, para tomates, de 30 mil rems.

O estudo contínuo das plantas permitirá aos cientistas conhecer, além das alterações visíveis, mutações celulares, só observáveis na sexta ou sétima geração.

Segundo Arkipov, no laboratório da estufa são cultivadas plantas forrageiras sem contaminação, cujas sementes poderão ser vendidas. Batatas e pepinos normais foram já obtidos em Pripjat pelos cientistas.

A publicação "Leniskoye Znamya" informou recentemente que anomalias genéticas também haviam sido verificadas no local em roedores.

Maio 89

ANEXO 5

SINOPSES DO ENREDO E PERSONAGENS
PARA O TEMA "TRÂNSITO" (CASO D)
E TEXTO BÁSICO

CENAS DE UM ATROPELAMENTO

Ontem, por volta das 16:30h, houve um atropelamento na Avenida Maracanã, altura da estação do metrô de São Cristovão.

O carro GURGEL, placa ZY 2021, atropelou João das Neves, 36 anos, professor, que atravessava a pista acompanhado de sua amiga Susana Ribeiro de 32 anos.

O motorista do GURGEL, Carlos Eduardo Lopes, 30 anos, disse a nossa reportagem que João das Neves apareceu correndo na pista, ao lado de uma mulher, Susana, e que ela continuou correndo, mas João ao ver o carro assustou-se e ficou paralisado por instantes. "Foi o suficiente; eu tentei parar o carro totalmente, mas apenas consegui reduzir a velocidade para 36 Km/h, que era o que marcava o meu velocímetro no momento do impacto. Ainda por cima o tal João parou na frente do carro..."

A versão de Carlos foi confirmada por Susana e por Kátia Silva amiga de Carlos que estava no GURGEL quando ocorreu o acidente.

A perícia chegou ao local 25 minutos depois do acontecido. O perito Manoel de Medeiros está tentando reconstituir o acidente.

Até o momento o perito chegou às seguintes conclusões:

MASSA DO GURGEL = 700Kg

MASSA DO JOÃO = 70Kg

VELOCIDADE DO CARRO NO INSTANTE DA BATIDA = 36 Km/h

VELOCIDADE DO JOÃO NO INSTANTE DA BATIDA = 0 (ZÉRO)

VELOCIDADE DO CARRO IMEDIATAMENTE APÓS O IMPACTO = 30 Km/h

VELOCIDADE DO JOÃO IMEDIATAMENTE APÓS O IMPACTO = 56 Km/h

ACELERAÇÃO DO CARRO NO MOMENTO DO IMPACTO = $-3,0 \text{ m/s}^2$

ACELERAÇÃO DO JOÃO NO MOMENTO DO IMPACTO = 30 m/s^2

AGORA DECIDA:

CARLOS EDUARDO

- 1) Qual a sua profissão?
- 2) O que você pensou e sentiu quando percebeu que tinha atropelado uma pessoa?
- 3) Você prestou socorro ao atropelado?

SUSANA

- 1) Qual a sua profissão?
- 2) Porque você e o João atravessaram a pista naquele momento?
- 3) Em sua opinião de quem foi a maior parcela de culpa no atropelamento?

KÁTIA

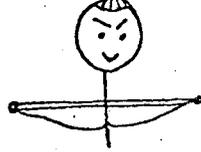
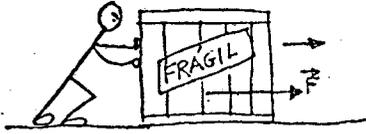
- 1) Qual a sua profissão?
- 2) Você confia no Carlos como motorista? Porque?
- 3) Você se feriu no acidente?

PERITO MANOEL DE MEDEIROS

- 1) O que você faz no seu trabalho de perícia?
- 2) As pessoas confiam nos resultados que você apresenta? Porque?

PUXA, EMPURRA E DEFORMA

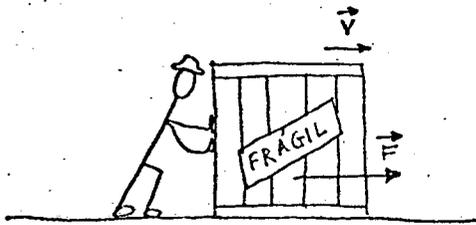
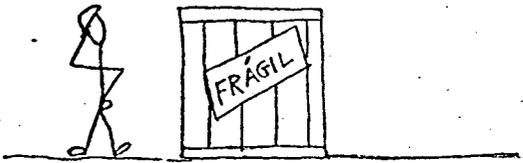
Pela nossa intuição chamamos de FORÇA aquilo que puxa, empurra, de forma ou sustenta. Quando puxamos um elástico estamos exercendo uma força nele e o deformamos, assim como quando empurramos um caixote e ele entra em movimento estamos também exercendo uma FORÇA nele.



Na FÍSICA dizemos que um corpo qualquer está sujeito a uma força quando a velocidade desse corpo varia, ou seja quando esse corpo tem aceleração.

Por exemplo: Imagine um caixote parado sobre uma pista muito lisa. Para que ele se movimente é necessário que ele seja empurrado (que se aplique uma força). Assim a velocidade dele varia de ZERO (parado) para um outro valor qualquer (\vec{V}). Perceba que se a massa do caixote for muito grande a força que teremos que fazer também será.

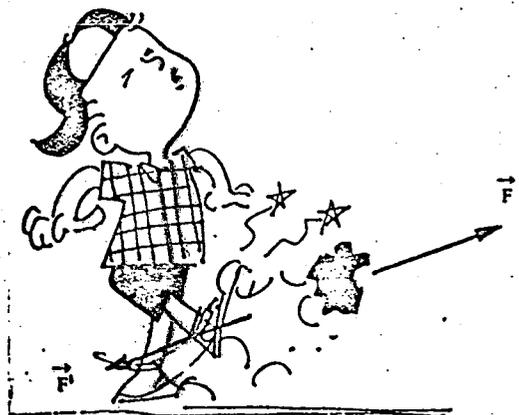
($v=0$) PARADO



Na FÍSICA existe uma equação que resume essa idéia. Ela é chamada de 2ª Lei de Newton:

$\vec{F} = M \cdot \vec{a}$, onde \vec{F} é a força resultante aplicada no corpo (lembre-se que podemos ter várias forças aplicadas num corpo ao mesmo tempo); M é a massa do corpo e \vec{a} é a aceleração que o corpo adquiriu.

Também é importante dizer que as forças existem aos pares na natureza. Assim quando um menino chuta uma bola com uma força \vec{F} , a bola também "chuta" o menino com uma força \vec{F}' . \vec{F} e \vec{F}' têm a mesma intensidade, (mesmo valor numérico), a mesma direção mas sentidos opostos. É interessante perceber que \vec{F} está aplicada na bola e \vec{F}' no pé do menino.



ANEXO 6

PRE TESTE (E RESULTADOS) APLICADO PELO GPEF
E PÓS TESTE DO CASO A

PRÉ-TESTE (GPEF)

NOME..... (idade ..) ESCOLA
Série Turno.....

QUESTIONARIO I

Responda as seguintes questões usando seu melhor conhecimento e Julgamento, justificando se possível as suas respostas.

1) Como você compreende a palavra tecnologia? Utilize um exemplo do seu dia a dia para explicar suas idéias.

.....
.....
.....

2) Como você relacionaria Ciência com Tecnologia?

.....
.....
.....

3) Quais são os elementos necessários que um país deve possuir de maneira a desenvolver sua própria tecnologia?

.....
.....
.....

4) Você acredita ser importante apreender sobre assuntos relacionados com tecnologia em suas aulas de ciências/física?

.....
.....
.....

5) O que você acha que a tecnologia poderia fazer por você, como cidadão? Como você acha que seu futuro poderia vir a ser afetado por ela?

.....
.....
.....

6) Você acha que deveria participar nas discussões sobre os assuntos tecnológicos que influenciam (positivamente e/ou negativamente) a sociedade; ou você acha que essa tarefa deva ser desempenhada por funcionários públicos (congressista, ministros, deputados, professores universitários, etc)

.....
.....
.....

7) Qual deveria ser o papel do especialista na tomada de decisões sobre assuntos científicos e tecnológicos?

.....
.....
.....

8) Quando penso em tecnologia /ciência, penso principalmente em.....

.....
.....
.....

III. O QUE A ENERGIA PODE FAZER ?

FORMAS	mec.	term.	eletr.	magn. sonora	atom./nuclear	quím
ACAO						
destruir-se						
construir-se						
distribuir-se						
multiplicar-se						
transferir-se						
transformar-se						
armazenar-se						
desaparecer e aparecer						
agir por contato						
agir a distância						
agir com a ajuda de um disposi tivo						
agir com a ajuda de um agente externo						

IV. O QUE PODE SER FEITO COM A ENERGIA ?

FORMAS							
ACAO	mec.	term.	elétr.	magn	sonora	atom./nuclear	quím
criada							
transformada							
destruída							
concentrada							
dispersada							
conservada							
transferida							
tocada							
parada							
armazenada							

NOMESerie...Escola.....

QUESTIONARIO III

"EXPLORE SUAS IDEIAS"

A) Utilize o Poster 1 para responder as questões abaixo :

a) Escolha três figuras que para você melhor representem o Idéia de energia. Justifique sua escolha para cada figura.

No Fig.	Justificativa
.....
.....
.....

b) Você identifica alguma(s) figuras (s) onde sua idéia de energia não esteja presente? Justifique suas escolhas.

c) Escolha figuras que ilustrem as diversas formas de energia indicadas no quadro abaixo.

FORMAS	mec.	termica	eletr.	magn.	sonora	atom./nuclear	quim
No Fig.							

d) Escolha uma figura que para você melhor ilustre cada uma das associações de energia indicadas pelos pares abaixo :

ENERGIA	No FIGURA
conceito fisico
aplicacao tecnologica
bem estar
natural (sem interaçao do homem)
artificial
poluidora
armazenada
custo
beneficio
limpa

e) Alguma situação apresentada no Poster 1 representa um problema para voce ? Explique.

.....
.....
.....

B) Utilizando o Poster 2 responda :

Ao se confrontar com as situações apresentadas qual delas sensibiliza mais você ? Por que ?

.....
.....
.....
.....

VISÃO DOS ESTUDANTES SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PONTO DE VISTA DO
CIDADÃO EDUCADO

A. T. Filipecki, A. M. Silva, C. A. Nascimento, S. H. A. Almeida e
S. S. Barros. Grupo de Pesquisa em Ensino de Física.

Instituto de Física - UFRJ.

Um estudo exploratório foi realizado com estudantes secundários (escolas técnica, regular e noturna) com o objetivo de aprender a implementar tópicos que relacionem física, tecnologia e sociedade dentro da sala de aula. Esta escolha se justifica pela necessidade de implementação de currículos de física mais relevantes para o cidadão do século XX.

A idéia principal deste trabalho é estudar o possível efeito recíproco entre tópicos CTS (CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE) e a aprendizagem significativa de física.

Um poster montado a partir de materiais veiculados na mídia impressa é utilizado como catalizador de um processo de discussão em aula em pequenos grupos (4 ou 5 estudantes). O tema de fundo escolhido está sempre relacionado com Energia. Os resultados das discussões dos grupos são apresentados publicamente e debatidos com o professor agindo como moderador e fonte de informações (alguns materiais de leitura são escolhidos com esse fim, para normalizar a ação do professor em sala de aula).

Um questionário com os seguintes itens é respondido individualmente:

- 1) significado da palavra tecnologia;
- 2) relação de C com T;
- 3) quais os elementos necessários para autonomia tecnológica;
- 4) importância da componente CTS para ensino de Física;
- 5) o estudante (cidadão) versus C e T;
- 6) de quem é a responsabilidade pela tomada das decisões nas áreas de C e T que afetam a sociedade.

ANOSTRA

O universo total de estudantes $N = 214$, está distribuído entre escolas públicas(2), particulares(2), técnica(1) e profissionalizante(1), do Município do Rio de Janeiro. O número de estudantes para cada um destes grupos é de aproximadamente 50. Somente o grupo da escola técnica teve escolarização na área de Energia. O universo pesquisado tem distribuição por sexo $N_f = 120$ e $N_m = 94$.

ANÁLISE E COMENTÁRIOS

Foi realizada uma primeira leitura individual de cada questionário, separando-se as respostas por sexo e escola. A frequência das respostas interpretadas como semelhantes foi assim obtida. Numa segunda leitura foi feito, para cada turma e discriminando-se ainda por sexo (M/F), o levantamento daquelas respostas que tinham as maiores frequências.

Como não foi possível detectar um grau de diferenciação nítida das respostas por escola (nível social), sexo e escolarização, optamos neste estudo exploratório pela apresentação de um comentário para cada um dos itens constantes do questionário, como indicamos abaixo.

QUESTÃO 1. COMO VOCÊ COMPREENDE A PALAVRA TECNOLOGIA? UTILIZE UM EXEMPLO DO SEU DIA-A-DIA PARA EXPLICAR SUAS IDÉIAS.

COMENTÁRIO. A maioria associa tecnologia como sendo um progresso, em virtude das mudanças que acontecem no seu dia-a-dia, como por exemplo: televisão com controle remoto, forno microondas, carro, video cassete, etc. Este tipo de resposta está centrada nos interesses e bem estar do indivíduo.

QUESTÃO 2. COMO VOCÊ RELACIONARIA CIÊNCIA COM TECNOLOGIA?

COMENTÁRIO. Ciência está relacionada com tecnologia como sendo:

- 1) ciência fazendo parte da tecnologia;
- 2) ciência produzindo tecnologia;
- 3) tecnologia produzindo ciência.

QUESTÃO 3. QUAIS SÃO OS ELEMENTOS NECESSÁRIOS QUE UM PAÍS DEVE POSSUIR DE MANEIRA A DESENVOLVER SUA PRÓPRIA TECNOLOGIA?

COMENTÁRIO. Quatro elementos são identificados para que um país possa desenvolver sua própria tecnologia:

- 1) capital;
- 2) educação;
- 3) pesquisas e especialistas;
- 4) matéria prima.

QUESTÃO 4. VOCÊ ACREDITA SER IMPORTANTE APREENDER SOBRE ASSUNTOS RELACIONADOS COM TECNOLOGIA EM SUAS AULAS DE CIÊNCIAS/FÍSICA?

COMENTÁRIO. A discussão sobre assuntos relacionados com tecnologia em sala de aula propicia maior compreensão do avanço tecnológico no mundo.

QUESTÃO 5. O QUE VOCÊ ACHA QUE A TECNOLOGIA PODERIA FAZER POR VOCÊ, COMO CIDADÃO? COMO VOCÊ ACHA QUE SEU FUTURO PODERIA VIR A SER AFETADO POR ELA?

COMENTÁRIO. Pelo lado positivo a tecnologia vem a ser um fator importante para: 1) melhorar de vida; 2) facilitar e ajudar o novo. Pelo lado negativo a tecnologia:

QUESTÃO 6. VOCÊ ACHA QUE DEVERIA PARTICIPAR NAS DISCUSSÕES SOBRE ASSUNTOS TECNOLÓGICOS QUE INFLUENCIAM (POSITIVAMENTE E/ OU NEGATIVAMENTE) A SOCIEDADE; OU VOCÊ ACHA QUE ESSA TAREFA DEVA SER DESEMPENHADA POR FUNCIONÁRIOS PÚBLICOS (CONGRESSISTAS, MINISTROS, DEPUTADOS, PROFESSORES UNIVERSITÁRIOS, ETC).

COMENTÁRIO. Não só os estudantes como toda a sociedade, porque o problema é de todos. Mas para que todos discutam sobre esses assuntos, deverão possuir um certo embasamento para opinar de uma forma coerente e fundamentada sobre os problemas apresentados.

QUESTÃO 7. QUAL DEVE SER O PAPEL DO ESPECIALISTA NA TOMADA DE DECISÕES SOBRE ASSUNTOS CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICOS?

COMENTÁRIO. As decisões tomadas pelo especialista devem contribuir para o bem estar social e devem ser consequência do conhecimento das idéias que a sociedade tem sobre diversos assuntos.

QUESTÃO 8. QUANDO PENSO EM TECNOLOGIA PENSO PRINCIPALMENTE EM.....

COMENTÁRIO. As respostas estão centradas na idéia de progresso, mundo melhor, saúde e renovação. Um número menor de estudantes demonstra uma tomada de consciência sobre os efeitos da tecnologia na sociedade.

COMENTÁRIO FINAL

As variáveis dependentes escolhidas para este estudo (sexo, origem socio-econômica, escolarização) parecem ser irrelevantes nas respostas da maioria dos estudantes de nossa amostra.

Parece-nos evidente que as idéias apresentadas no questionário não são do domínio escolarizado e portanto, o conhecimento dos estudantes decorre de informações provenientes das mesmas fontes, mais especificamente dos meios de comunicações visuais primariamente (TV) e jornais mas populares, que publicam assuntos de fácil leitura, sendo a ciência pouco divulgada.

Acreditamos que a importância de discussões no contexto de CTS na sala de aula é relevante e deveria ser encorajada como uma das componentes do ensino de física. O ensino puramente acadêmico não incetiva o aluno a fazer as associações necessárias para que essa aprendizagem "CONCEITUAL" seja transferida para o âmbito dos problemas que a nossa sociedade, desenvolvida através das tecnologias modernas, nos impõe.

POSTESTE

NOVE: _____ ESCOLA: _____

SÉRIE: _____ TURNO: _____

Responda às seguintes questões usando seu melhor conhecimento e julgamento, justificando se possível as suas respostas.

1. Quanto à compreensão dos textos didático-científicos, que você leu, você pode afirmar que:
 - a) Estava muito fácil;
 - b) Estava fácil;
 - c) Estava regular;
 - d) Estava difícil;
 - e) Estava muito difícil.

2. Sobre as informações científicas que os textos continham, elas foram:
 - a) Incompletas;
 - b) Suficientes;
 - c) Em excesso.

3. Esta atividade:
 - a) Despertou o seu interesse;
 - b) Não despertou o seu interesse.

4. Nesta atividade:
 - a) Você se sentiu criativo ao realizá-la;
 - b) Você sentiu dificuldades em representar.

5. Durante a atividade de dramatização você se sentiu seguro quanto aos conceitos científicos que porventura tenha utilizado?

6. Antes de realizar esta atividade você possuía alguma opinião (julgamento de valor) sobre a utilização da energia nuclear? Qual era? E depois da atividade, mudou alguma coisa?

7. Em relação aos julgamentos de valor sobre o tema abordado, essa atividade serviu para:
- a) Nada;
 - b) Para justificar seu julgamento anterior;
 - c) Para confundí-lo;
 - d) Para mudar o seu julgamento.
8. Em relação ao uso da dramatização para esclarecer os aspectos físicos (conceitos científicos) sobre o tema Radioatividade e Energia Nuclear, você acha que:
- a) Não esclareceu nada;
 - b) Esclareceu muito pouco;
 - c) Esclareceu apenas o necessário para você;
 - d) Esclareceu além das suas expectativas.
9. Em função da experiência que você viveu agora, você acha que o uso da dramatização é uma forma acessível para aprender ciência? Por que?

10. Agora gostaríamos que você, usando suas próprias palavras, escrevesse o que sabe sobre os seguintes conceitos científicos:
- RADIOATIVIDADE NATURAL E ARTIFICIAL: _____

CONTAMINAÇÃO RADIOATIVA: _____

IRRADIAÇÃO: _____

FISSÃO E FUSÃO NUCLEAR: _____

LIXO ATÔMICO: _____

Em função da experiência de dramatização que você acabou de vivenciar, responda as questões 11 a 14.

11. Quais são os elementos necessários que um país deve possuir de maneira a desenvolver sua própria tecnologia?

12. O que você acha que a tecnologia poderia fazer por você como cidadão? Como você acha que seu futuro poderia vir a ser afetado por ela?

13. Você acha que deveria participar nas discussões sobre os assuntos tecnológicos que influenciam a sociedade, ou você acha que essa tarefa deva ser desempenhada por funcionários públicos (congressistas, ministros, professores universitários, etc.)?

14. Qual deveria ser o papel do especialista na tomada de decisões sobre assuntos científicos e tecnológicos?

15. Das três peças que você assistiu, qual delas chamou mais a sua atenção? Por que?

16. Para você, quais são os riscos e benefícios na utilização da energia nuclear?

17. Que outros assuntos/temas da ciência e tecnologia, você gostaria que fossem abordados através da dramatização?

ANEXO 7

PRE E PÓS TESTES DOS CASOS "B" E "C"

NOME:.....ESCOLA.....

SÉRIE.....TURNO.....IDADE.....

Responda ás seguintes questões usando seu melhor conhecimento e julgamento, justificando, se possível, as suas respostas.

1) Como você compreende a palavra tecnologia? Utilize um exemplo do seu dia-a-dia para explicar suas idéias.

.....
.....
.....

2) O que você acha que a tecnologia poderia fazer por você como cidadão? Como você acha que seu futuro poderia vir a ser afetado por ela?.....

.....
.....
.....

3) Você acha que deveria participar nas discussões sobre assuntos tecnológicos que influenciam (positivamente e/ou negativamente) a sociedade, ou acha que essa tarefa deva ser desempenhada por funcionários públicos (congressistas, ministros, professores universitários, etc...)?.....

.....
.....
.....

4) Em sua opinião, qual deveria ser o papel do especialista na tomada de decisões sobre assuntos científicos e tecnológicos?.....

.....
.....
.....
.....

5) Você possui alguma opinião sobre a utilização da Energia Nuclear no Brasil? Em caso afirmativo, qual é sua opinião?.....

6) Quanto á compreensão dos textos didático-científicos que você leu, você pode afirmar que:

- a) estava muito fácil;b) estava fácil;c) estava regular;
- d) estava difícil;e) estava muito difícil.

7) Sobre as informações científicas contidas nos textos, elas foram:

- a) incompletas;b) suficientes;c) em excesso.

8) Para cada item abaixo, identifique sua compreensão sobre radioatividade, marcando um X para as opções escolhidas:

a) Você acha que a radioatividade se parece com:

FORMAS	SIM	NÃO	NÃO SEI
..... uma onda..
um gás....
um líquido
um sólido.
partículas

Nos itens (b) e (c) marque com um X a coluna A para a opção 1, B para a opção 2 e C quando você achar que as duas opções são possíveis.

b) Para você a radioatividade é:

OPÇÃO 1	A	C	B	OPÇÃO 2
natural				artificial
material				imaterial
visível				invisível
duradoura				passageira

c) Para você a radioatividade pode:

OPÇÃO 1	A	C	B	OPÇÃO 2
ser destruidora				ser criadora
ser perigosa				ser benéfica
ser incontrolável				ser controlada
agir por contato				agir á distância
tornar outros corpos radioativos				não tornar outros corpos radioativos
ser medida passar através de objetos				não ser medida não passar através de objetos

7) Agora gostaríamos que você, usando suas próprias palavras, escrevesse o que sabe sobre os seguintes itens abaixo:

FISSÃO NUCLEAR.

.....

.....

.....

CONTAMINAÇÃO RADIOATIVA.

.....

.....

.....

NOME: _____ SÉRIE: _____ TURNO: _____

Responda às seguintes questões usando o seu melhor julgamento e justifique se possível, as suas respostas.

- 1) Assinale com um X as situações nas quais podem ocorrer CONTAMINAÇÃO RADIOATIVA:
- a) Uma pessoa tira um "Raio-X" do pulmão;
 - b) Uma pessoa que trata um câncer sendo irradiada por bomba de cobalto;
 - c) Um técnico-cientista manipulando material radioativo dentro de um laboratório;
 - d) Um faxineiro que trabalha na Usina de Angra I;
 - e) Um funcionário da Usina de Tchernobyl que estava nas proximidades do reator quando este explodiu.
- 2) Marque com um X a coluna A se a opção que você escolher for a 1, B se for a 2 e C quando você achar que as duas opções são possíveis.

Para você a RADIOATIVIDADE:

OPÇÃO 1	A	C	B	OPÇÃO 2
É composta de partículas				Não é composta de partículas
É material				É imaterial
Tem forma				Não tem forma
É natural				É artificial
É permanente				É transitória
Age por contato				Age à distância
Tem que ser transportada				Move por si só
É segura				É arriscada

- 3) Pensando no Brasil atual, qual a sua opinião sobre a utilização da ENERGIA NUCLEAR como forma de gerar eletricidade?

4) Em sua opinião é importante o estudo da RADIOATIVIDADE e da ENERGIA NUCLEAR nos dias de hoje? Justifique.

5) Em relação à sua opinião sobre o tema abordado através da dramatização, a atividade serviu para:

- a) Nada;
- b) Para confundí-lo;
- c) Para justificar a sua opinião anterior;
- d) Para mostrar pontos da questão que ainda não havia percebido;
- e) Para mudar a sua opinião anterior.

6) Que outros temas da ciência você gostaria de trabalhar usando a dramatização?

ANEXO 8

PRÉ E PÓS TESTES PARA O CASO D

QUESTIONÁRIO 1

NOME:..... IDADE:.....

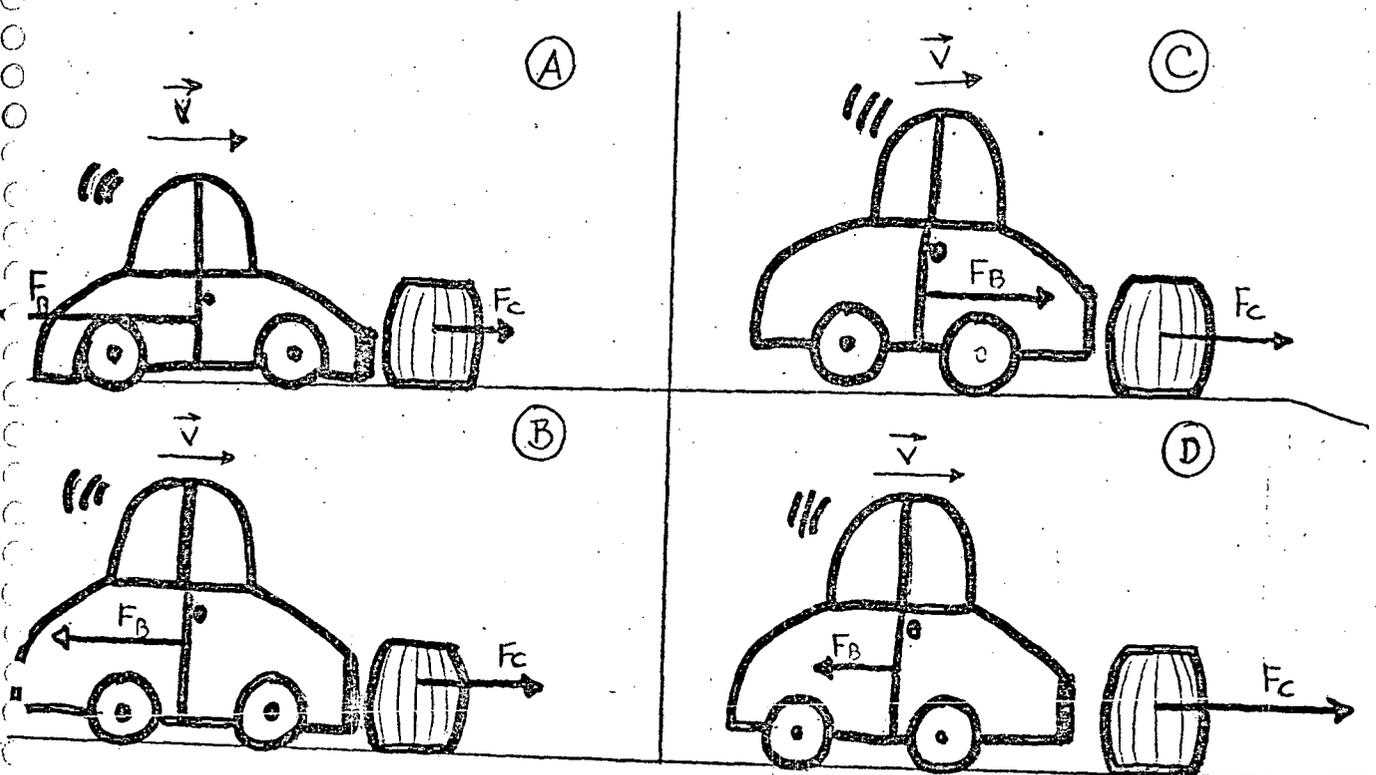
ESCOLA:.....TURNO:.....

Responda às seguintes questões usando o seu melhor julgamento.

Um carro de massa 1000 Kg movimentava-se numa estrada plana quando colidiu num barril de massa 100 Kg que estava parado.

Pensando no instante do IMPACTO entre o CARRO e o BARRIL responda as questões 1 e 2.

1) Escolha entre as figuras abaixo aquela que melhor representa a força que o CARRO exerce no BARRIL e a força que o BARRIL exerce no CARRO:



F_B é a força que o Barril exerce no Carro.

F_C é a força que o Carro exerce no Barril.

2) Escolha entre as situações abaixo aquela que na sua opinião melhor representa a tendência de movimento que o MOTORISTA do carro tem ao bater no barril:



3) Imagine as situações abaixo e responda marcando um X na opção escolhida:

	SIM	NÃO	NÃO SEI
Quanto maior a velocidade do barril imediatamente após o impacto, maior será a distância que ele poderá ser atirado.			
Quanto maior a velocidade do carro no instante do impacto, maior será a velocidade que o barril adquirirá			
Quanto maior a massa do barril maior será a velocidade que ele atingirá imediatamente após o impacto.			

QUESTIONÁRIO 2

NOME:.....IDADE:.....

ESCOLA:.....TURNO:.....

Responda às questões usando o seu melhor julgamento.

Questão 1:

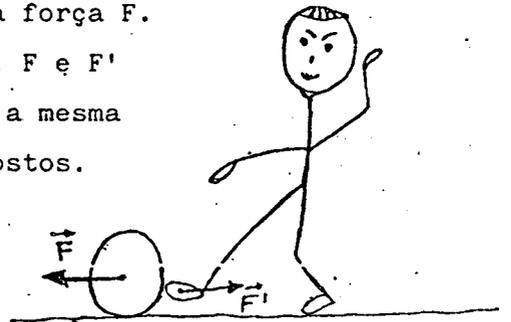
Marque com um X o(s) quadro(s) cujas forças F e F' indicadas representam um par de ação e reação de acordo com a 3ª Lei de Newton. Exemplo:

Um menino chuta uma bola exercendo nela uma força F .

A bola exerce uma força F' no pé do menino. F e F'

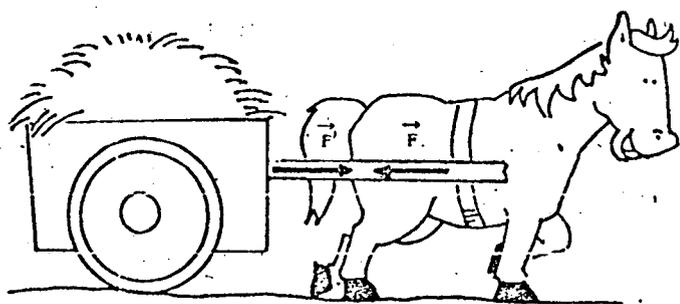
formam um par de ação e reação. F e F' têm a mesma

intensidade, mesma direção mas sentidos opostos.



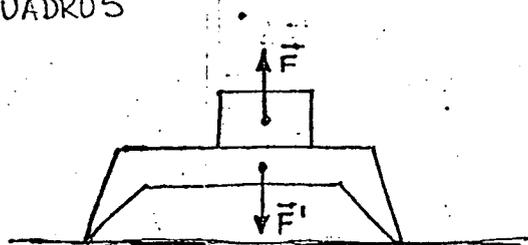
<p>QUADRO 1</p>	<p>F é a força que o carro 1 faz no carro 2 e F' é a força que o carro 2 faz no carro 1.</p>
<p>QUADRO 2</p>	<p>F é a força que a mesa exerce sobre o bloco. F' é a força com a qual o planeta Terra atrai o corpo. F' também é chamada de força peso.</p>
<p>QUADRO 3</p>	<p>F é a força que o remo faz na água e F' é a força que a água faz no remo.</p>

QUADRO 4



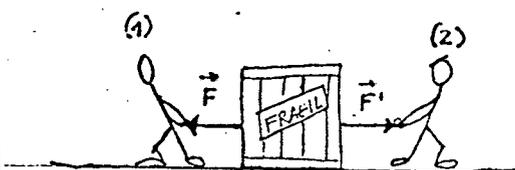
F é a força que a carroça faz no cavalo e F' é a força que o cavalo faz na carroça.

QUADRO 5



F é a força que a mesa faz no bloco e F' é a força que o bloco faz na mesa.

QUADRO 6



F é a força que o homem 1 faz no bloco e F' é a força que o homem 2 faz no bloco.

Questão 2

Que outros temas da ciência você gostaria de trabalhar usando a técnica da dramatização?

.....
.....

ANEXO 9

SINOPSES DE ENREDO E PERSONAGENS E PRÉ E POS TESTES
UTILIZADOS NAS OFICINAS DE DRAMATIZAÇÃO
PARA PROFESSORES DO SEGUNDO GRAU

ACIDENTE EM BOTAFOGO

Ontem, em torno das 15:30h, houve um acidente envolvendo quatro pessoas e dois carros na Praia de Botafogo, esquina com a Rua Oswaldo Cruz, entrada para a pista do Aterro do Flamengo.

Os dois carros - o Voyage placa ZC 4632 e o Gol placa JK 6063, colidiram frontalmente e após a colisão foram enganchados parar em cima do canteiro central, batendo numa árvore.

No Gol estavam as irmãs Patrícia e Ariel Rocha, de 20 e 18 anos. No Voyage estava o casal Carlos (42 anos) e Janaína Teixeira (40 anos).

Ariel Rocha teve que ser transportada para o hospital, com fraturas no ombro e cortes múltiplos no rosto. Os outros envolvidos sofreram leves escoriações e foram socorridos no local.

Interrogada sobre o acidente, Patrícia ainda muito assustada, afirmou que não estava a mais de 60Km/h e que tomou um grande susto ao ver o Voyage cortando a sua frente em grande velocidade. "Eu não pude fazer nada. Quando vi já tinha batido o carro e estávamos indo prá cima da árvore. Foi uma sorte ninguém ter morrido."

Por seu lado, Carlos afirma que não estava alta velocidade e alerta que o sinal no cruzamento estava com defeito. "Eu não tenho culpa se o sinal está defeituoso. Qualquer que fosse a velocidade, a batida era inevitável."

Perguntamos a Carlos se ele não percebeu que o sinal estava com defeito, se ele não viu outros carros atravessando com cuidado o cruzamento já que o sinal estava apagado. Ele nos respondeu que não. "Eu não vi nada de anormal. Nosso sinal estava apagado, mas pensei que estava aberto prá nós, por isso nem me preocupei..."

A esposa de Carlos, Janaína, estava muito aflita, preocupada com o prejuízo financeiro e culpando as ocupantes do outro carro pelo acidente. "Essa juventude é muito irresponsável. Agora só quero ver quem vai pagar pelo prejuízo."

As testemunhas ouvidas afirmam que nenhum dos carros chegou a frear. Antunes Mello, morador do apartamento 1101 do número 621 da Praia de Botafogo, disse que estava na janela na hora do acidente. "Eu vi tudo lá de cima. Eles nem sequer frearam ao cruzar o sinal, simplesmente continuaram com a mesma velocidade."

Perguntamos ao porteiro do prédio, Isaías de Souza, se ele viu o acontecido. "Eu vi eles baterem. Esse sinal vive enguiçando. Ainda na semana passada teve outro acidente, só que morreu um rapaz. Por conta dessas coisas mandaram um guarda ficar aqui na esquina até poderem trocar o sinal."

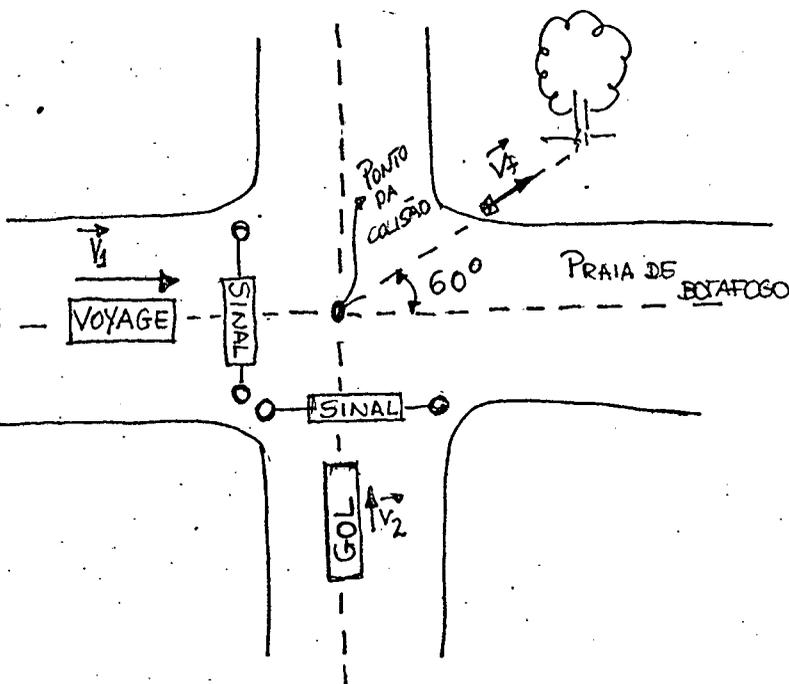
Procuramos pelo guarda de trânsito, mas ele tinha ido ao banheiro na hora do acidente e não viu o que aconteceu, aparecendo no local depois da batida.

A perícia chegou ao local 25 minutos depois do acontecido. O perito Manoel Carlos de Medeiros está tentando reconstituir o acidente para saber que outras infrações às leis do trânsito podem ter sido cometidas.

Até o momento o perito recolheu os seguintes dados:

- a) os dois carros possuem massas que podem ser consideradas iguais;
- b) o Gol estava com velocidade de 60Km/h no momento da colisão;
- c) os dois carros durante o choque engancharam-se e dirigiram-se com a mesma velocidade para uma árvore que estava num ângulo de 60° com a horizontal;
- d) ambos os sinais no cruzamento estavam apagados.

O perito fez um rascunho de suas anotações que reproduzimos aqui:



$$Q = m\vec{v}$$

$$Q_{\text{inicial}} = \underbrace{m_1 \vec{v}_1}_{\vec{Q}_1} + \underbrace{m_2 \vec{v}_2}_{\vec{Q}_2} \quad \left. \begin{array}{l} m_1 = m_2 \\ v_2 = 60 \text{ km/h} \end{array} \right\}$$

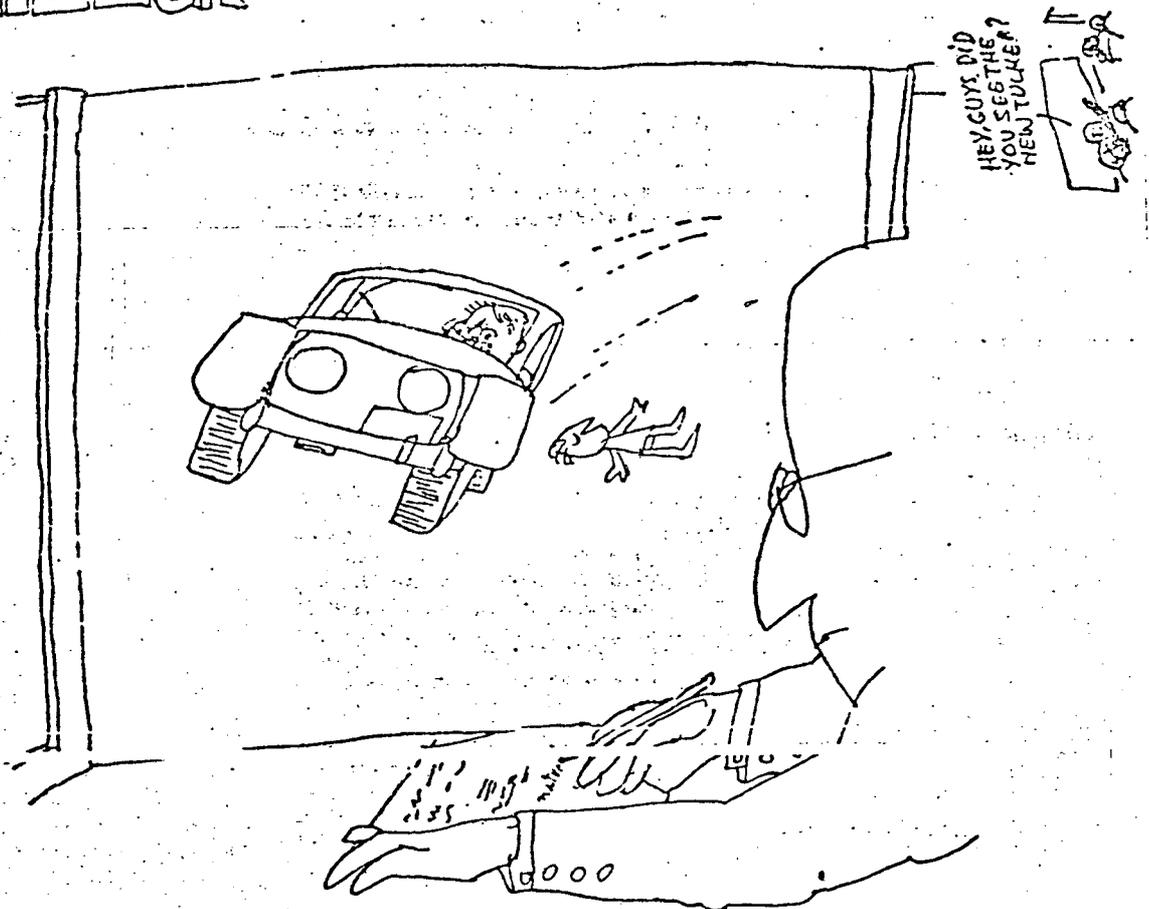
$$Q_{\text{final}} = (m_1 + m_2) \vec{v}_f$$

$$\vec{Q}_f = \vec{Q}_1 + \vec{Q}_2$$

$$\cos 60^\circ = \frac{Q_1}{Q_f} \quad e$$

$$\text{sen } 60^\circ = \frac{Q_2}{Q_f}$$

Perguntado sobre a velocidade do Voyage no momento da colisão no cruzamento, o perito respondeu que tudo que preciso saber estava no rascunho que nos entregou. "Agora é resolver esse pequeno quebra-cabeças e questionar as responsabilidades no ato de dirigir no trânsito."



SÁBIO, SEM DÚVIDA, ERA O MÉDICO CARIOCA
QUE, NO ATESTADO DE ÓBITO DA CRIANCINHA
MORTA POR ATROPELAMENTO, COLOCOU APENAS:
"morte natural".

Só perícia explica acidente

Onde motorista preso é exceção

Bebida na estrada pode ser proibida

Proibir a venda de bebida alcoólica nas estradas diminui o risco de acidentes? O deputado estadual Roberto Pinto (PFL) acredita que sim: em junho deste ano apresentou projeto de lei, de número 817, que prevê a proibição da venda de bebidas alcoólicas em terminais rodoviários e rodoferroviários, restaurantes e bares ao longo das estradas do Estado do Rio e estabelece punições para quem desrespeitar a lei.

Médico, especializado em traumatologia, Roberto Pinto conta que já atendeu a milhares de pessoas que sofreram acidentes de trânsito depois de terem bebido. "Muitos chegam aos hospitais sem saber sequer como aconteceu porque a bebida os fez perderem a noção da realidade. A minha experiência como médico me leva a acreditar nas estatísticas, que dizem que 50% dos acidentes são causados pela ingestão de álcool", diz o deputado.

O projeto da lei seca nas estradas do Rio está tramitando nas comissões da Assembleia Legislativa, mas o deputado do PFL vai encaminhar à mesa diretora solicitação de urgência, para que seja votado ainda em agosto. Se aprovado, dará competência ao estado para punir com multa e até fechamento do estabelecimento, o comerciante que insistir na venda de bebida alcoólica ao longo das estradas e em terminais de embarque e desembarque. Pelo projeto, o motorista que causar acidente com vítimas e estiver alcoolizado será preso e processado e seu veículo e carteira de habilitação apreendidos por três anos.

Consciência — "Reconheço que uma simples proibição não resolve o problema, mas a medida pode coibir o abuso e deverá ser tomada junto com um trabalho de conscientização. É preciso mostrar a necessidade de se cumprir a lei", afirma o deputado, acrescentando: "Todos nós temos o direito de fazer o que desejamos, mas não o de alterar nossas condições orgânicas e psíquicas que podem nos transformar em assassinos em potencial".

Porteiros dizem que jovens faziam 'pega' em Ipanema

JB, 13/08/89

Brasileiro acha que rua é autódromo

Maurício Gugelmin *

O impulso que faz os brasileiros serem bons pilotos de corrida é o mesmo que os torna maus motoristas no trânsito. Nossa mentalidade é a de que temos de passar todo mundo para trás. Não admitimos perder. Não admitimos tirar o pé do acelerador antes do cara do lado. Isso vem de berço, faz parte de nossa educação. No caso dos homens, confunde-se com a mania de ser machão. O resultado, no trânsito, é um estilo arrojado demais, que ficaria bem num autódromo, mas não combina com as condições de ruas e estradas.

Eu tenho essa mentalidade: no autódromo, adoro passar os outros para trás. Mas este é meu trabalho, minha profissão. No trânsito, isso não funciona por diversas razões, desde a má qualidade das estradas e dos carros — muito menos desentolvidos no Brasil do que em outros países — até a disparidade entre os veículos envolvidos: uns são pesados, outros mais leves e ágeis, outros são caminhões. Motorista de caminhão, principalmente, tem a tendência de deixar os outros em geladas.

De certo modo, os mesmos problemas existem em outros países, mas até um certo limite. Na Europa há uma noção de disciplina. Por exemplo: se existe um bloqueio na pista e três filas de carros têm que virar uma, isso é feito ordenadamente, cada um entra na sua vez e tudo bem. No Brasil todo mundo se embola, em vez de três filas você passa a ter cinco, há sempre alguém tentando ultrapassá-lo por fora. Resultado: ninguém sai do lugar.

* Maurício Gugelmin disputa o Campeonato Mundial de Fórmula 1 pela March.

PRÉ-TESTE APLICADO NAS OFICINAS PARA PROFESSORES

NOME: _____ IDADE: _____

DISCIPLINA QUE LECIONA: _____ ESCOLA(S): _____

Este questionário faz parte de um estudo que estamos realizando sobre a aplicabilidade dos jogos dramáticos no ensino da Física e das ciências em geral.

Agradecemos a sua colaboração.

1) Quais as razões que o levaram a se inscrever nesta oficina?

2) O que você entende por:

TEATRO: _____

JOGOS DRAMÁTICOS: _____

3) Você já utilizou alguma atividade dramática (teatro, jogos dramáticos, etc.) em suas aulas? Com que finalidade?

4) Como você vê a utilização de dramatizações no ensino de ciências, principalmente no curso secundário?

PÓS TESTE

QUESTIONÁRIO 2

NOME: _____

DISCIPLINA QUE LECIONA: _____

Agora que você participou das atividades realizadas nesta Oficina, pediríamos que você respondesse a mais algumas questões.

- 1) Como você utilizaria as dramatizações em suas aulas? Quais os objetivos que você procuraria alcançar?

- 2) Que dificuldades você teria para aplicar as dramatizações em suas aulas?

- 3) Você teria algo novo a acrescentar a respeito dos jogos dramáticos e a sua utilização no ensino de ciências?

- 4) Em sua opinião, o tema "Trânsito" abordado através da dramatização foi proveitoso para você? E para os seus alunos, também seria?

- 5) Você tem alguma sugestão que gostaria de deixar registrada? Qual?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referências bibliográficas

- AGUIAR, Moysés. *Teatro da Anarquia: um resgate do psicodrama*. Campinas, São Paulo: Papirus, 1988.
- ALVES, R. *Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e suas regras*. 7 ed. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- BOAL, Augusto. *Teatro do Oprimido e Outras Poéticas Políticas*. 4 ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1983.
- _____. *Stop: C'Est Magique!* Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1980.
- BRANDÃO, Carlos Rodrigues. *O que é educação?*. 18 ed. São Paulo: Brasiliense, 1980. Coleção: Os primeiros passos.
- BRANDÃO, Junito de Souza. *Teatro Grego: Tragédia e Comédia*. 4 ed. Petrópolis: Rio de Janeiro: Vozes, 1985.
- BUTLER, James E. Science Learning and Drama Processes. *Science Education*, V.73, n.5, p. 569-579, 1989.
- CAMPBELL, D.T & STANLEY, J.C. *Delineamentos Experimentais e Quase-Experimentais de Pesquisa*. São Paulo: EPU, 1979.
- COHEN, L. & MANION, L. *Research Methods in Education*. 3 ed. London: Routledge, 1989.
- D'ANDRÉA, Flávio F. *Psicodrama: Teoria e Técnicas*. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1987.
- DRIVER, Rosalind. *Psicologia Cognoscitiva y Esquemas Conceptuales de los Alumnos*. *Enseñanza de las Ciencias*, V.4, n.1, p.3-15, 1986.
- _____. *Un Enfoque Constructivista par el Desarrollo del Currículo en Ciencias*. *Enseñanza de las Ciencias*, V.6, n.2, p.109-120, 1988.
- ERICKSON, G. L. Children's Viewpoints of Heat: A Second Look. *Science Education*, V.64, n.3, p.323-336, 1980.
- FEYERABEND, Paul K. *Contra o Método*. 3 ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.
- FILIPECKI, A.T. et al. *Visão dos Estudantes sobre Ciência e Tecnologia do Ponto de Vista do Cidadão Educado*. IN: ATAS DO IX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. São Carlos/SP, 1991.

- GUATTARI, Felix. *As Três Ecologias*. 2 ed. Campinas, São Paulo: Papirus, 1990.
- HOLLINS, M. Case Study 24: Educational Drama. IN: WATTS, M. & BENTLEY, D. *Learning and Teaching in School Science: Practical Alternatives*. Philadelphia: Milton Keynes: Open University Press, 1989. Cap. 7, p.148-153.
- JEWETT, J. W. J. Scientific Presentation of Project Results: Role-playing in a Course for Nonscientists. *American Journal of Physics*. v.49, n.6, p.555-557, Jun/1987.
- LOPES, J. *Pega Teatro*. Campinas, São Paulo: Papirus, 1989.
- LÜDKE, M. & ANDRÉ, M.E.D.A. *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- Mc MURDO, A. Taking the Plunge with Role-play. Departmental In-service Using SATIS Materials. *School Science Review*, v.71, n.257, p.131-134, Jun/1990.
- MENDES, D.T. Realidade, Experiência e Criação. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*. Rio de Janeiro, n.130, p.227-240, Abr/Jun 1973.
- MONTEIRO, R. F. *Jogos Dramáticos*. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1979.
- MOREIRA, M. A. *Pesquisa em Ensino: Aspectos Metodológicos e Referenciais Teóricos à Luz do Vê Epistemológico de Gowin*. São Paulo: EPU, 1990.
- MORENO, J. L. *Psicodrama*. São Paulo: Cultrix, 1980.
- _____. *O Teatro da Espontaneidade*. São Paulo: Summus, 1984.
- NIXON, J. Case Study 23. Drama, Science and Issues of Value. IN: WATTS, M. & BENTLEY, D. *Learning and Teaching in School Science: Practical Alternatives*. Philadelphia: Milton Keynes: Open University Press, 1989.
- OSTROWER, F. *Criatividade e Processos de Criação*. Rio de Janeiro: Imago, 1977.
- PAUN, E. Assessing the Influence of Empirical Knowledge on the Acquisition of Scientific Concepts. IN: INNOVATIONS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION. UNESCO, V.3, [199?].
- ROMANA, M. A. *Psicodrama Pedagógico*. 2ed. Campinas, São Paulo:

- Papirus, 1987.
- RYNGAERT, J. P. *O Jogo Dramático no Meio Escolar*. Coimbra: Centelha, 1981.
- SCHÜTZENBERGER, A. A. *O Teatro da Vida: Psicodrama*. São Paulo: Duas Cidades, 1970.
- SOLOMON, J. Teaching the Conservation of Energy. *Physics Education*, n.20, p.165-170, 1985.
- TAYLOR, C. Dramatic Events in Science Education. *Physics Education*, n.22, p.294-298, 1987.
- UNESCO. *Science and Technological Education and National Development*. 1983.
- VEGA, R. *El Teatro en la Educación*. Editorial Plus Ultra, 1981.
- WATTS, M. & POPE, M. Thinking about Thinking, Learning about Learning: Constructivism in Physics Education. *Physics Education*, n.42, p.326-331, 1989.
- WEIL, P. *Psicodrama*. 2ed. Rio de Janeiro: CEPAL, 1978.
- ZANETIC, J. *Física Também é Cultura*. São Paulo: FEUSP, 1989. (Tese de Doutorado)
- ZYLBERSZTAJN, A. Concepções Espontâneas em Física: Exemplos em Dinâmica e Implicações para o Ensino. *Revista de Ensino de Física*, São Paulo, v.5, n.2, Dez/1983.