

**PADRÕES DE INTERAÇÃO E APRENDIZAGEM EM
MUSEUS DE CIÊNCIAS**

DOUGLAS FALCÃO SILVA

RIO DE JANEIRO

MAIO DE 1999

**PADRÕES DE INTERAÇÃO E APRENDIZAGEM EM
MUSEUS DE CIÊNCIAS**

DOUGLAS FALCÃO SILVA

Tese submetida à Universidade Federal do Rio de Janeiro visando a obtenção do grau de mestre em Ciências Biológicas, modalidade Educação, Gestão e Divulgação em Biociências.

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Bioquímica Médica
Instituto de Ciências Biomédicas - Centro de Ciências da Saúde

Maio de 1999

O presente trabalho foi realizado no Museu de Astronomia e Ciências Afins-CNPq em parceria com o Núcleo de Educação para a Ciência, criado e coordenado pelo Prof. Leopoldo de Meis, no Laboratório de Bioenergética, do Departamento de Bioquímica Médica, do Instituto de Ciências Biomédicas, do Centro de Ciências da saúde, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob a orientação do Prof. Henrique Lins de Barros.

A Jô, Lucas e Filipe,
pela família gostosa que formamos e pela
compreensão nas horas subtraídas do nosso convívio.

Agradecimentos

Ao prof. Henrique Lins de Barros pela orientação inteligente e amiga e pelo apoio nos momentos difíceis.

Ao prof. Leopoldo de Meis pela oportunidade dada de compartilhar e conhecer mais proximamente cientistas de bancada envolvidos na problemática educacional.

Aos amigos do Departamento de Educação do MAST e do Departamento de Educação da UFF, com os quais foram desenvolvidas dezenas de horas de ricas discussões, dentre elas, a temática da aprendizagem em Museus de Ciência.

Ao Prof. Creso (Puc-Rio) pela colaboração nas fases iniciais da pesquisa.

A Profa. Guaracira pelo apoio e estímulo dados.

ÍNDICE

1. Introdução	1
2. Educação em Museus	4
2.1 Alfabetização Científica e os Museus	4
2.2 O Distanciamento Entre o Cidadão Comum e a Ciência	9
2.3 Breve Relato Histórico dos Museus de Ciência e Tecnologia	17
2.4 A Dimensão Educativa nos Museus	21
3. A interatividade nos Museus	38
3.1 Uma Nova Forma de Comunicação com o Visitante	38
3.2 Considerações Teóricas Sobre a Interatividade	42
4. Caracterização da Exposição	53
4.1 Descrição e Conceituação	53
4.2 Justificativa Para a Escolha da Temática das Estações do Ano	59
5. Metodologia	78
5. Padrões de Interação dos Estudantes	81
5.1 Padrões de Interação entre os Estudantes e a Exposição	81
5.2 Padrões de Interação entre os Estudantes e os Modelos Pedagógicos	90
6. Resultados e Análise dos Questionários	113
6.1 Descrição e Pré-Categorização das Respostas da Questão Sobre Dias e Noites	114
6.2 Proposição das Categorias Finais na Questão Sobre Dias e Noites	124
6.3 Descrição e Análise da Questão Sobre Duração dos Dias e Noites nas Estações	132

6.4 As Representações sobre as Estações	137
6.5 Descrição e Pré-Categorização das Respostas na Questão Aberta Sobre as Estações	143
7.6 Proposição das Categorias Finais na Questão Aberta Sobre as Estações	152
7.7 Análise das Questões Relativas a Oposição das Estações nos Hemisférios	160
7.8 Análise da Questão Sobre a Influência das Estações Sobre a Vida	162
7.9 Análise dos Resultados das Questões Abertas Sobre Dias e Noites e Estações do Ano em Função das Turmas Visitantes	169
8. Análise das Entrevistas : As Interpretações dos Estudantes Sobre os Modelos Pedagógicos	199
9. Conclusão	231
10. Resumo	255
11. Bibliografia	257
12. Anexos	
12.1 Questionário Piloto	
12.2 Questionário Definitivo	
12.3 Roteiro da Entrevista	
12.4 Ficha de Registro de Observação Piloto	
12.5 Ficha de Registro de Observação Definitiva	

Figuras e Tabelas

Tab.1 - Aprendizagem Formal em Ciências X Aprendizagem Não-formal em Ciências	pág. 28
Fig.1- Foto de Modelos Interativos do Instituto e Museo Di Storia Scienza Di Fienza	pág. 40
Fig. 2 - Layout da Exposição	pág. 63
Fig. 3 - Visão Geral da Exposição	pág.63
Fig. 4 - Foto Externa e Interna do Modelo <i>Claro e Escuro</i>	pág. 64
Tab. 2 - Aspectos Relevantes do Modelo <i>Claro e Escuro</i>	pág. 65
Fig. 5 - Foto do Modelo <i>O Sol Sou Eu</i>	pág. 66
Tab. 3 - Aspectos Relevantes do Modelo <i>O Sol Sou Eu</i>	pág. 66
Fig.6- Foto do Modelo <i>O Eixo da Terra e as Estações</i>	pág. 67
Tab. 4- Aspectos Relevantes do Modelo <i>O Eixo da Terra e as Estações</i>	pág. 68
Fig. 7 - Foto do Modelo <i>Uma Inclinação Diferente</i>	pág. 68
Tab. 5 - Aspectos Relevantes do Modelo <i>Uma Inclinação Diferente</i>	pág. 69
Fig. 8 - Foto do Modelo <i>O Eixo da Terra</i>	pág. 70
Tab. 6 - Aspectos Relevantes do Modelo <i>O Eixo da Terra</i>	pág. 71
Fig. 9 - Foto do Modelo <i>A Terra Sonora</i>	pág. 71
Tab. 7 - Aspectos Relevantes do Modelo <i>Terra Sonora</i>	pág. 72
Fig. 10- Foto do Modelo <i>As Estações do Ano</i>	pág. 72
Tab. 8 - Aspectos Relevantes do Modelo <i>As Estações do Ano</i>	pág. 73

Fig. 11 - Foto do Modelo <i>A Luz Chega a Terra</i>	pág. 74
Tab. 9 - Aspectos Relevantes do Modelo <i>A Luz Chaga a Terra</i>	pág. 74
Fig. 12 - Foto do Modelo <i>A luz do Sol Chega a Terra</i>	pág. 75
Tab. 10 - Aspectos Relevantes do Modelo <i>A Luz do Sol Chaga a Terra</i>	pág. 75
Fig. 13 - Foto do Painel <i>Qual a Sua Impressão?</i>	pág. 76
Fig. 14 - Foto do Painel Para Saber Mais - Textos de Aprofundamento	pág. 77
Fig.15- Distribuição Etária dos Estudantes Visitantes	pág. 84
Tab. 11 - Frequências Médias dos Indicadores da Qualidade da Visita	pág. 86
Tab. 12 - Distribuição das Frequências dos Indicadores da Qualidade da Visita	pág. 86
Tab. 13 - Indicadores da Qualidade da Visita para $A < V/2$ e $A > V/2$	pág. 88
Tab. 14: Distribuição de Gênero, Idade e Procedência dos Estudantes nos Grupos de Utilização Adequada e Duvidosa da Exposição	pág. 89
Tab. 15 - Indicadores da Qualidade da Visita em Função da Faixa Etária	pág. 90
Tab. 16: Perfil Comunicativo do Modelo <i>O Sol Sou Eu</i>	pág. 92
Tab. 17: Perfil Comunicativo do Modelo <i>Claro e Escuro</i>	pág. 94
Tab. 18: Perfil Comunicativo do Modelo <i>A Terra Sonora</i>	pág. 96
Tab. 19: Perfil Comunicativo do Modelo <i>A Luz Chega a Terra</i>	pág. 98
Tab. 20: Perfil Comunicativo do Modelo <i>As Estações do Ano</i>	pág. 100
Tab. 21: Perfil Comunicativo do Modelo <i>O Eixo da Terra</i>	pág. 102

Tab. 22: Perfil Comunicativo do Modelo <i>O Eixo da Terra e as Estações</i>	pág.104
Tab. 23: Perfil Comunicativo do Modelo <i>Uma Inclinação Diferente</i>	pág. 107
Tab. 24: Perfil Comunicativo do Modelo <i>A Luz do Sol Chega a Terra</i>	pág. 109
Tab. 25: Perfil Comunicativo do Painel <i>Qual a Sua Impressão?</i>	pág. 110
Tab. 26: Perfil Comunicativo do Painel <i>Para Saber Mais ?</i>	pág. 111
Fig 16 - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário -Ciclos dos Dias e das Noites	pág. 129
Tab. 27- Cruzamento Entre as Categorias das Respostas Para O Ciclo dos Dias e Noites no 1 ^o e 2 ^o Questionários	pág. 130
Tab. 28 - Migrações Positivas - Ciclo dos Dias e Noites	pág. 131
Tab. 29 - Cruzamento das respostas - Estrelas Cadentes	pág. 134
Tab. 30 - Cruzamento das respostas - Lua Cheia Todo Mês	pág. 135
Tab. 31 - Cruzamento das respostas - Maré Alta Todo Dia	pág. 135
Tab. 32 - Cruzamento das respostas - Dias Maiores que as Noites no Verão	pág. 135
Tab. 33 - Preferências de Estações	pág. 137
Tab.34 - Representações dos Estudantes Sobre o Verão	pág. 149
Tab. 35 - Representações dos Estudantes Sobre o Inverno	pág. 140
Tab.36 - Representações dos Estudantes Sobre o Outono	pág. 140
Tab. 37 - Representações dos Estudantes Sobre a Primavera	pág.141

Fig.17 - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionários Ciclo das Estações do Ano	pág. 154
Tab.38 - Cruzamento Entre as Categorias das Respostas Para o Ciclo das Estações do Ano no 1º e 2º Questionários	pág.155
Tab. 39 - Migrações Positivas - Ciclo das Estações do Ano	pág. 156
Tab. 40 - Cruzamento das Questões Sobre a Oposição das Estações nos Hemisférios - Primeiro Questionário	pág. 161
Tab. 41 - Cruzamento das Questões Sobre a Oposição das Estações nos Hemisférios no Segundo Questionário	pág. 162
Tab. 44 - Relação Entre as Estações do Ano e a Vida na Terra	pág. 169
Fig.18 - Turma A - Comparação do Primeiro e Segundo Questionário Dias e Noites	pág. 173
Fig.19 - Turma A -Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário Estações do Ano	pág. 174
Fig. 20 - Turma B - Comparação do Primeiro e Segundo Questionário Dias e Noites	pág.176
Fig. 21- Turma B - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário Estações do Ano	pág. 177
Fig. 22- Turma C - Comparação do Primeiro e Segundo Q uestionário Dias e das Noites	pág. 179
Fig. 23 - Turma C - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário Estações do Ano	pág. 180
Fig. 24 - Turma D -Comparação do Primeiro e Segundo Questionário Dias e Noites	pág. 182
Fig. 25 - Turma D - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário Estações do Ano	pág. 184

Fig. 26 -Turma E - Comparação Entre Primeiro e Segundo Questionário Dias e Noites	pág.186
Fig.27 - Turma E - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário Estações do Ano	pág. 187
Fig. 28 - Turma F - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário Dias e Noites	pág. 188
Fig.29 - Turma F - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário Estações do Ano	pág. 190
Fig. 30 - Turma G - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário Dias e Noites	pág. 192
Fig. 31 - Turma G - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário Estações do Ano	pág. 193
Tab. 45 - Total de Passos e Porcentagem de Migrações Positivas das Turmas Dias e Noites e Estações do Ano	pág. 195
Tab. 46 - Porcentagem de Lembranças e Interpretações dos Modelos	pág. 200
Fig. 32 - Representação da Noção de Envolvimento	pág. 238
Fig. 33 - Disposição dos Modelos e Painéis no diagrama do <i>Envolvimento</i>	pág. 239
Tab. 42 - Comparação das Categorias de Análise Para os Ciclos dos Dias e das Noites e das Estações no Primeiro Questionário	pág. 241

Capítulo I - Introdução

A presente pesquisa objetiva contribuir para a compreensão da aprendizagem que ocorre nos Museus de ciências por meio do estudo empírico do impacto da visita de estudantes a uma exposição de Astronomia.

Durante muito tempo coube a escola, quase que exclusivamente, o papel de educar para a Ciência. Ao mesmo tempo, a Ciência e a Tecnologia impregnaram-se no cotidiano das pessoas sem pedir licença. Ambas cada vez mais complexas e cuja produção está concentrada em poucos países e em um número de indivíduos que mal representam um traço do ponto de vista estatístico.

Evidentemente ainda cabe a escola, a maior parcela de responsabilidade na formação científica da sociedade, no entanto, nas últimas décadas tem crescido em quantidade e qualidade outros tipos de instituições ou veículos que passaram a contribuir com a escola no papel de educar para a Ciência. Museus de ciências e História Natural, publicações periódicas de divulgação científica, rádio, televisão e agora as redes de informação promovem o que chamamos de educação não-formal e informal em Ciências. É importante observar que não há consenso sobre a natureza da aprendizagem promovida por estes novos parceiros da escola.

Alguns defendem a idéia de que aprendizagem é aprendizagem, isto é, o contexto no qual ela ocorre não se constitui em um parâmetro capaz de mudar a natureza dos elementos envolvidos na aprendizagem. Nessa perspectiva, as diferenças observadas são muito mais de grau do que de natureza. Outros defendem que as diferenças de contexto, tais como a expectativa, o não compromisso com avaliações e currículos, etc. fazem das atividades extra-escolares um processo no qual se desenvolve um outro tipo de aprendizagem, mais afetiva, pouco previsível, de caráter mais social.

Os Museus de ciências e de História Natural são possuidores de características próprias que, associadas às expectativas da sociedade, os torna um ambiente de caráter educativo, porém geradores de um amplo espectro de uso por parte dos visitantes. Ao lado de alguém que busque o entretenimento descompromissado, pode estar outro que esteja buscando conscientemente a apreensão de conteúdos específicos. Por essa razão, os museus devem estar preparados para atender simultaneamente um amplo espectro de interesses.

O objetivo da presente pesquisa é estudar o impacto de uma visita a um Museu de Ciências. O público avaliado é formado por estudantes. O estudo constitui-se na proposição de padrões de interação com uma exposição, avaliação das mudanças de modelos expressos sobre os temas abordados e o levantamento das interpretações dos estudantes com relação aos modelos constituintes dessa exposição. O objetivo é compor um quadro no qual os três tipos de dados se complementem e permitam a compreensão dos elementos que permeiam a aprendizagem por intermédio das interações proporcionadas na visita.

No capítulo I discutimos o crescente distanciamento entre o homem comum e a ciência na sociedade moderna respaldando os esforços de divulgação da ciência para além da escola. Nesse contexto, os Museus de ciências e de História Natural se constituem em instituições próprias para o desenvolvimento de iniciativas voltadas para a educação científica do público em geral. Neste capítulo tratamos ainda da introdução da dimensão educativa nos museus, e particularmente o papel educativo dos Museus de ciências.

O capítulo II dá continuidade a abordagem educacional, porém enfoca a questão da interatividade nos Museus de ciências. É objetivo aqui oferecer uma visão panorâmica de uma forma de comunicação que tem norteado a criação de novos museus por todo o mundo nos últimos trinta anos, incluindo o Brasil a partir da década de oitenta no RJ, SP, Bahia e mais recentemente no Rio Grande do Sul.

No capítulo III descrevemos três tipos de exposições interativas criadas no Museu de Astronomia e Ciências Afins. A passagem de uma para outra representa diferenciações de concepções pedagógicas que as sustentam. Neste sentido, elas representam evolução de concepções e paradigmas aplicados às exposições. Tal processo culmina em uma exposição com características bastante próprias e que se constituiu no ambiente no qual a presente pesquisa foi desenvolvida.

Os capítulos seguintes apresentam os dados e discussões relativas ao padrão do comportamento dos estudantes com a exposição, as mudanças nos seus modelos explicativos e as interpretações que desenvolveram a partir da interação com os aparatos constituintes da exposição *As Estações do Ano: A Terra em Movimento*.

Capítulo II - Educação em Museus

Alfabetização Científica e os Museus

Os autores que discutem a questão da alfabetização científica reconhecem que a escola não tem condições de ser o único *locus* responsável pela educação científica da sociedade.

O conceito de alfabetização científica não tem conceituação precisa. Cazelli (1992) discute o termo a partir de autores que, em sua maioria, defendem a idéia de que a alfabetização científica proporciona uma inserção crítica do cidadão em questões relativas a ciência e tecnologia, e colabora para que a sociedade em geral desenvolva uma atitude positiva para com a ciência.

As conceituações apresentadas por Cazelli variam desde proposições com tal grau de exigência, que pode levar muitos cientistas a serem considerados analfabetos científicos em temas fora de sua especialização (como a defendida por Arons na qual a alfabetização científica de um indivíduo está ligada a questões relativas aos processos do estudo científico, estruturação dos conceitos científicos básicos e a conscientização do impacto da C & T na sociedade), até aquelas de outra natureza, que permitem cidadãos comuns, sob certas condições, possam ser considerados cientificamente alfabetizados. Shen (1975) propõe três noções de alfabetização científica.

A primeira delas seria a prática, que capacita o indivíduo a resolver, de forma imediata, problemas básicos, como por exemplo, a diminuição dos gastos domésticos com energia elétrica. A cívica capacitaria o cidadão a tomar decisões em assuntos ligados a C & T. Programas que buscassem orientar o público em um plebiscito sobre a inundação de uma área verde para construção de uma usina de energia, seria um bom exemplo. Enquanto a alfabetização cultural é

experimentada por aqueles que vêem a ciência como um produto cultural da humanidade e se empenham em aprofundar seus conhecimentos segundo suas áreas de interesse.

Mike Michael (1996) aponta para o fato de que o entendimento público da ciência ultrapassa a questão do conhecimento dos conteúdos da ciência por parte das pessoas. Para este autor, as pessoas não possuem simplesmente conhecimento sobre fatos, processos e procedimentos científicos. Segundo ele, é possível identificar, mesmo dentro de um “discurso da ignorância”, manifestações acerca da ciência e suas instituições a partir de uma perspectiva social que revela as concepções do interlocutor com relação a ciência.

Para Michael, há abordagens que postulam estudar o entendimento público da ciência e no entanto, limitam-se a descrever o conhecimento científico que as pessoas “possuem”. É o que ele chama de abordagens descritivas. Ou seja, uma representação ou narrativa é tomada e não raramente é disseminada pela mídia. Como exemplo, foi estampado em 19 de novembro de 1989 no jornal *Sunday Times*: “Os Britânicos podem estar em sérios problemas: mais de um terço da população não sabe que a Terra se move ao redor do Sol”. Na perspectiva do autor, esta é uma típica situação na qual uma narrativa é mostrada para uma larga audiência e o contraste entre o conhecimento científico e a “ignorância” pública é reiterada. Aqui vê-se negligenciada a característica social e reflexiva do entendimento, isto é, as razões que levaram estas pessoas a desenvolver essa idéia bem como a natureza de suas reflexões sobre suas respostas.

O autor ainda cita duas outras modalidades de pesquisas na área de entendimento público da ciência :a teoria das representações sociais e os modelos mentais.

Michael se apoia na definição de representações sociais proposta por Moscovici, segundo a qual, estas caracterizam-se como conceitos, considerações, expressões, imagens e explanações geradas ao longo da comunicação inter-individual e cuja principal função seria transformar o não-familiar em familiar. É exatamente esta característica que marca a relevância dessa perspectiva de pesquisa no entendimento público da ciência: familiarizar a produção da ciência. O autor aponta como limitação dessa perspectiva a não consideração das formas com as quais as pessoas podem construir o status epistemológico de seu conhecimento. O que crucialmente consiste em considerar, extensivamente, como as pessoas constroem a ausência de conhecimento (como por exemplo, conhecimento “deficitário” ou a não predisposição em revelar o que é sabido). Segundo o autor, isto disponibilizaria os tipos de relação entre o leigo e a ciência, que são evidenciadas na reflexão sobre a ignorância.

E por último, a terceira abordagem descritiva foi desenvolvida pelos psicólogos cognitivistas que tem examinado a compreensão da ciência e tecnologia em termos de modelos mentais. Gilbert e Boulter (1998) definem modelos como “representação de uma idéia, de um objeto, de um evento, de um processo ou de um sistema”. Essa perspectiva de pesquisa tem estudado os modelos mentais que as pessoas possuem a respeito de fenômenos como: movimento, força, eletricidade, fenômenos astronômicos (eclipses, dia e noite, estações do ano, etc.), fotossíntese, célula, etc.

Michael considera essa abordagem limitada uma vez que, em geral, não se considera o contexto social e cultural em que esses modelos são criados, e não costumam considerar os diferentes pesos políticos dos diferentes temas científicos.

O autor exemplifica esta questão na comparação entre uma pesquisa de modelos mentais na área de radiações ionizantes e as outras já citadas anteriormente. Evidentemente as primeiras contam com maior familiaridade por parte dos respondentes, mas são fundamentalmente uma categoria de conhecimento, que a princípio não estão associadas a questões políticas e morais, que estão presentes em uma discussão sobre um tema como radiações ionizantes.

Frente a tal diversidade de considerações sobre os elementos envolvidos na conceituação do que chamamos de alfabetização científica, vale a pena destacar algumas posições pessoais. Entendo que a posição de Mike Michael é muito importante no sentido apontar para as limitações das abordagens designadas por ele como descritivas. De fato, o entendimento público da ciência está muito além da listagem de conhecimentos que o público em geral, supostamente, deveria saber e não sabe. A incorporação de tal enfoque social e cultural vem a enriquecer o atual quadro de abordagens na área dos estudos do entendimento público da ciência.

No entanto, creio que existem outras questões a considerar. Primeiramente trata-se da visibilidade do tema científico em questão junto ao público. O tema das radiações ionizantes exemplificado por Michael, é de certa forma, obscuro para o público leigo; o tema está ausente da educação formal, excentuando-se evidentemente, para aqueles que seguem uma especialidade afim a este tema. Segundo, as analogias empregadas na área de física moderna ainda são muito incipientes, o que constitui obstáculo para sua inserção no ensino formal. As discussões e as iniciativas educativas, que têm por objeto a introdução da física moderna no ensino não universitário, só agora começam a se avolumar em congressos e publicações da área (Alvet & Delizoicov, 1998).

Portanto, não é surpresa que em temas dessa natureza, se tenha de propor outros caminhos, que não o conteúdo para a análise da compreensão pública da ciência. Na minha leitura pessoal, as abordagens descritivas, dependendo do tema e do contexto em que estão inseridas, podem e devem contribuir para os estudos sobre o entendimento público da ciência. Estamos no limiar do século XXI, e se 30 % da população de um país como a Inglaterra, que integra um seleto grupo de nações que produz 75% das publicações científicas em escala mundial (De Meis, Longo e Falcão,1989), não sabe que a Terra gira em torno do Sol, entendo que este resultado é a ponta de um iceberg de um grave problema educacional !

A significação aqui adotada para o conceito de alfabetização científica é no sentido de entendê-lo como a potencialidade do cidadão conseguir interpretar de forma crítica as mudanças provocadas pela C & T na sociedade, entender minimamente os conceitos científicos básicos de forma a entender campanhas que visam a melhoria da qualidade de vida a partir de argumentações de caráter científico em programas de vacinas, economia de energia, doenças infecto-contagiosas, em questões ambientais, etc. , decodificar notícias sobre os atuais avanços da ciência nos mais diversos campos do conhecimento e, fundamentalmente, entender que a ciência é fruto da atividade humana e portanto pode ser entendida por qualquer outro ser humano.

Vemos, então, que na sociedade moderna este perfil de cidadão ainda é um alvo distante. Cazelli (1992) afirma que “a literatura que examina criticamente os assuntos relativos ao impacto da ciência e da tecnologia - sobre o indivíduo e a sociedade, bem como a compreensão que a população tem dos estudos científicos e de algumas questões políticas contemporâneas que envolvem a C & T considera “velha história” o fato de essa compreensão se encontrar em estado lamentável”.

O Distanciamento Entre o Cidadão Comum e a Ciência

Construímos algo que, de certa forma, pode ser encarado como um paradoxo. Vivemos uma época na qual a ciência e a tecnologia passam a desempenhar importância cada vez maior, e no entanto, a literatura evidencia que as pessoas não compreendem desde conceitos e fenômenos científicos básicos cujo consenso e disseminação data de longo período (as vezes até centenas de anos) até outros mais recentes, também insuficientemente compreendidos pelo público.

Um importante elemento para a compreensão desta questão é a visibilidade da ciência. Para o público em geral, a visibilidade da ciência dá-se através de seus produtos, e não de seus métodos de investigação, teorias, conceitos e modelos. Além disso, cabe observar a relação entre o nível de compreensão do conhecimento científico, que viabiliza o funcionamento dos produtos visíveis da ciência, e o que é requerido do cidadão comum para o uso de tais produtos.

Tais produtos são na grande maioria das vezes artefatos tecnológicos, vacinas, remédios, etc. ou ainda discussões éticas que envolvem o uso e/ou o desenvolvimento de determinadas tecnologias e campos da ciência.

Os princípios científicos, que viabilizam tais produtos, tornam-se cada vez mais complexos e de domínio restrito a poucos que detêm determinada especialização, o que contribui para um crescente distanciamento entre a ciência e o cidadão comum, até mesmo quando ele está imerso em um mundo tecnológico.

No modelo de consumo vigente, o uso dos produtos da ciência está quase sempre dissociado da compreensão de seus princípios científicos. Muitos são os exemplos neste sentido. O computador é um deles.

Até os meados da década de oitenta, o computador estava basicamente restrito a centros de pesquisa e grandes empresas. Aqueles que tinham acesso a um computador deveriam, por absoluta necessidade, dominar alguma linguagem de computacional e ainda estar familiarizado com algum sistema operacional. Hoje este quadro mudou radicalmente e o computador está em vias de ter status de eletrodoméstico, se é que já não o tem, pelo menos para uma parcela da sociedade.

Para que isso pudesse acontecer o problema da interação entre o usuário e o computador foi solucionado de uma maneira bastante pragmática. Foram criados sistemas de interface que mediam a comunicação entre o usuário e o sistema operacional de uma forma bastante amistosa. A necessidade do domínio de alguma linguagem foi substituída pelo treinamento no uso de aplicativos, onde o *mouse* é o principal personagem. Quando o usuário “arrasta” ou clica um ícone, ele em geral não sabe que isso corresponde a implementação de uma série de comandos em alguma linguagem. Hoje ao invés de programar, usa-se aplicativos. Não é necessário o domínio de nenhuma linguagem computacional para o uso satisfatório de um computador.

Se, por um lado, isso facilitou a massificação do uso do computador, por outro, o descolamento entre a necessidade do conhecimento básico sobre computação e o seu uso, construiu uma barreira entre seus usuários e os princípios básicos que viabilizam o seu funcionamento.

Algo parecido aconteceu com o automóvel. Até a algum tempo atrás era muito comum encontrarmos usuários que entendiam os princípios básicos do funcionamento de um motor a explosão. Chegou a fazer parte da educação dos novos motoristas, trocar velas, lixar o platinado, aprender a “ouvir” o motor, etc. Eram práticas populares que articuladas com outros conhecimentos poderiam contribuir para a apreensão de uma série de princípios científicos envolvidos no

funcionamento de um motor. Nas últimas décadas, os novos modelos de automóveis tornaram-se cada vez mais herméticos. Os componentes que podiam ser acessados com alguma facilidade, simplesmente deixaram de existir (bobinas, velas, platinados, etc.)

Na passagem da televisão e rádio a válvulas para transistores e circuitos integrados também aconteceu algo semelhante. Antes, as pessoas de alguma forma se aventuravam em abrir seus aparelhos e “experimentavam” trocar válvulas supostamente defeituosas. Hoje, provavelmente a maior parte das pessoas sequer já viu o que há dentro destas modernas caixas pretas.

Nos novos tipos de aparelhos, esse processo de hermetização não aconteceu porque eles já nascem totalmente inacessíveis. Aparelhos de videocassete, forno de microondas e telefones celulares, etc. tornaram-se ilustres (des)conhecidos do nosso dia a dia.

Este distanciamento entre a ciência e tecnologia e o homem moderno coloca a necessidade de levar o conhecimento científico ao cidadão comum, num esforço propositado. Segundo Lins de Barros (1992) “A divulgação da ciência aparece aí : uma tentativa de, usando uma linguagem acessível, permitir ao leigo compreender um conhecimento que se apresenta estabelecido após um elaborado processo de desenvolvimento.”

Lins de Barros alerta que o objeto da divulgação científica não é a ciência ou o objeto com o qual ela trabalha. Com o objetivo de analisar a divulgação científica, o autor propõe uma caracterização em função de seus diferentes objetos. Inspirado nos tipos de alfabetização científica proposta por Shen (1975), Lins de Barros propõe cinco categorias de divulgação científica: 1) divulgação utilitária; 2) divulgação do método; 3) divulgação dos impactos; 4) divulgação dos avanços; e 5) divulgação cultural.

A primeira delas, a divulgação utilitária tem como finalidade a aplicação da ciência. Programas de educação sanitária, segundo o autor, constitui-se um bom exemplo nesse sentido. O objetivo dessa linha de divulgação científica é ultrapassar, mediante a comprovação científica, hábitos e crenças que do ponto de vista científico são condenáveis por causarem problemas. Propõe-se a substituição de hábitos, por outros que, comprovadamente evitam tais problemas.

Na divulgação do método, a perspectiva utilitarista é deixada de lado. Aqui o compromisso é mostrar como determinados conceitos ou resultados foram obtidos, não havendo relação com as dimensões sociais ou políticas envolvidas, O autor toma como exemplo a divulgação em física nuclear. Alguns trabalhos nessa área tomam esse caminho. A liberação de energia gerada pelo decaimento radioativo é dissociado de suas implicações sociais, ambientais e políticas. O mesmo se pode dizer sobre a divulgação que acontece nos laboratórios didáticos de ciência , nos quais a ênfase é na metodologia científica, acaba por construir uma imagem de ciência imparcial e soberana. Aqui o cientista é uma criatura acima de interesses e capaz de uma notável capacidade de raciocínio.

A divulgação dos impactos coloca-se como um contraponto a categoria de divulgação anterior. Aqui não há absolutamente nenhum tipo de menção aos métodos. O objetivo é exemplificar possíveis aplicações das novas descobertas. Ultimamente, notícias sobre engenharia genética tem invadido a mídia. O mapeamento do genoma humano projeta para um futuro próximo a “construção” de órgãos para transplantes, a detecção de doenças em bebês que só se tornariam expressas na fase adulta, e etc.

Numa outra linha temos a divulgação dos avanços. Nesta categoria, a ciência é apresentada como um processo de acumulação de informações e resultados associados a uma imagem de um progresso contínuo. Avança-se linearmente na

direção de uma forma de conhecimento imparcial e correta. Um bom exemplo deste tipo de divulgação pode ser encontrado nas abordagens sobre partículas elementares. Desenha-se um quadro, no qual em breve, os cientistas serão capazes de explicar e compreender a constituição de toda a matéria existente.

Na perspectiva do autor, os quatro tipos de divulgações propostos até então, tem em comum um olhar interno a própria ciência. Na divulgação utilitarista o objeto é o produto aplicado da ciência. Na divulgação do método privilegia-se as metodologias científicas. Nos impactos o compromisso é com previsões que resolvam ou proponham novas soluções para problemas atuais. Enquanto na divulgação dos avanços apresenta-se uma perspectiva linear e cumulativa.

A quinta categoria proposta por Lins de Barros apresenta uma perspectiva bastante inovadora em relação às suas predecessoras. Enquanto antes, o objetivo e compromisso maior era com a ciência, agora a ciência é usada para iniciar uma interação que transborda a ciência e objetiva a cultura. A ciência entra aqui como um meio de se chegar ao contexto cultural. Nas palavras do autor :

“Nesta categoria a ciência aparece como um elemento inicial a partir do qual se abordará a cultura. Através da ótica da ciência de uma determinada época procura-se compreender a cultura . Neste caso, resultados, previsões ou método não são importantes em si. O que importa é saber como uma determinada visão de mundo contribui para gerar um corpo de conhecimento capaz de dar sentido e significado à Natureza. E mais, como a ciência se insere num contexto histórico-cultural, expressão ela mesma deste contexto.”

As categorias propostas por Lins de Barros permitem uma melhor compreensão da divulgação científica em diferentes contextos.

As divulgações do tipo avanços e impactos costumam ser implementadas pela mídia diária e objetivam a informação, livre de seu contexto de criação, sem maiores aprofundamentos e não raramente estão voltadas para o entretenimento.

A divulgação utilitária objetiva, antes de tudo, mudar comportamentos. Pode estar presente na mídia diária, na escola, em museus, etc. podendo estar estruturada como evento (exposição, programas especiais, etc).

Entendo que a divulgação do método está associada a um compromisso formativo, e a meu ver é melhor implementada por uma instituição com as características da escola, pois exige aprofundamento, contato periódico e continuado, pois os métodos científicos exigem uma visão de mundo que só se constrói a partir do contato prolongado com outros que a dominam e a expressam continuamente (principalmente de forma implícita). Entendo que até mesmo a escola seja um local, no qual, o alcance desse objetivo seja problemático.

A divulgação cultural, por sua vez, adequa-se melhor a contextos mais livres das amarras do currículo escolar e das limitações da mídia diária, pois a associação entre ciência e o contexto cultural não é uma tarefa fácil e requer um tempo de preparação e aprofundamento que está fora do alcance da mídia diária e recorre a temáticas que estão fora do currículo escolar. Daí, entendo que instituições como museus e publicações periódicas de divulgação científica sejam meios mais adequados para tal empreendimento.

Outro aspecto importante a ser lembrado, são as transformações que o conhecimento sofre ao ser gerado dentro das comunidades científicas, até chegar ao público em geral. Quando esse tema é discutido no âmbito do ensino formal, usa-se comumente os estudos na área de transposição didática, ou seja, a transformação e seleção que o conhecimento científico sofre até chegar a escola, que mais modernamente, considera a escola como geradora de conhecimento,

isto é, a escola deixa de ser encarada como uma instituição passiva, que se limita a ser uma mera repetidora do saber gerado pelas comunidades científicas e passa a gerar um conhecimento próprio, segundo uma dinâmica particular (Forquin, 1992).

Neste sentido, pode-se também falar de uma transposição do conhecimento científico na divulgação científica, e, particularmente, no caso da divulgação científica que ocorre nos museus.

Os museus desempenham um papel particular no processo de divulgação científica na medida em que narram o conhecimento científico de uma forma bastante particular em relação a escola e o restante da mídia. Valente (1995), toma de Van-Praet as noções de lugar, tempo e objeto, como características fundamentais dos museus. Os museus, constroem suas narrativas a partir de tais elementos, que lhe são exclusivos.

Lugar e objeto são parâmetros característicos desse tipo de instituição. Um museu é quase sempre uma edificação diferenciada que se destaca do seu entorno, rico em objetos que estão, quase sempre, fora do cotidiano das pessoas que o frequenta. Tais objetos, por sua vez, podem ser de diversas naturezas: de valor histórico intrínseco, de valor artístico ou ainda objetos construídos com finalidade explicitamente educativa. É a partir do objeto que o museu constrói sua narrativa dirigida ao visitante.

O tempo, nesse contexto, em última instância, é uma variável definida pela perspectiva do visitante. Nessa instituição, ele determina o período de sua interação com o que está sendo exposto. O visitante pode dedicar um longo tempo ou simplesmente ignorar um objeto exposto ou a própria exposição como um todo, interessando-se por uma outra, ou ainda preferir desfrutar de outros serviços oferecidos pela instituição como cafeteria, biblioteca, videoteca, etc.

É nesse contexto que a pedagogia do museu deve ser construída. Uma pedagogia que deve negociar com a livre escolha do visitante. A conjunção destes três elementos na perspectiva do visitante é determinante de sua liberdade na condução da visita. Ele constrói o seu circuito de visita, em um tempo que é por ele determinado. No contexto dos Museus de Ciências essas questões devem ser consideradas no mesmo pé de igualdade que as questões relativas à lógica da apresentação dos conteúdos.

A divulgação científica precisa dar conta de um dado de realidade, no qual a ciência e a tecnologia avançam a uma velocidade cada vez maior, enquanto que a escola seleciona e transforma o conhecimento científico para fins de ensino a uma velocidade muito lenta, além de oferecer muita resistência em abandonar ou incorporar novos temas ou até mesmo reorganizá-los.

Neste sentido, a mídia em geral e os Museus de Ciências e tecnologia e de história natural, são vistos como parceiros da escola no processo de alfabetização científica do público em geral, porque podem abordar temáticas que estão fora do currículo escolar e propor uma leitura do conhecimento científico diferente daquela proposta pela escola, os museus, por constituírem-se como locais de livre acesso, podem desempenhar um importante papel na atualização da educação científica para pessoas que já interromperam o seu processo de escolarização formal.

Lucas (1983) e Ucko (1985) defendem a idéia de que as escolas não têm condições de oferecer todos os elementos necessários para alfabetizar cientificamente a sociedade e nesse sentido entendem que os Museus de Ciência e Tecnologia podem contribuir para o aumento dos níveis de alfabetização científica.

Uma vez admitida a importância que os Museus de Ciências e tecnologia podem desempenhar na educação científica do público em geral, via divulgação científica, nos propomos então, a tecer considerações sobre a definição de Museu, fazer um breve relato histórico das origens dos Museus de Ciências e Tecnologia, bem como explicitar o seu papel educativo.

Breve Relato Histórico dos Museus de Ciências e Tecnologia

A instituição Museu é definida pelo Conselho Internacional de Museus (ICOM) como: "instituição permanente sem fins lucrativos, a serviço da sociedade e de seu desenvolvimento, aberta ao público, que adquire, conserva, pesquisa e comunica, e exibe para propósito de estudo, educação e deleite, os testemunhos materiais humanos e seu meio ambiente."

No entanto Ginsburgh e Mairesse (1997), atentam para o fato de que a Associação de Museus (United Kingdom) e a Associação Americana de Museus introduziram definições levemente diferentes. Os autores ainda atentam para a existência de muitas outras definições (Alexander 1979 e Burcaw 1983). No entanto, existe um ponto de convergência que aponta para o fato de que museus diferem de outras instituições por desenvolverem atividades de conservação, pesquisa e comunicação. Segundo os autores, essa é a base sobre a qual comitês decidem incluir uma instituição na categoria de museu.

Os autores ainda chamam a atenção para o fato essa definição de Museu acaba por gerar algumas distorções, no sentido de que qualquer instituição que conserve, pesquise e comunique qualquer tipo de objeto, independentemente de sua relevância, possa auto intitular-se como Museu. Na maioria dos países, não há uma proteção legal do uso do termo "Museu", o que permite que qualquer um possa montar uma firma, reconstruir uma fábrica ou restaurar um cemitério e chamá-lo de Museu. A palavra trás consigo prestígio, e atrai a atenção de muitos

grupos de pessoas, políticos locais, turistas e de cidadãos interessados em recreação cultural.

Na linha de raciocínio destes autores, isto explica porque muitas pequenas instituições estruturam-se de forma a imitar museus tradicionais e com isso são consideradas Museus, assim como existem instituições sérias que não podem ser assim denominadas se a definição do ICOM for tomada no estrito senso. É absolutamente necessário para um "Museu" possuir uma coleção de objetos ? A conservação deve ser uma prioridade chave?

Com o objetivo de superar a definição do ICOM, os autores citam Van Mensch (1987) que argumenta: "Uma consequência desse processo é o surgimento de uma série de novas instituições, aos moldes das tradicionais ou completamente novas, que frequentemente mantêm ou adotam a denominação Museu. Existe uma tensão crescente entre o critério definido pelo ICOM e a estrutura de muitas instituições que chamam a si mesmas de Museus. Assim como existem muitos museus genuínos que se intitulam diferentemente [...]. O campo parece caótico".

Portanto, uma definição a priori de museu, leva a um beco sem saída. Os autores propõem a partir de Weil (1990) que uma forma de caracterizar uma instituição como Museu seja a hierarquização dos objetivos da instituição, expressa por seus curadores, ao invés de suas atividades.

Neste sentido, Dal Pian (1995) em discussões sobre o plano diretor do MAST escreve: "O Museu é, por natureza, uma instituição solidariamente científico-documental, cultural e educacional. Estas três ordens de funções são, portanto, simbólicas e não apenas ocasionalmente complementares, muito menos paralelas ou opcionais: esta é precisamente a grande vantagem institucional dos museus." Quando na prática rompe-se a solidariedade e se hipertrofia uma das funções, é porque se está simulando instituição de natureza diversa e

desperdiçando o potencial próprio dos museus.”

Nesse contexto, os Museus de Ciências e Tecnologia formam um grupo bastante singular dentro do universo de museus dedicados às mais diversas áreas do conhecimento. A começar por suas raízes históricas. Os primeiros museus, Museus de História Natural, tiveram sua criação a partir de coleções particulares voltadas ao deleite de poucos e desempenharam um importante papel com relação à pesquisa acadêmica. Posteriormente, em um processo gradativo, abriram suas portas para o público não especializado. Os Museus de Ciências e Tecnologia são um produto bem mais recente e com uma outra trajetória.

O mais antigo museu dedicado a esse assunto surgiu em Paris (1794), sob o nome de Conservatório de Artes e Ofícios, que, em um primeiro momento, constitui-se como um depósito público de máquinas, ferramentas, modelos, desenhos, descrições ... destinado a desempenhar um papel no plano educativo que até então era inédito até mesmo nas escolas. O objetivo que o legislador tinha em mente era o de criar uma instituição destinada a fornecer instrução profissional para as atividades mecânicas, numa época em que eram inexistentes as escolas técnicas (Bragança Gil, 1988).

Configura-se, portanto, que a primeira instituição que pode ser caracterizada como um Museu de Ciências e Tecnologia teve na sua gênese um caráter explicitamente educativo, nesse caso até de educação formativa, enquanto que o caráter de investigação científica estava ausente.

Segundo Bragança Gil (1988), as origens do Museu do Conservatório de Artes e Ofício de Paris, mostra que além da preocupação com a memória e herança científica e tecnológica ocidental e a função técnica formativa, a criação deste museu pode ser encarada como um reflexo de uma tomada de consciência com relação à era industrial e às implicações sociais da ciência e da tecnologia.

Várias nações promoveram, a partir dos meados do século dezenove, exposições dos avanços científicos e industriais. Algumas dessas exposições temporárias transformaram-se em permanentes, constituindo-se em Museus de Ciências e Tecnologia. Assim nasceu, seis anos após a realização da *Great Exhibition* em Londres em 1851, o segundo Museu de Ciências e Tecnologia: o Science Museum.

O conceito de Museu de Ciências e Tecnologia como instituição eminentemente educacional, como foi visto na criação do Museu do Conservatório de Artes e Ofícios, também esteve presente na fundação e posterior evolução do Deutsches Museum, de Munique que, abriu as portas em 1903.

Durante a Segunda Guerra Mundial, o Deutsches Museum foi gravemente atingido pelos bombardeios aéreos mas, logo dois anos após, inicia-se um vasto programa de reconstrução, considerando-o como prioritário entre as prioridades de um país destruído pela guerra, indicando o seu papel como peça fundamental do sistema educativo alemão (Bragança Gil, 1988) .

Muitos Museus de Ciências e Tecnologia decidiram por acentuar a divulgação científica em detrimento aos aspectos museológicos, como foi o caso do Museu de Boston nos Estados Unidos, que decidiu vender o seu acervo histórico e dedicar-se às exposições interativas. Indo na mesma direção, muitos dos novos museus criados sequer dispõem de objetos históricos, contendo apenas objetos museológicos construídos com a finalidade puramente de abordar temas científicos. Tais instituições passaram a ser denominadas de Science Centers, embora a definição do ICOM seja flexível o suficiente para permitir a denominação de Museu.

Os Museus de Ciências tradicionais e os Science Centers diferem nos seus projetos institucionais. Estes últimos preocupam-se com a apresentação e explicação, eliminando, em geral, das suas exposições os testemunhos das atividades científicas e técnica do passado, com ênfase nos processos participativos de comunicação com o visitante. Convém destacar que muitos museus caracterizam-se justamente pela coexistência de exposições tradicionais e interativas típicas em Science Centers, integradas ou não entre si.

A Dimensão Educativa nos Museus

Nos novos Museus ou em exposições recentes de museus tradicionais, verifica-se um deslocamento de paradigma histórico, que privilegiava o objeto histórico de valor intrínseco para paradigmas educacionais, muito mais comprometidos com a divulgação de idéias, conceitos e modelos relativos a temas contemporâneos da ciência.

Paulette M. McManus (1992), propõe um desenvolvimento histórico dos Museus de Ciências a partir do binômio paradigma histórico X paradigma educativo. Para tal, a autora propõe três gerações de Museus de Ciências com distintas fases de desenvolvimento.

“A primeira geração de Museus de Ciências tinha fortes vínculos com as disciplinas nas universidades, e derivaram-se das coleções dos *Gabinetes de Curiosidades* que por sua vez continham acervo relativos a história natural e instrumentos usados na pesquisa científica e podem ser classificados como Museus de História Natural. Seu objetivo primário era contribuir para o conhecimento científico, embora a educação pública fosse geralmente colocada como um objetivo de mesmo valor nos documentos oficiais ... A principal característica de tais museus foi e continua a ser a saturação por objetos e a autoridade da informação e quando existe uma equipe de educadores, a atuação destes limita-se a interpretação verbal dos *displays*.”

Hoje a primeira geração de museus está em um segundo estágio. A partir do final da década de sessenta começa a haver um grande desconforto por parte das equipes de educadores ao perceberem que o público visitante, em geral, não via sentido nas exposições.

Verifica-se, desta forma, o abandono das abordagens taxonômicas dos objetos para a abordagem de temas científicos como evolução biológica, sistemas ecológicos, etc. As exposições passam a ter informações cuidadosamente estruturadas e adota-se com grande insistência dispositivos interativos.

A função educativa dos museus passa a ser explicitamente assumida levando a pesquisa científica, embora ainda vigorosa, a não estar visível ao visitante não especializado. Tais mudanças significam que pela primeira vez torna-se possível dizer que as exposições passavam a constituir-se como um meio de comunicação com o público em geral.

Na segunda geração de museus proposta por M. McManus (1992) a ênfase é no mundo do trabalho e do avanço científico. Nesta geração, estão os museus que contemplavam a tecnologia industrial com finalidades utilitária pública e de ensino. O Museu do Conservatório de Artes e Ofícios de Paris de 1794, pode ser caracterizado como o primeiro museu dessa natureza. Ou seja, os Museus de Ciências e Tecnologia constituem-se em um produto de segunda geração.

Na Europa e nos EUA tais museus foram criados a partir das *Greats Exhibitions* no período de 1850 até a segunda guerra mundial. Paralelamente, na metade do século XIX, houve a proliferação de pequenos museus na Inglaterra, que também tratavam de tecnologia e de questões locais refletindo o movimento de educação voluntária que apregoava a educação para os cidadãos comuns e seus filhos (Stewart, 1972). A partir dos meados do séc. XIX, a clientela dos museus ingleses passa a ser cada vez mais constituída pela população comum.

A partir do começo do século XX a concepção de museus como centro e treinamento tecnológico e museu popular de ciência se fundiram e passaram a constituir o que hoje entendemos por Museus de Ciências e Tecnologia. O Deutch Museum na Alemanha e o Science Museum de Londres foram os primeiros a integrar tais dimensões.

Outro passo importante dado na categorização dos Museus de segunda geração foi a busca de maior interação com o público das exposições como forma de comunicação com o visitante. A ênfase de tais instituições está no papel educativo e no progresso da ciência.

A terceira geração de Museus de Ciências proposta, sem dúvida alguma, é marcada por intensas diferenciações em relação às duas anteriores. Aqui, os paradigmas educacionais atingem o seu ápice. Em certos tipos de instituições não há objeto museológico. “O compromisso é com a transmissão de idéias científicas e conceitos. A contemplação de objetos científicos e a história do desenvolvimento científico, são em geral, deixados de lado.”

O objetivo dos museus de terceira geração é assumidamente com a educação do público em geral que prevalece sobre a pesquisa acadêmica nas coleções, embora se possa argumentar que se produza pesquisas na área de idéias intuitivas em ciência. “Essa nova geração de museus aborda a ciência contemporânea e a tecnologia através de modelos interativos que objetivam solicitar o raciocínio e manipulação como veículo de informação.”

A autora propõe que na terceira geração de Museus de Ciências, distinguem-se duas linhas de comunicação. A primeira delas são exposições sem objeto museológico de valor histórico intrínseco que abordam temas amplos como evolução biológica, energia, ecologia e corpo humano, através de dispositivos interativos. A segunda linha de comunicação são exposições do tipo *Science Centers*, caracterizadas por serem também desprovidas de objetos históricos e com ênfase em dispositivos interativos, porém de temática dispersa, as vezes desorganizada e quase sempre na área das ciências físicas.

Tais tipos de exposição podem ser encontradas em larga escala nos *Science Centers* ou presentes em museus que podem ser categorizados como de primeira ou segunda geração.

O deslocamento dos objetivos de pesquisa acadêmica para objetivos assumidamente educativos, traz consigo a questão da natureza da educação em museus. Qual é a contribuição que estas instituições podem dar para a educação

científica do público em geral? Qual a natureza da aprendizagem que supostamente ocorre nos Museus ?

A Dimensão Educativa nos Museus de Hoje

No editorial da revista *Science Education* (1997), que tratou exclusivamente de temas relativos a educação “não-formal”, Dierking e Martin comentam: a aprendizagem de ciências ocorre em uma variedade de lugares e continua após o término da educação formal das pessoas. Crianças em idade escolar são expostas a muitas idéias e conceitos científicos durante visitas familiares a museus, zôos, e *Science Centers*, e enquanto participam de atividades científicas financiadas por comunidades de base como grupo de jovens, centros comunitários, etc.

Paulette M. McManus (1992) afirma que a partir do final dos anos setenta, houve um colapso dos esforços de se analisar a aprendizagem em Museus através de processos típicos de aprendizagem em contextos formais de educação, o que levou, evidentemente, à procura de novos parâmetros de pesquisa e adoção de uma nova terminologia para a área.

Valente (1995) toma de Fávero (1980) as definições de três categorias de educação:

Educação formal: “(...) altamente institucionalizada, cronologicamente gradual e hierarquicamente estruturada, englobando desde a escola pré-primária até os mais altos níveis universitários”

Educação não-formal: “(...) qualquer tentativa educacional organizada e sistemática que se realiza fora dos quadros do sistema formal (de ensino) para fornecer determinados tipos selecionados de aprendizagem a subgrupos

específicos da população, tanto adultos como de crianças. Assim definida a educação não-formal inclui, por exemplo, programas de extensão rural e treinamento de agricultores, programas de alfabetização de adultos, treinamento profissional dado fora do sistema formal, clube de jovens com objetivos em parte educacionais, diversos programas comunitários, de educação sobre saúde, nutrição, planejamento familiar, cooperativismo etc.”

Educação Informal: “(...) processo permanente pelo qual qualquer pessoa adquire e acumula conhecimentos, habilidades, atitudes e perspicácia, através de experiência diária e contato com o meio ambiente em casa, no trabalho e no lazer, através do exemplo e das atitudes dos parentes e amigos; por meio de viagens, leitura de jornais e livros; ou ouvindo rádio, vendo filmes e televisão.”

Entendo que nas definições de Fávero, os museus seriam mais adequadamente categorizados como locais de educação informal. No entanto, Valente ainda cita Chagas (1993) que elabora um conjunto de definições que mostra os museus, particularmente Museus de Ciências, como locais de educação não-formal:

“A educação formal caracteriza-se por ser totalmente estruturada. Desenvolve-se no seio de instituições próprias - escolas e universidades – onde o aluno deve seguir um programa pré-determinado, semelhante ao dos outros alunos que frequentam a mesma instituição. A educação não-formal processa-se fora da esfera escolar e é veiculada pelos museus, meios de comunicação e outras instituições que organizam eventos de diversas ordens, tais como cursos livres, feiras e encontros, com o propósito de ensinar ciência a um público heterogêneo. A aprendizagem não-formal desenvolve-se, assim, de acordo com os desejos do indivíduo, num clima especialmente concebido para se tornar agradável. Finalmente, a educação informal ocorre de forma espontânea na vida do dia a dia através de conversas e vivências com familiares, amigos, colegas e interlocutores ocasionais.”

Segundo Valente, Chagas atenta para o fato de que muitos autores fundem as noções de aprendizagem não-formal e informal. Destaco que essa indistinção é característica da literatura em língua inglesa. No entanto, a divergência está além do problema de terminologia, como já esboçado na divergência entre Fávero e Chagas citados por Valente. Não há consenso sobre as conceituações de tais termos.

Assumiremos aqui os museus como ambientes de educação não-formal. Entendo que o termo educação não-formal trás em si uma negação a uma determinada formalidade em particular: a formalidade da escola. Não se trata afirmar que não exista formalidade em atividades educativas fora da escola. Alias, alguma formalidade sempre deve existir em qualquer atividade que se postule educativa, seja em que contexto for (rádio, televisão, jornal, revista, etc): formalidade no sentido de estruturar-se para alcançar o objetivo proposto.

Segundo Paulette M. Macnmaus (1992) nas situações de educação formal , onde se aprende, o que se aprende, quem ensina, com quem se aprende, se o indivíduo está qualificado a aprender, o tempo dado para aprender, a concordância sobre o que se deve aprender, são fatores marcadamente fora do controle do aprendiz.

Em contraste, a educação não-formal nos museus é fundamentalmente de escolha livre. As pessoas podem escolher ir a museus quando querem e a idade e a experiência não é barreira. A forma usada para a transmissão da informação é geralmente a comunicação visual e ou tátil em três dimensões. Os visitantes podem interagir com os *exhibits* por um longo ou curto período de tempo ou simplesmente ignorá-los. Os visitantes chegam com níveis diversos de entendimento sobre os tópicos abordados nos museus, e por isso os profissionais desse tipo de instituição lidam constantemente com uma ampla variedade de públicos.

“Não existe na literatura uma clara concordância na definição de aprendizagem não-formal de ciências “(Avi Hofstun e Shuman Rosenfield, 1996), uma vez que parte do problema reside no fato de que tal aprendizagem pode ocorrer em muitos ambientes tais como parques de história natural, zoológicos, indústrias, jardins botânicos, Museus de Ciências, etc. Tal noção abarca, sem dúvida, os processos de aprendizagem que ocorrem fora do âmbito escolar e que não estão sujeitos as condições de continuidade.

Outro questionamento levantado pelos mesmos autores diz respeito a questão da exclusividade da ocorrência da aprendizagem não-formal de ciências somente nestes ambientes específicos ou se ela pode acontecer também dentro de ambientes de educação formal.

Verifica-se posições bastante contrastantes com relação a essa questão. Ramey-Gassert et al. (1994) citam Wellington (1990) para apresentar uma nítida fronteira entre aprendizagem formal via escola e aprendizagem não-formal via passeios extra-classes (tabela 1). Tal abordagem propõe uma diferenciação dicotômica entre aprendizagem formal e não-formal de ciências.

Tab.1 - Aprendizagem Formal em Ciências X Aprendizagem Não-formal em Ciências

Aprendizagem Não-formal	Aprendizagem formal
Voluntária	Compulsória
Não estruturada	Estruturada
Não sequenciada	Sequenciada
Não cobrada	Cobrada
Não avaliada	Avaliada
Aberta / Finalizada	Fechada / Finalizada
Conduzida pelo aprendiz	Conduzida pelo professor
Centrada no aprendiz	Centrada no professor
Não baseada no currículo	Baseada na currículo
Muitos resultados não intencionais	Poucos resultados não intencionais
Resultados menos diretamente medidos	Resultados empiricamente medidos
Relacionamento social	Trabalho solitário
Não dirigido ou dirigido pelo aprendiz	Dirigido pelo professor

Modificado de Wellington (1990,p.248).

No entanto, cabe ressaltar que ao se analisar o tipo de escola tomada pelo autor como parâmetro de comparação, constatamos tratar-se de uma escola tradicional. Não houve consideração da grande pluralidade de tipos de escolas que adotam diferentes concepções de ensino-aprendizagem, características regionais, etc.

Apesar de reconhecermos a limitação desta abordagem, queremos destacar algumas características da aprendizagem não-formal de ciências apontada por Wellingthon: voluntária, não estruturada, não sequenciada, não cobrada, não avaliada, não baseada em currículo, muitos resultados não intencionais e relacionamento social. Identificamos tais características como elementos que de fato caracterizam a maior parte das atividades nos museus e que marcam um contra-ponto em relação à maior parte das escolas.

Na escola a ida é compulsória, não se pergunta ao estudante se ele deseja ou não ir a escola. As atividades costumam ser fortemente estruturadas e são invariavelmente sequenciadas. A cobrança e avaliação da aprendizagem é inevitável. O compromisso com o currículo é marcante e se faz até mesmo de forma muitas vezes implícita, enquanto que os museus se dedicam a temáticas amplas e eventualmente a conteúdos curriculares. Já a ocorrência de resultados não intencionais e o relacionamento social são mais dependentes da prática docente e da perspectiva pedagógica adotada pela escola e constituem-se diferenças mais de grau do que de natureza.

A diferenciação proposta por Wellingthon estabelece uma rígida fronteira entre os dois tipos de aprendizagem e fica claro que nessa perspectiva a aprendizagem não-formal não pode acontecer dentro da escola.

Outros autores propõem uma conceituação menos rígida, sugerindo que a aprendizagem não-formal de ciências pode estabelecer ligações estreitas com a

aprendizagem formal. Crane, Nicholson & Chen (1994) desenvolveram uma abordagem híbrida, na qual a aprendizagem não-formal, sob certas condições, pode acontecer dentro da escola :

“A aprendizagem não-formal se refere a atividades que ocorrem fora do local da escola, não são primariamente desenvolvidas para o uso da escola, não são desenvolvidas para serem parte do currículo escolar contínuo, e são caracterizadas pelo voluntarismo como oposto a participação compulsória promovida pela escola. A aprendizagem não-formal pode ser estruturada dentro de objetivos colocados e podem influenciar atitudes, apresentar informação, e \ ou mudar comportamento .”

Tal definição busca estabelecer um contraste com a educação formal na escola e está contida na proposição de Wellington. Na segunda parte da definição, a divergência se estabelece:

“Atividades de educação não-formal podem servir também como suplemento para a aprendizagem formal ou mesmo serem usadas em escolas ou por professores, mas as características que as distinguem é que elas foram desenvolvidas para aprendizagem fora da escola em contraste com outras formas de uso de tempo menos desafiadoras... Existem muitos meios de aprendizagem não-formal incluindo *exhibits* e demonstrações em museus, aquariuns, zoológicos; televisão, radio, e programas comunitários, livros, revistas e jornais.”

Na perspectiva proposta por Dierking (1991), o que caracteriza a aprendizagem como formal ou não-formal seria a estruturação da atividade, e, é claro, a percepção do indivíduo.

Entendemos que as três posições apresentadas podem ser integradas e oferecer uma melhor compreensão sobre a aprendizagem formal e não-formal em

ciências. A escola e os museus têm identidades próprias com projetos institucionais diferentes que estruturam suas atividades segundo concepções de aprendizagem também diferentes. A sociedade cobra da escola que os estudantes aprendam os conhecimentos curriculares. Enquanto que nos museus a expectativa de aprendizagem é promover uma outra leitura do conhecimento, e fundamentalmente sem cobranças.

Neste sentido, a dicotomia proposta por Wellington pode ser aceita, mesmo que parcialmente, pois apesar da diversidade que encontramos em ambas as instituições, a escola se estrutura de forma a levar o aprendiz a interpretá-la, quase sempre, como um locus de aprendizagem formal, pois sempre há hora para aprender algo que foi definido no currículo e conta com a avaliação como elemento do processo. Já os museus, mesmo dentro de sua diversidade, se estruturam de forma a levar o visitante a interpretá-lo, quase sempre, como um ambiente não-formal de aprendizagem. O espaço diferenciado cria uma atmosfera que envolve o visitante gerando uma relação afetiva e psicológica diferente.

Ao mesmo tempo, essa mesma diversidade de ambas as instituições permite que haja o desenvolvimento, tanto em uma, quanto em outra, de atividades que possam ser estruturadas como uma situação formal em um museu ou como não-formal na escola.

É totalmente possível para um Museu de Ciências, por exemplo, restringir a visita de um grupo de estudantes a uma determinada exposição, solicitar aos estudantes que façam determinadas anotações, determinar que um vídeo seja visto em um auditório com o objetivo de conduzir a uma determinada leitura da exposição, etc. Enquanto que do outro lado, na escola é possível mesmo com as condições de contorno tipicamente escolares, desenvolver atividades que tenham muito em comum com as atividades tipicamente tomadas como não-formais,

como por exemplo, a introdução de teatro, atividades experimentais que dê liberdade ao aprendiz ou que privilegiem o caminho da quebra das expectativas dos estudantes, etc. Neste sentido, admitir a escola como um ambiente de educação formal e um Museu de Ciências como um ambiente não formal de aprendizagem de ciências, passa a ser entendido como tendências estruturais que podem ser revertidas.

O pronunciamento do físico Freeman J. Dyson, por ocasião da entrega da medalha oferecida pela American Association of Physics Teachers (AAPT, 1991), ofereceu um exemplo de complementaridade entre a aprendizagem formal na escola e a aprendizagem não-formal em museus. Defendendo a importância da liberdade e o exercício da iniciativa própria, ele identifica os museus e bibliotecas como locais nos quais a aprendizagem se dá em um compasso pessoal, proporcionando uma experiência rica porque é personalizada. Ao mesmo tempo reconhece a importância de um sistema formal, no sentido deste oferecer uma equalização de oportunidades. Freeman diz que museus e bibliotecas deveriam ser tão comuns quanto as escolas e estarem lado a lado destas. Ele ainda acrescenta: “Eu aprendi muito pouco ciências nas escolas, exceto matemática, mas eu aprendi muita ciência de outras formas. Eu aprendi muito em livros e museus. A grande vantagem de livros e museus é que a criança vai até eles livremente, sem coerção. Mesmo quando uma criança é forçada a visitar um museu como um membro de um grupo supervisionado, existe muita coisa acontecendo e isso não é tão ruim como ficar sentado na sala de aula.”

Ou seja, os museus, por sua vez, são vistos como desencadeando efeitos que julga-se a princípio não acontecer a partir da escola. Semper (1990) argumenta que o nosso sistema educacional tende a reduzir a curiosidade natural dos estudantes enquanto que Water E. Massey, ex-presidente do National Science Foundation, argumenta que os museus podem desempenhar um grande papel em nutrir a curiosidade dos jovens, criando um senso de maravilhamento que sustenta a base do desejo de aprender e entender (Bresler, 1991).

Pesquisa realizada por De Meis, Longo e Falcão (1989) levantou a compreensão sobre o que é pensar cientificamente entre cientistas, estudantes de graduação, mestrado e doutorado particularmente nas áreas de medicina, farmácia, biologia, etc. e cientistas na área de bioquímica.

As respostas foram categorizadas segundo parâmetros: componente emocional, status, lógica, avaliação, intuição e componentes cósmicos¹. A pesquisa aponta para uma ruptura entre algumas características do fazer ciência na concepção não só entre estudantes e cientistas, mas o que é mais interessante, entre cientistas de diferentes performances acadêmicas.

Quanto ao aspecto da avaliação, nota-se uma preocupação presente entre os estudantes do nível de graduação e cresce continuamente até chegar na quase totalidade dentre os estudantes de doutorado. A partir dos cientistas de menor reconhecimento, ao contrário, se estabelece uma contínua desvalorização, até que dentre os cientistas de alto reconhecimento, a avaliação é quase tão valorizada como dentre os estudantes de mestrado. Os parâmetros componentes cósmicos e intuitivos, também se mostram marcos diferenciadores nas concepções entre alunos e cientistas. Os componentes cósmicos e intuitivos são

¹**Status:** reconhecimento, competição, aqueles que publicam; **Componentes emocionais:** curiosidade, prazer, espírito de aventura, excitação; **Lógica** : razão, correção, organizar sistematicamente, lógica, coerência; **Avaliação:** método científico, testar, precisão, crítica honestidade; **Componentes intuitivos:** intuição, subjetivo, senso comum, criatividade, instinto; **Componentes cósmicos:** natureza, universo, as leis da natureza, realidade, ver.

pouco citados da graduação ao doutorado, desaparecem aos cientistas de pouco reconhecimento e sobem vertiginosamente até chegar entre os cientistas de alto reconhecimento. A lógica foi citada em vários níveis pelos diferentes grupos. E finalmente a status e componentes emocionais não foram considerados importante por nenhum dos sub-grupos.

Se tomarmos como referência às respostas dos cientistas de alta performance, uma visão na qual a lógica e a avaliação, embora importantes, são suplantadas pelos componentes cósmicos e intuitivos, e a visão dos estudantes, na qual a situação é exatamente a inversa, podemos afirmar que o sistema de educação formal, de fato, contribui para uma imagem da ciência que não corresponde a imagem da ciência entre os cientistas que a priori estão em condições de propor uma imagem da ciência que pode ser admitida como um referencial.

Os Museus de Ciências e tecnologia portanto, a partir de suas narrativas diferenciadas do conhecimento em relação à escola podem contribuir para o formação de uma imagem da ciência mais próxima daquela posposta por seus construtores. Museus podem facilitar conexões e clarear conceitos científicos complexos para os visitantes (Wellington, 1990).

“Museus encorajam a aprendizagem não-formal através da curiosidade, observação, atividade, um senso de maravilhamento, especulação e teste de teoria” (Madden, 1985). Bresler (1991) clamou que educação não-formal era vital para desenvolver a curiosidade - o básico para a aprendizagem em ciências.

Ao mesmo tempo, alguns autores ao analisarem as potencialidades dos museus reconhecem que o entusiasmo e a motivação, embora muito importantes para o processo da aprendizagem, gerados durante a visita fazem dos museus um ambiente pobre para a ocorrência da aprendizagem. “Ambientes inusitados são lugares pobres para a incômoda tarefa da aprendizagem quando comparados a lugares familiares “ (Rice & Feher, 1987, p. 307).

Similarmente, Martin et. al. (1981) previne que os ambientes não formais de educação podem não conduzir ao ensino conceitual. Eles sugerem que o pensamento complexo e a aprendizagem conceitual sejam talvez melhor feitos em ambientes menos estimulantes. Segue-se que os estudantes precisariam de ambos os aspectos para que a aprendizagem ocorra - a atividade, o inusitado, experiências que promovam interesse bem como um ambiente que conduza a uma construção de um entendimento pessoal do conhecimento conceitual. Como Falk coloca - *Vive la difference !* (1986).

A questão da não terminalidade da aprendizagem dos museus, é caracterizada na afirmativa de Wellington (1990): “A curiosidade que é centelhada, entretanto, pode ressurgir semanas, meses, ou até mesmo anos após a visita ao museu que deixa vividas memórias para posterior entendimento .”

Sugere-se, portanto, que os Museus de Ciências desempenhariam um importante papel na educação científica do público em geral na medida em que promovem uma mudança na postura do visitante em relação ao conhecimento científico.

Novamente, no entanto, verifica-se que não existem posições coincidentes. Para outros autores, como Bitggod por exemplo, esse novo olhar do visitante não é suficiente e aponta para a necessidade da implementação de um conjunto de itens a serem considerados a fim de que se garanta uma boa visita a museus pelas escolas.

A partir da verificação de que alguns programas são mais educacionais que outros, Bitggod (1991) identificou nove atividades que contribuem para a efetividade das visitas: (a) integração da experiência no museu com o currículo da escola em formas complementares; (b) avaliação dos interesses dos estudantes, capacidade e experiências antes da visita; (c) antecipar a visão da visita apresentando o lugar da visita ; (d) usar exercícios antes da visita para introduzir os estudantes nos problemas; (e) usar a visita aos museus como meio para que os estudantes adquiram mais experiências que fatos; (f) definir atividades na visita que melhor utilizem o lugar; (g) avaliar as reações dos estudantes para aperfeiçoamentos futuros; (h) reforço das experiências da visita com atividades pós-teste na sala de aula; (i) controle de problemas de comportamento por planejamento.

Percebe-se com facilidade que para alguns autores o que é chamado de educação não-formal no caso da relação museu-escola, se refere simplesmente ao fato de o processo de ensino-aprendizagem acontecer fora dos limites físicos da escola.

Dessa forma o caráter de complementação à escola que os museus desempenham, sugere que eles são interpretados não como espaço não-formal de Educação e sim na verdade um outro tipo de escola. O que entendo como uma forma de sub-utilização e empobrecimento das potencialidades educativas de um museu.

Se para garantir que haja uma efetividade da visita ao museu, for necessário implementar aquele conjunto de atividades, propostas por Bitggod (1991), corre-se o risco de retirar da visita a possibilidade da ocorrência do inusitado, do elemento surpresa, isto é, do sentimento de encantamento, elemento certamente responsável por muitos dos efeitos positivos que ocorrem em uma visita transformando-a uma atividade formal, ainda que fora da escola. Embora reconheçamos que algumas das atividades propostas possam contribuir para uma melhor integração da visita ao contexto escolar. Trata-se então de procurar uma forma de preparar os alunos para a visita sem, no entanto, escolarizá-la.

Capítulo III - A Interatividade nos Museus de Ciências

Uma Nova Forma de Comunicação Com o Visitante

Do ponto de vista linguístico, interação é definida como a ação que se exerce mutuamente entre duas ou mais coisas, ou duas ou mais pessoas; ação recíproca. Na Física, o termo interação tem um significado bastante similar, a diferença é que ao invés da reciprocidade acontecer entre pessoas, ela acontece entre elementos como partículas, corpos, luz, radiação, som, etc. Na Farmacologia a interação é entendida como um conjunto de fenômenos pelo qual os efeitos habituais de um medicamento, *in vivo*, são modificados ou pela administração, prévia ou conjunta, de outro(s) medicamento(s), ou por substâncias químicas do organismo do próprio doente, ou por constituintes de alimentos, ou por substâncias encontradas no ambiente; um medicamento pode, ainda, modificar o efeito habitual de substâncias químicas empregadas em investigações laboratoriais num paciente que o esteja recebendo (Dicionário Eletrônico Aurélio, v.15, 1995).

Verifica-se que nas três definições arroladas sobre interação, permanece a idéia da ação recíproca entre os elementos participantes do processo.

O conceito de exposições interativas nasceu no contexto de transformações dos Museus. Paullete M. McManus (1992) propõe que a interatividade surge como uma forma de comunicação com o visitante a partir dos museus de segunda geração. Não se trata de afirmar que antes não havia interação. Houve, sim, uma transformação na forma de comunicação entre o público visitante e o museu. Os Museus tradicionais negligenciavam as necessidades da audiência e colocavam o visitante num papel passivo, não participativo (Kaplan, 1981).

No modelo de comunicação contemplativa, a interação, entendida como ação recíproca entre o objeto e o visitante, dá-se em um plano exclusivamente simbólico e é muito dependente da iniciativa do observador, já que o objeto não expressa mudanças espaciais e temporais.

Entender o conceito de interatividade como é empregado atualmente, requer uma reflexão sobre as situações em que este termo costuma ser utilizado. Em um primeiro momento ele surge como contraponto à contemplação, forma de comunicação vigente até então, e consistia essencialmente no visitante desencadear um comportamento reativo por parte dos modelos expostos .

Em 1906 o engenheiro alemão Oscar Von Miller inaugura um novo tipo de museu de tecnologia, o Deutschs Museum. Este Museu foi o primeiro a usar esta nova forma de expor os objetos em uma escala significativa. Diferentemente dos modelos vigentes até então, este nono Museu deixava de simplesmente expor máquinas e equipamentos por via de mera contemplação e passava a usar modelos que uma vez acionados funcionavam em tempo real na presença do visitante. Era o chamado modelo *Push Buttom* de interação, muito embora a interação direta entre o visitante e os elementos expositivos em um Museu de Ciências já date de um período anterior, como nos mostra o exemplo do *Imperiale e Reggio Museu de Historia Natural*, fundado em 1775 em Florença na Itália (Franco,1988).

Fig.1- Foto de Módulos Interativos do Instituto e Museo Di Storia Scienza Di Fienza¹



Essa nova tendência de forma de comunicação com o visitante, evidentemente sofreu transformações com o tempo e hoje encontra o seu ápice nos Science Centers. Podemos identificar nos museus de ciência, um amplo espectro de tipos de interatividade que vão desde o mero acionamento de botões que desencadeiam o funcionamento de aparatos, painéis que propõem perguntas e respostas emitindo luzes e sons, até situações nas quais o visitante pode estabelecer um “diálogo” com o modelo, na medida em que é o usuário detém um certo controle sobre os parâmetros que determinam mudanças no comportamento no modelo exposto. Para ações diferentes há respostas diferentes que podem levar a indagações do interesse do visitante..., muitas vezes de forma não imaginada pelos idealizadores das exposições.

Nessa perspectiva, o maior grau de interatividade é proporcionado por modelos que oferecem um *feed -back* que alimenta e leva a mais interações subsequentes. Mc Lean (1993, p. 93) descreve *exibits* interativos como “aqueles nos quais os visitantes podem conduzir atividades, adquirir evidências, selecionar opções, formar conclusões, testar habilidades, prover *input*, e realmente alterar a situação baseada no *input* : desta forma um bom experimento interativo pode personalizar a experiência do visitante. “

¹O modelo em primeiro plano trata-se de um plano inclinado, no qual rola uma esfera, que aciona campainhas numa sequência que mostra que ela cai em um movimento acelerado. Ao fundo, tem-se uma curva isócrona, ou seja, uma curva cujo tempo de queda de uma partícula abandonada a qualquer altura até o ponto mais baixo é constante. Os modelos pertencem hoje ao acervo do Istituto e Museo della História della Scienza di Firenze.

O termo *hands-on* também é comumente usado para se referir a este tipo de comunicação, e muitas vezes proposto de forma quase que sinônima a interação. Porém há autores que fazem questão de diferenciá-los. *Hands-on* seria um termo aplicado para situações que limitam-se a requerer o toque ou manuseio sem desencadear respostas diferenciadas do modelo. Quando, por exemplo, um motor é acionado mediante o apertado de um botão, não é possível fazer com que o motor funcione diferentemente a fim de se testar uma hipótese. Pode-se ainda dizer que o acionamento do motor é um tipo de comunicação *hands-on* reativa enquanto que tocar na pele de um animal exótico pode ser caracterizada como passiva.

A limitação básica deste nível de comunicação seria que *hands-on* não significa necessariamente *minds-on* ou seja, o usuário, apesar de realizar a ação que se espera dele, pode não construir um sentido daquilo que acontece a posteriori. Lucas(1983, p. 9) critica a noção de que qualquer manipulação física de um *exhibit* promova o engajamento intelectual. Críticas dessa natureza foram levantadas pela primeira vez por Oppenheimer em 1968, fundador de Exploratorium de São Francisco nos Estados Unidos, que levantou um série de críticas à forma de comunicação *hands-on* . Para ele a interação deveria ter como referência estudos sobre a percepção humana. Apesar de críticas dessa natureza, cabe ressaltar, que mesmo sendo tomado como um tipo de comunicação limitada, a forma de comunicação *hands-on* é percebida como superior a mera contemplação.

Muitos museus tradicionais estão introduzindo aparatos que proporcionam comunicação do tipo *hands-on* em suas exposições ou desenvolvendo galerias específicas para isso. Tais museus têm reportado o aumento de interesse e entendimento por parte dos visitantes (Curtis & Goolnik, 1995; Kirrane & Hayes, 1993; Stevenson & Bryden, 1991).

Vemos, então, que o objetivo da introdução da comunicação interativa foi a de buscar uma maior integração entre o visitante e o museu, e, fundamentalmente tentar que o visitante se propusesse a compreender os elementos expostos. A introdução da interatividade é fruto de um processo de negociação entre o museu e o seu público. Essa forma de comunicação apresenta resultados imediatos, no que diz respeito a aceitação junto ao público. No entanto, para a ocorrência do engajamento intelectual associado a tal interatividade, foi percebido que existem outros fatores em jogo.

Considerações Teóricas Sobre a Interatividade

Em 1968, Oppenheimer (irmão de Frank Oppenheimer, um dos responsáveis do projeto Manhattan) via a interatividade como pré-requisito para a compreensão e afirmava: “É quase impossível aprender como alguma coisa funciona a menos que se possa repetir cada passo de sua operação com liberdade; além disso, geralmente é necessário fazer pequenas mudanças que perturbam a operação deles” (Oppenheimer 1968a, p. 175). Essa visão foi um elemento fundamental para o desenvolvimento do Exploratorium em 1969, o mais famoso Science Center do mundo. Foi a efetividade pedagógica, mais do que o apelo junto ao público, que atraiu Oppenheimer para a abordagem interativa (Léonie J. Rennie and Terence P. McClafferty, 1996).

Mais de trinta anos depois, ainda busca-se entender o porque da aceitação da interatividade junto ao público, bem como os seus efeitos pedagógicos. Do ponto de vista teórico, a interatividade como é hoje entendida está apoiada num conjunto de considerações. Semper (1990, p.5) sugere quatro posições:

- Curiosidade e motivação intrínseca
- Múltiplos modos de aprendizagem
- Ação e exploração
- Conhecimento prévio e entendimento dos visitantes sobre ciência

◆ Curiosidade e motivação Intrínseca: Muitos autores defendem a idéia de que a estimulação do ambiente não-formal do museu pode levar a motivação intrínseca. Csikszentmihalyi (1987) identificou a diferença entre a motivação intrínseca e extrínseca. A motivação extrínseca está relacionada a compensações externas como dinheiro, prestígio, etc. enquanto a motivação intrínseca é movida pelo prazer, criatividade, expressão artística. Como nos museus o comparecimento e participação dos visitantes são voluntários, a possibilidade de que os visitantes estejam intrinsecamente motivados são grandes, uma vez que os benefícios das atividades não são óbvios ou externos.

Semper (1990) se refere à posição teórica de Csikszentmihályi sobre motivação intrínseca e também ao conceito de *flow*. Alguns especialistas definem *flow* como um envolvimento profundo com uma progressão de motivação sem esforço de recompensa, a não ser pelo próprio ato em si (Chamber, 1990). Durante uma experiência *flow*, a concentração é intensa e o aprendiz perde o senso de tempo e de si mesmo. Se a atividade é agradável, as pessoas perdem o curso do tempo (Csikszentmihályi, 1987). Recentemente, Csikszentmihályi e Hermanson (1995) examinaram a motivação intrínseca no contexto dos museus. Eles consideram a curiosidade e interesse do visitante como o primeiro passo na direção de uma experiência recompensatória na interação com o *Exhibit*, mas para tornar-se efetivamente uma experiência dessa natureza, o visitante deve descobrir que a interação tornou-se intrinsecamente motivante.

Csikszentmihalyi (1987) a partir de dados baseados em culturas amplamente diferentes revelou que existem certas características universais que explicam porque as pessoas desejariam envolver-se: diversão, prazer, e pela recompensa em si mesma.

Museus têm a aprendizagem como objetivo, mas um outro objetivo é fazer que o visitante tenha uma experiência prazerosa. Embora a diversão seja importante, os

visitantes precisam usar suas habilidades para entender ou relacionar as informações presentes nos *exibits*. Se essa interação acontece, a probabilidade de uma relação prazerosa aumenta, assim como se inicia o envolvimento necessário para a aprendizagem.

Ramey-Gassert et al. (1994) citam três pré-requisitos que contribuem para a motivação intrínseca e a experiência *flow* (apud. Csiksentmihályi, 1987).

1) Objetivos claros: facilita e aumenta as chances de envolvimento quando os participantes sabem o que se espera deles. O objetivo deve fazer sentido, ser alcançável e simples.

2) Adequação do desafio à habilidade do participante: as pessoas acham prazerosas e envolventes situações nas quais as oportunidades da ação estão próximas de suas capacidades. Quando as chances são próximas de 50%, a recompensa intrínseca varia entre dois extremos negativos: ansiedade e tédio.

3) *Feedback* claro na performance em relação ao objetivo: As atividades prazerosas transmitem feedback constantemente, permitindo ao participante focar a atenção e evitar distração, permitindo uma verificação para ver se o aparato está sendo entendido. Além disso, um feedback claro facilita um envolvimento contínuo e a concentração contribuindo para a imersão na atividade.

Muitos *exibits* em Museus de Ciências são similares a demonstrações tradicionais dirigidas pela lógica do conhecimento que abordam, ao invés da necessidade de motivação da audiência (Chambers, 1990). Csiksentmihalyi (1987) coloca que há dois tipos de problemas: (a) aqueles que apresentam o próprio problema a ser resolvido (raramente agradável ou intrinsecamente motivante); (b) problemas descoberta nos quais informações torturantes desafiam o indivíduo a determinar o

problema a ser resolvido. Os problemas mais frequentemente encontrados em museus de ciências são pouco motivantes, do tipo apresentação de problemas. O mesmo autor propõe duas formas de melhorar os museus: (a) colocação de objetivos educacionais claros; e (b) substituição da apresentação de problemas por problemas descoberta.

A substituição da mera apresentação do problema por sua descoberta torna a atividade mais intrinsecamente recompensatória, permitindo ao visitante descobrir o que é o problema ao invés de simplesmente sua solução. Desta forma o envolvimento tende a crescer (Csikszentmihalyi, 1987). Se soluções alternativas são possíveis o envolvimento é sempre mais provável. O aumento do envolvimento aflora a possibilidade do alcance da aprendizagem em ambiente não-formal.

Csikszentmihalyi's e Hermanson (1995, p.59) sugerem que desde que “quando estamos intrinsecamente motivados para aprender, emoções e sentimentos estão envolvidos, bem como reflexões”, então mais do que uma fugaz atenção, o visitante estabelece uma profunda absorção que pode levar a aprendizagem.

◆ **Modos Múltiplos de Aprendizagem:** A idéia de múltiplas inteligências de Gardner (1993) tornou-se uma referência popular na literatura relacionada aos museus, particularmente Museus de Ciências. Gardner sugeriu uma visão pluralista da mente, com sete inteligências ao invés de um só tipo de inteligência tradicionalmente proposta pelo teste Q.I. Ele as descreve como linguística e lógico matemática (que costumam ser tão valorizadas na nossa sociedade), espacial, musical e inteligência corporal-cinestésica, e duas formas pessoais de inteligência : interpessoal e intrapessoal. Os *exhibits* interativos em Science Centres, geralmente requerem algum tipo de experiência espacial e cinestésica e frequentemente funcionam melhor com mais de uma pessoa. Dessa forma, eles fazem um apelo às diversas inteligências, promovendo um aumento da

probabilidade do engajamento com diferentes profundidades e preferências por aprendizagem. Se, como Gardner sugere, todos nós temos os sete tipos de inteligências, desenvolvidas em diferentes níveis, a variedade das experiências proporcionadas nos Science Centers provêem oportunidades para nós interagirmos e aprendermos de múltiplos modos.

◆ Ação e Exploração: Semper (1990) aponta que ação e exploração no processo de aprendizagem são importantes no processo de aprender, mas são geralmente ignorados. A visão Piagetiana da aprendizagem está baseada na interação entre o sujeito e o meio ambiente e tem influenciado no desenvolvimento de *Exhibits* participativos (Black, 1989, Thier & Linn, 1975). Em educação para a ciência, ação leva ao desenvolvimento de habilidades de observação e experimentação. Oppenheimer (1972,p.982) acreditou que a flexibilidade dos *Exhibits* do Exploratorium em permitir a ação tinha vantagem pedagógica: “Somente uma quantidade limitada de entendimento pode vir da observação do comportamento de algo; deve-se também observar o que acontece quando se altera parâmetros que alteram o comportamento.”

◆ Conhecimento prévio: Semper (1990) usa o exemplo de um menino de 6 anos e de um PhD em Física que interagem com uma mesma exibição. Será possível que duas pessoas com *backgrounds* científicos tão diferenciados possam extrair experiências que sejam consideradas positivas para ambos ? Essa questão nos remete para a própria definição de um modelo que promove a comunicação interativa. Entende-se que a interação proporciona experiências personalizadas, em função das escolhas possíveis e do conhecimento prévio diferenciado do visitante. Duesing (1987) enfatiza a importância de prover muitas escolhas no *Exhibit* a fim de que o visitante possa gerar suas próprias questões e escolher seus experimentos. Semper (1990, p.6) coloca que:

“Museus de Ciências são unicamente capazes de responder à grande variedade de base de conhecimentos científicos dos visitantes ... [porque] *exibits* podem ser desenhados para desafiar conhecimentos auto-desenvolvidos fortemente enraizados, através da criação de dissonâncias cognitivas entre uma teoria interna e um exemplo externo.”

As características que se desejam estar presente nos modelos que constituem uma exposição, se apresentam ao olhar do visitante, a partir da concepção e design dos *exibits*.

Exibits nos melhores museus são visualmente excitantes, exploratórios, tangíveis emitem sons interessantes, textos e imagens (Semper, 1990). O Exploratorium de São Francisco, por exemplo segue um conjunto de características que funcionam como guia no planejamento da efetividade educacional dos *exibits* : (a) os usuários e não os designers controlam a atividade de aprendizagem; (b) objetos do dia a dia são usados para personalizar as experiências do visitante; (c) objetos autênticos e experiências reais são empregadas sempre que possíveis; (d) experiências esteticamente ricas são incorporadas nos *exibits*; (e) o layout do museu é desenhado para os visitantes se sentirem confortáveis para a exploração e terem seu próprio espaço personalizado e (f) *exibits* dispostos sobre mesas encorajam pequenos grupos a interagir; (Semper, 1990).

A última característica citada no perfil idealizado dos modelos do Exploratorium de São Francisco, diz respeito a um importante elemento da aprendizagem em museus: a aprendizagem cooperativa, que como o nome sugere, encoraja a interação social e a aprendizagem em grupo. Segundo Black (1990) a aprendizagem cooperativa é simples e poderosa, embora raramente usada. A cooperação pode ser favorecida se a concepção do *exhibit* contemplar o uso compartilhado, ou seja, se o design do *exhibit* leva os visitantes a compartilhar experiências durante o seu uso - que pode acontecer com o uso de ilustrações e

textos ou ainda de situações em que o *exhibit* funcione melhor com o uso coletivo.

O desenvolvimento de *exhibits* interativos que sejam utilizadas conforme o planejamento inicial dos idealizadores e que promovam engajamento intelectual é uma tarefa complexa e difícil. Vamos a alguns exemplos. Pesquisa realizada pelo Departamento de Educação do Museu de Astronomia sobre os padrões de interação entre estudantes, professores e uma exposição didática de Astronomia (Cazelli et al., 1996) revela que antes da questão da efetividade pedagógica dos elementos expostos, o primeiro foco a ser considerado é a efetividade comunicativa dos elementos constituintes da exposição. O Laboratório de Astronomia é constituído de aparatos que possibilitam diversas formas de comunicação (contemplação, *hands-on* e interação), com o objetivo de mostrar que fenômenos astronômicos como dia e noite, estações do ano, eclipses, etc. influenciam as formas de vida na Terra.

Além disso, a exposição conta também com instrumentos meteorológicos pertencentes ao acervo do Museu, réplicas em escala reduzida dos foguetes importantes na conquista do espaço e uma réplica em tamanho real do Sputnik (o primeiro satélite a orbitar a Terra).

A metodologia usada foi a da observação direta do comportamento de grupos de estudantes de uma mesma turma e seus professores, de uma maneira global, durante a visita. O observador registrava comentários, gestos, procedimentos no uso dos aparatos. Cerca de 1 a 2 meses após a visita, foram sorteados grupos de estudantes e professores para serem entrevistados.

Na análise dos resultados, os modelos constituintes da exposição foram categorizados em quatro grupos: 1) aqueles que ofereciam dificuldade de manipulação e de compreensão 2) facilidade de manipulação e dificuldade de

compreensão 3) facilidade de manipulação e de compreensão 4) aqueles que faziam exclusivo da contemplação, como forma de comunicação (painéis, vitrines, dioramas e a réplica do Sputnik).

O primeiro grupo de modelos é aquele que envolve uma teoria de difícil compreensão e cuja manipulação exige uma sequência de operações em uma ordem definida. Nestes modelos a interação caracteriza-se pelo uso indevido e a solicitação de ajuda dos professores e monitores pelos estudantes ou ainda pela ajuda dos monitores a professores.

No segundo grupo de modelos, a manipulação não constitui obstáculo, ou seja, os estudantes fazem um uso correto dos modelos, mas os temas são de difícil compreensão. Neste grupo, o padrão de interação se caracteriza pelo compartilhamento, uma intervenção mais efetiva por parte dos professores. No entanto a fácil manipulação não conduz a uma maior facilidade na compreensão do que é abordado.

O terceiro grupo é constituído por somente um aparato. Trata-se de uma colmeia de abelhas em uma caixa com faces de acrílico que permite uma total visibilidade do interior da colmeia. Os estudantes se aglutinam imediatamente em volta da colmeia propondo-se desafios e questões em um alto grau de compartilhamento. Ao mesmo tempo, fica claro a partir dos comentários e comportamento expressos que os estudantes tem o interesse intensamente despertado na relação com este elemento expositivo. Embora a alto grau de compartilhamento, não há evidências, a partir dos comentários de que a vida sofre influências dos ciclos astronômicos.

O quarto e ultimo grupo, caracteriza-se pela comunicação do tipo contemplativa. Dentre os vários elementos expostos nessa categoria, destacaram-se um painel auto iluminado que expõe o ciclo da água de forma dinâmica através do movimento que sugere os sentidos do fluxo da água. O Painel da Terra vista no

céu da Lua (que ocupa a quase totalidade de uma das paredes da sala de exposição) e um diorama que mostra um astronauta no espaço. Já as vitrines com os foguetes e instrumentos meteorológicos foram ignorados pela grande maioria.

Os modelos mais citados nas entrevistas pelos estudantes são aqueles que possibilitavam fácil manipulação independentemente da dificuldade de compreensão. O dispositivo mais lembrado, no entanto, foi a colmeia (constituente do grupo 3) que já nas observações despontava como o preferido pelos estudantes. O painel que mostrava uma foto da Terra vista no céu da Lua também foi bastante citado pelos estudantes. Os estudantes entrevistados apresentaram como tendência a descrição do funcionamento dos aparatos ao invés de expressarem idéias sobre os conceitos envolvidos. No entanto, os autores partiram do pressuposto de que as lembranças espontâneas constituem sinal de que tenha havido algum tipo de desenvolvimento cognitivo.

Quanto ao padrão de interação, ficou marcante o fato de que as melhores interações eram aquelas compartilhadas, fosse entre os estudantes, entre estudantes e professores ou ainda com os monitores.

Gelman, Massey e Mcmanus (1992) apresentam uma pesquisa na qual é estudada a efetividade da comunicação de *Exhibits* interativos voltados para crianças na faixa de sete anos. A pesquisa se deu em um museu desenvolvido para crianças na Filadelfia, o Please Touch Museum (PTM). A partir de observações preliminares, constatou-se que as exposições relativas a ciências e matemática eram pouco frequentadas e seus *exhibits* eram geralmente utilizados de forma inadequada. Os adultos que acompanhavam as crianças, em geral, limitavam a atuação de orientação às exposições de temáticas não científicas, o que, segundo os autores, acontecia porque os adultos achavam que “temáticas escolares” estavam fora de sua responsabilidade, ao contrário, por exemplo, de

exposições que simulavam afazeres cotidianos, como fazer compras em um supermercado.

Decidiu-se então por criar-se uma nova galeria, a *Try It Gallery* formada por *exhibits* que se enquadravam nas habilidades e interesses das crianças mais novas, por exemplo, máquinas simples que não requerem o entendimento da gravidade ou uma explícita capacidade em explicar a relação entre dois estados de um objeto ou evento (Bullock, Gelman, & Baillargeon, 1982). Neste contexto, foram desenvolvidos *exhibits* que proporcionavam as crianças a fazer previsões sobre os efeitos de eventos físicos causais simples e experimentar condições que poderiam influenciar suas previsões.

A partir das teorias construtivistas, que partem do pressuposto de que o aprendiz, apesar de tudo que se possa empreender para a promoção da aprendizagem, é quem constrói a sua própria aprendizagem, os autores criticam uma visão ainda muito disseminada sobre a importância da frequência que o aprendiz é exposto a algo que se quer que ele aprenda. Nas palavras dos autores: “A explicação padrão - que quanto maior a frequência com que os novatos são expostos a *inputs* que se quer que eles aprendam, maiores são as chances de que eles os aprendam - corre por água abaixo, assim que reconhecemos que o aprendiz é um ativo participante de seu próprio desenvolvimento cognitivo.

A partir dessa premissa, o que é definido como relevante é governado muito mais pelo que trazido pelo aprendiz do que se pensa.”

Outro aspecto muito importante considerado na pesquisa é o pressuposto de que jovens aprendizes e especialistas não necessariamente compartilham da mesma interpretação de um dado *input*. Além disso, jovens aprendizes não concordam com o julgamento de que o mesmo input está sendo oferecido em duas situações diferentes. Nas palavras dos autores: “Em resumo, uma teoria construtivista da

mente nos força a reconsiderar a natureza dos *inputs* relevantes e o papel da frequência em uma teoria construtivista de *supporting environments*.”

Em outras palavras, na medida em que se admite que aprendizes são ativos no processo de construção de seu conhecimento, começa a haver uma série de divergências entre o aprendiz e quem ensina. A primeira delas é que o aprendiz e o especialista podem não desenvolver a mesma interpretação de um mesmo *input*, pois o aprendiz já trás uma estrutura, diferente daquela do especialista, que dá um outro sentido ao *input*, que na concepção do especialista deveria ser interpretado de determinada forma. Mesmo em situações em que o especialista julga estar oferecendo o mesmo *input*, o aprendiz costuma reconhecer um novo. A questão da interatividade nos museus, particularmente nos museus de ciência e tecnologia, ganha uma nova dimensão a partir dessa questão, na medida que primeiramente Museus de ciência e tecnologia estão repletos de modelos expondo uma ampla variedade de temas científicos. E segundo, uma vez admitido o papel que o aprendiz / visitante tem na significação do *input* quanto maior o grau de interatividade oportunizado pelo *exhibit*, maiores serão os problemas de divergências de interpretação entre os idealizadores da exposição e o seus visitantes.

Entendemos que a interpretação que o visitante dá ao exhibit é a questão chave para que a experiência interativa vivenciada conduza o participante a um engajamento intelectual. É comum encontrarmos em muitos museus a interatividade aplicada sem esse compromisso. As vezes aplica-se a interatividade como se isso por si só fosse garantia de êxito e de qualidade na comunicação com o visitante.

O próximo capítulo apresenta e contextualiza o espaço no qual foi realizada a pesquisa. A discussão precedente sobre interatividade estará permeando a descrição e caracterização da exposição que foi objeto de estudo.

Capítulo IV - Caracterização da Exposição

Descrição e Conceituação

O Museu de Astronomia e Ciências Afins é um instituto de pesquisa do Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq, tem como uma de suas preocupações tornar acessível ao público em geral temáticas científicas nas áreas das ciências naturais, particularmente Astronomia e Física, estabelecendo uma relação com o acervo e instrumentos científicos outrora usados pelo Observatório Nacional no entre o final do século XIX e início do século XX.

Dentre outros objetivos, as atividades da instituição visam a fazer com que seus visitantes, ao interagirem com seus produtos de transformação do saber de referência (exposições, atividades, programas, etc.), possam repensar suas concepções e desenvolver outras que sejam compatíveis com o saber científico.

Para tal, o MAST vem se empenhando em compreender as especificidades de um ambiente não formal de educação científica, particularmente na relação museu-escola, através de pesquisas sobre os padrões de interação de estudantes e professores com suas exposições científicas com o objetivo de construir uma pedagogia que se adeque as características de um espaço particular como um museu de ciências.

As concepções que vem orientando as atividades educacionais do Museu de Astronomia sofreram transformações substanciais nos últimos dez anos, em ressonância com as pesquisas na área. Com o objetivo de aproximar o leitor da nossa atual perspectiva, faremos um breve relato histórico dessa transformação.

A primeira exposição permanente com objetos museológicos construídos foi inaugurada em 1988: o *Laboratório de Ciências* com um perfil que pode ser caracterizado como a segunda tendência de comunicação nos museus de

terceira geração, ou seja, uma exposição que trata de temas na área de física em tópicos dispersos. No caso dessa exposição há uma concepção que se materializa em um conjunto de características que determinam o que foi considerado como o perfil ideal dos modelos para um laboratório didático em um museu de ciências :

- 1) Viabilizar a ocorrência do inesperado a fim de desequilibrar as expectativas.
- 2) Promover uma interação direta com o usuário a fim de proporcionar as este algum controle sobre o comportamento do modelo.
- 3) Explicitar somente um fenômeno a fim de destacar o fenômeno abordado e evitar distrações.
- 4) Propor experiências que o usuário possa decodificar a fim de que ele possa gerar a sua explicação pessoal.
- 5) Possibilitar uma interação lúdica sempre que possível a fim de gerar um ambiente descontraído.
- 6) Viabilizar um tempo de resposta curto a fim de evitar a perda de interesse do usuário face ao clima de não formalidade e de múltiplas opções.

Dentre as características arroladas acima, queremos destacar as duas primeiras (ocorrência do inesperado e interação direta). Essas características de certa forma dão o tom dessa exposição. Seu paradigma educacional repousa nas teorias construtivistas com forte ênfase na substituição da cultura experimental, segundo Franco (1988):

“... Além disso, deve ser considerado que os estudantes chegam ao museu com uma bagagem experimental sobre os fenômenos. Baseada no senso comum essa cultura experimental é, em muitas vezes, obstáculo para a compreensão de uma ciência que se estabeleceu contra o senso comum...

... Assim, os experimentos de um laboratório didático de ciências devem ser selecionados fundamentalmente levando-se em consideração sua capacidade de desequilibrar o senso comum... Nossos objetivos terão sido alcançados se as concepções intuitivas forem questionadas.”

Simultaneamente, o paradigma científico é o da física clássica, que está presente através de experimentos relativos a temas, em sua maioria, do currículo escolar, experimentos clássicos encontrados em outros museus e *Science Centers* ou experimentos inéditos concebidos a partir da criatividade dos profissionais da própria instituição.

Cada experimento está associado a uma placa instrutora que contém informações escritas e ilustrações a respeito do uso, além de propor questões acerca dos conceitos envolvidos. Não há explicações ou respostas. Se o visitante manifestar interesse ele pode adquirir um tabloide com textos explicativos sobre a exposição.

Embora não tenha havido uma avaliação formal da efetividade dessa exposição, percebe-se que os visitantes em geral ficam muito motivados e divertem-se em usar os modelos. No entanto, no máximo, chegam a responder superficialmente aos eventos e fenômenos que quebram suas expectativas.

Como exemplos citaremos dois experimentos da exposição. O primeiro deles é o *Erre se Puder* que consiste de um perfil parabólico cortado em uma placa de madeira, revestido por uma lâmina de borracha. No foco da parábola é colocada uma esfera metálica, enquanto uma outra esfera pode ser abandonada em trilhos

que dispõem-se paralelamente ao eixo principal da parábola. O usuário é desafiado a escolher um trilho para acertar a esfera alvo. Quase sempre o trilho central é escolhido, pois garante uma colisão frontal. Depois é solicitado que se tente errar a esfera alvo, o que evidentemente não é possível, pois a esfera abandonada em qualquer um dos trilhos, após colidir com a parábola, invariavelmente, é refletida na direção do foco, onde se encontra a esfera -alvo. Quando o visitante é questionado sobre as possíveis causas desse comportamento é muito comum respostas do tipo “É porque aqui tem imã” e imediatamente volta-se para um outro dispositivo.

Tomaremos como segundo exemplo o modelo *Desatarraxe a Lâmpada*. Aqui o usuário é instruído a tentar desatarraxar uma lâmpada introduzindo a sua mão através do orifício de uma caixa. Para surpresa de quem tenta, a mão atravessa a imagem sem encontrar um objeto sólido. Trata-se de uma imagem projetada no espaço por um extenso espelho esférico. Uma resposta típica dos visitantes: “É porque aí tem um jogo de espelhos” ou “isso é uma ilusão de ótica” e imediatamente ele sai á procura de uma nova sensação.

Pode-se dizer que esse tipo de exposição tem o mérito da motivação. O ambiente é descontraído mas não há subsídios para que o visitante, uma vez desequilibrado em suas expectativas, elabore alguma outra explicação a partir do teste de alguma hipótese que ele venha a imaginar. Cada experimento está contido em si mesmo. Não há continuidade sobre o problema apresentado por um modelo nos demais. Eles formam um conjunto desorganizado, reunidos sobre o guarda chuva da interatividade e desequilíbrio de certezas, porém extremamente motivantes, favorecendo o uso coletivo e lúdico das temáticas científicas propostas, possibilitando o vivenciamento de experiências marcantes que podem ser compreendidas em um outro momento. Para aqueles que já dispõem de algum conhecimento o ambiente mostra-se bastante frutífero pois mostra conceitos e fenômenos curriculares em situações inusitadas.

Com o objetivo de superar o caráter fragmentado da exposição *Laboratório de Ciências*, foi montada a exposição *Ciclos Astronômicos e a Vida na Terra*. Aqui, ao invés de abordar conceitos, são abordados fenômenos.

O projeto dessa exposição, do ponto de vista científico, tenta mostrar como fenômenos cíclicos de natureza astronômica como o dia e a noite, as estações do ano, as marés, e outros como a polarização da luz do céu como função da posição aparente do Sol, guardam relação com a vida na Terra.

Do ponto de vista pedagógico, houve uma profunda ruptura entre as concepções de cada exposição. Para dar conta da fragmentação observada na exposição precedente, foram construídos conjuntos de modelos que abordam um mesmo fenômeno de forma complementar. As placas instrutoras, além de abordar o uso dos modelos, contém textos explicativos em linguagem apropriada. Para dar conta da ausência da perspectiva histórica, agregou-se instrumentos do acervo da instituição que se relacionavam com os temas abordados na exposição. A interatividade também foi enfocada a partir de uma outra perspectiva: face a diversidade de áreas abordadas (Física, Geociências e Biologia), os modelos da exposição possibilitam desde a contemplação até o controle direto dos parâmetros relevantes do comportamento do modelo. Foram também utilizados painéis e dioramas, particularmente aplicados a temática da astronáutica.

A fim de exemplificar os elementos constituintes dessa exposição, selecionamos dois deles. *A Colméia* como um exemplo da influência do ciclo das estações do ano sobre a organização da vida. Uma colméia foi instalada no interior de uma caixa com faces de acrílico, o que permite que ela seja observada por várias pessoas ao mesmo tempo. O texto instrucional mostra como a polarização da luz do céu é usada pelas abelhas para fins de orientação e localização de alimento e fala da variação populacional em função do ciclo das estações.

O segundo exemplo é o modelo *A luz e as Estações* que tem por objetivo mostrar a importância do ângulo de incidência da luz solar na superfície da Terra e a irrelevância da questão da distância da Terra ao Sol para a ocorrência das estações do ano. Duas pequenas placas podem ser movidas ao longo de trilhos, para trás e para frente e podem girar em torno de si mesmas. Uma fonte de luz paralela as ilumina. O texto instrucional orienta o usuário a dispor as placas de modo que uma seja colocada próxima a fonte de luz e inclinada de modo que a luz incida obliquamente na sua superfície, enquanto a outra ,deve ser disposta afastada e com a superfície voltada para a fonte. Verifica-se uma situação na qual a placa mais distante fica mais luminosa que a outra mais próxima.

Do ponto de vista científico, os paradigmas que orientam a exposição são a física clássica, a teoria da evolução enriquecida de contribuições atuais. Do ponto de vista educacional, o paradigma adotado é novamente o construtivista, numa perspectiva mais voltada para a aprendizagem dos conteúdos envolvidos, enquanto que na exposição do *Laboratório de Ciências* o compromisso maior era com o desequilíbrio de concepções prévias e uma vaga noção de sensibilização para a ciência.

Essa exposição foi formalmente avaliada (Cazelli *et al.* 1996). Observou-se problemas relacionados com a manipulação dos aparatos, que algumas vezes exigiam uma sequência de operações como condição do uso adequado (como pode ser visto no exemplo do modelo *A Luz e as Estações*). Outros aspectos relevantes determinados foi com relação ao excesso e densidade de informação científica (vários temas, muitos textos), forma de apresentação e *design* de alguns modelos. A avaliação também mostrou que os estudantes não percebem a ligação entre os fenômenos físicos e astronômicos com a organização da vida na Terra.

Embora não se tenha observado uma efetividade por parte da *Colméia* em levar os estudantes a perceber a relação entre a vida e os ciclos astronômicos, a simples existência dela na *Exposição A Vida e os Ciclos Astronômicos*, intriga e pode servir de motivação futura, proporcionando uma experiência que pode ser integrada pelo visitante a sua rede de significações muito tempo depois da visita.

A partir destas análises, uma nova exposição foi montada - ***As estações do ano: a Terra em Movimento***, onde evidentemente tentou-se superar tais problemas.

Baseados nos resultados da pesquisa anterior, adotou-se uma série de premissas, a saber :

- 1) A exposição é centrada basicamente em um tema;
- 2) Os modelos são complementares ou independentes entre si;
- 3) Os modelos foram desenvolvidos para que proporcionassem diferentes formas de comunicação com o visitante (contemplação, hands-on, interação);
- 4) As placas instrucionais limitam-se a textos sobre o uso e perguntas instigantes sobre o tema abordado.

Justificativa Para a Escolha da Temática das Estações do Ano

Pesquisas na área de concepções prévias sobre o tema das estações do ano em diversos países nos mostram que os modelos explicativos desenvolvidos pelo público em geral são bastante destoantes do modelo científico (De Manuel, 1995; Camino, 1995). No Brasil, assim como em muitos outros países, existe o problema adicional dos livros didáticos. Tanto em livros de Geografia como de Ciências de 1º grau, o problema mais grave é o uso do modelo baseado na distância da Terra ao Sol para explicar as estações do ano, seja de forma explícita (texto) ou sugerida em desenhos nos quais a órbita da Terra mostra-se

excessivamente excêntrica (Canalle et al,1997; Trevisan et al, 1997 e Bizzo et al, 1996).

Um outro aspecto que nos levou para este tema é explicitado por Lins de Barros (1998): “é comum encontrarmos nos centros de ciências exposições sobre os avanços mais espetaculares da ciência. Isto é extremamente agradável para quem faz ciência. Porém, muitas vezes, esquecemos de falar do elementar. O elementar é o fenômeno, não o conceito.”

Baseados nestas dificuldades pensamos em criar uma exposição que abordasse os fenômenos do ciclo das estações do ano e de forma menos central o ciclo dos dias e das noites. Além do enfoque científico, decidiu-se introduzir elementos culturais associados aos temas científicos com o objetivo de humanizar e estabelecer laços de familiaridade com as temáticas científicas.

Os modelos constituintes da exposição foram pensados para que os visitantes, ao interagirem com os aparatos, repensassem seus modelos mentais acerca dos fenômenos, questionando-os, elaborando-os no sentido de compatibilizá-los com o modelo consensual adotado (saber científico de referência).

Inspirados em Boulter e Gilbert (1996), estudamos como os modelos pedagógicos podem favorecer a reelaboração de modelos expressos a respeito dos ciclos dos dias e noites e das estações do ano. Segundo Gilbert: “Por serem perceptivelmente mais acessíveis que as teorias, modelos jogam um papel chave na condução da inquirição científica. Eles permitem que as consequências das teorias sejam mais prontamente deduzidas e testadas.” Ou seja, modelos permitem uma visualização de algo que a princípio é de difícil compreensão.

O modelo de um alvo (objeto que se quer representar) é produzido a partir de uma fonte (um outro objeto conhecido) pelo uso de metáforas, no qual o alvo é visto pelo menos em um primeiro momento como muito semelhante à fonte. Para Black, (1962) “ Os elementos que compõem a fonte são projetados no alvo. Aqueles que parecem ter um valor evidente em representar o alvo são alterados para se encaixarem nas circunstâncias especiais do alvo pela composição de analogias.”

O grande valor dos modelos no processo de aprendizagem é que eles possibilitam que idéias, objetos, eventos, processos ou sistemas, que por serem complexos, abstratos ou ainda se darem em uma escala normalmente não percebida (ou por quaisquer combinação desses três motivos), se tornem visíveis. Eles, os modelos, facilitam a comunicação.

Gilbert propõe uma classificação de diferentes tipos de modelos : 1) *O modelo mental* : é a representação que o indivíduo forma sobre o alvo a partir da fonte, o modelo mental é ma representação pessoal, só o indivíduo que a gerou tem acesso direto a ela. 2) *O modelo expresso*: este, nada mais é do que a externalização do modelo mental, e portanto é um versão do modelo mental. A externalização pode se da de várias formas, escrita, oral, gestual... . 3) *O modelo consensual*: modelos compartilhados e aprovados por comunidades, são aqueles gerados, por exemplo, dentro das comunidades científicas. 4) *O modelo pedagógico*: modelos gerados por professores durante o processo de ensino-aprendizagem, que tem como finalidade encurtar o caminho intelectual entro os modelos consensuais e os aprendizes.

O modelo pedagógico, no sentido amplo, caracterizado na exposição é uma adequação do sistema heliocêntrico, no qual a Terra descreve uma orbita de translação virtualmente circular, com o Sol ocupando o centro do movimento. Para o fenômeno dos dias e noites, os elementos constitutivos são: a Terra gira

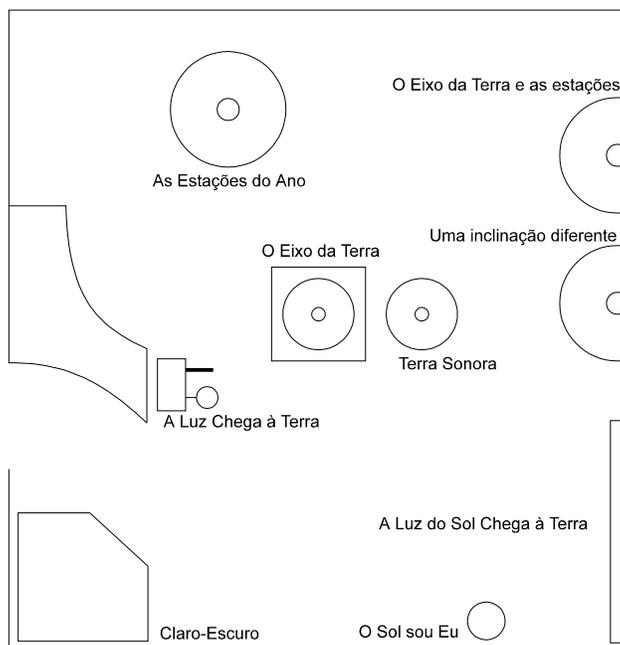
ao redor de seu próprio eixo mostrando a alternância de claro e escuro nos hemisférios leste/oeste; o eixo da Terra fisicamente representado e inclinado; a duração dos dias e noites mediante a observação de bonecos dispostos no mesmo meridiano e em latitudes opostas.

Para as estações do ano, os elementos constitutivos são: o Sol como uma fonte de luz paralela face a grande distância da Terra ao Sol em relação aos diâmetros desses astros; o eixo da Terra fisicamente representado e inclinado, mantendo-se paralelo a si mesmo ao longo do movimento de translação; a distribuição da luz solar nos hemisférios a relação entre calor absorvido e o ângulo de incidência da luz; a oposição entre as estações nos hemisférios Norte/Sul.

Na elaboração e avaliação de modelos pedagógicos os idealizadores levaram em conta os aspectos relevantes de fenômeno a ser modelado que, para Buckley & Boulter (1997), são: *estrutura* (partes estruturais e relações espaciais); *comportamento* (processos temporais e mudanças) e *mecanismo* (interação com os sub-componentes para produzir o comportamento como um todo).

A referida exposição é composta por nove modelos pedagógicos e três painéis, e trata dos ciclos dos dias e das noites e das estações do ano, conforme o esquema abaixo.

Fig. 2 - Layout da Exposição



A foto a seguir oferece uma visão geral da exposição:

Fig. 3 - Visão Geral da Exposição



Nela os aspectos relacionados à cultura são explorados a partir dos painéis que reproduzem pinturas de Monet e projeção de slides que retratam atividades sociais nas diferentes estações do ano nos dois hemisférios da Terra. Em cada modelo pedagógico há uma indicação escrita de como utilizá-lo, acompanhado de perguntas instigantes sobre o fenômeno apresentado. Os textos de explicação e

aprofundamento teórico encontram-se em locais apropriados de fácil acesso ao visitante caso queira obter mais informações.

Apresentamos a seguir a descrição dos modelos expositivos (modelos pedagógicos e painéis) que foram desenvolvidos para a exposição:

1- Claro e Escuro

Este modelo oferece ao observador a visão do planeta Terra girando ao redor de seu próprio eixo vista do espaço. No interior de uma caixa escura, um globo terrestre em contínua rotação é iluminado, de modo que o observador vê apenas um globo semi-iluminado. A inclinação entre o eixo de rotação do globo e a direção da luz incidente é tal que a distribuição de luz entre os hemisférios simula o verão no sul e o inverno no norte. Pares de miniaturas humanas servem de referência para mostrar que a duração da parte clara do dia varia com a estação do ano. Existem duas janelas de observação na face da caixa, de modo que dois visitantes podem usar o modelo ao mesmo tempo.

Fig. 4 - Foto Externa e Interna do Modelo *Claro e Escuro*



Este modelo objetiva mostrar a Terra como corpo cósmico e evidenciar a partir de um referencial externo, como se formam os dias e as noites e introduzir a questão da duração diferenciada dos dias e das noites em função das estações do ano.

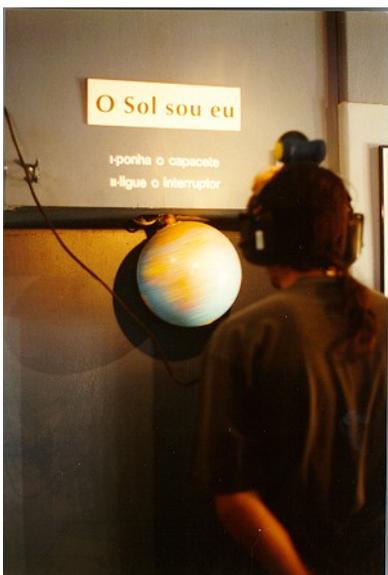
Tab. 2 - Aspectos Relevantes do Modelo *Claro e Escuro*

ESTRUTURA	COMPORTAMENTO	MECANISMO
* caixa escura: espaço cósmico * globo:Terra * bonecos: pessoas *haste: eixo de rotação *direção da luz incidente oblíqua em relação ao eixo de rotação	* globo iluminado girando continuamente * os bonecos entram e saem das áreas clara e escura em momentos diferentes	* Ciclos dos dias e das noites *Dias com maior duração que as noites *Terra com hemisférios norte e sul no inverno e verão

2- O Sol Sou Eu

Este segundo modelo também aborda a alternância dos dias e das noites, porém de uma forma diferenciada em relação ao modelo anterior. Aqui o usuário é instruído a colocar sobre a cabeça um chapéu que possui uma lâmpada e um fone no qual se ouve instruções relativas ao uso e também indagações. O feixe de luz deve ser orientado para iluminar um globo terrestre que gira ao ar livre. Neste modelo, diferentemente do anterior, os hemisférios simulam a iluminação na primavera e outono. Também foram instalados miniaturas humanas na superfície do globo como no modelo anterior.

Fig. 5 - Foto do Modelo *O Sol Sou Eu*



Objetivo: Abordar o fenômeno de dias e noites de uma forma lúdica e relativizar a questão da duração diferenciada dos dias e noites (questão introduzida pelo modelo *Claro e Escuro*).

Tab. 3 - Aspectos Relevantes do Modelo *O Sol Sou Eu*

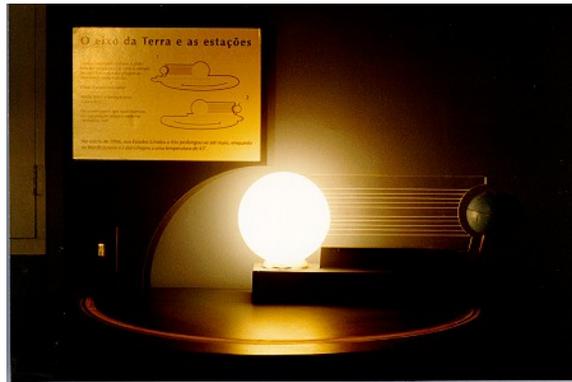
ESTRUTURA	COMPORTAMENTO	MECANISMO
<ul style="list-style-type: none"> * globo azul: Terra * capacete com lâmpada: Sol * direção da luz incidente perpendicular ao eixo de rotação * bonecos: pessoas 	<ul style="list-style-type: none"> * globo iluminado rotacionando continuamente, os bonecos entram e saem simultaneamente da área iluminada * hemisférios igualmente iluminados 	<ul style="list-style-type: none"> * Terra com hemisférios norte e sul na primavera e outono * Ciclos dos dias e das noites com a mesma duração

3 - O Eixo da Terra e as Estações

No centro de uma mesa circular foi instalado um abajur esférico fazendo alusão ao Sol. Um pequeno globo terrestre pode girar em torno de si mesmo e transladar em volta do “Sol” através do deslocamento de um braço manipulado pelo usuário. Neste modelo, o eixo de rotação da Terra é inclinado em relação ao plano da órbita de translação. Uma placa de acrílico com riscos luminosos paralelos entre si simulam a chegada da luz do Sol no globo terrestre.

Solicita-se ao usuário comparar o número de raios de luz que incide nos hemisférios em duas posições diametralmente opostas, nas quais acontecem a inversão das estações de verão e inverno nos hemisférios.

Fig.6- Foto do Modelo *O Eixo da Terra e as Estações*



Objetivo: Este modelo pretende explicitar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra na ocorrência das estações do ano, a partir de um modelo de natureza geométrica. Espera-se que o usuário relacione o número de raios de luz que incide em cada hemisfério com a inclinação do eixo de rotação da Terra.

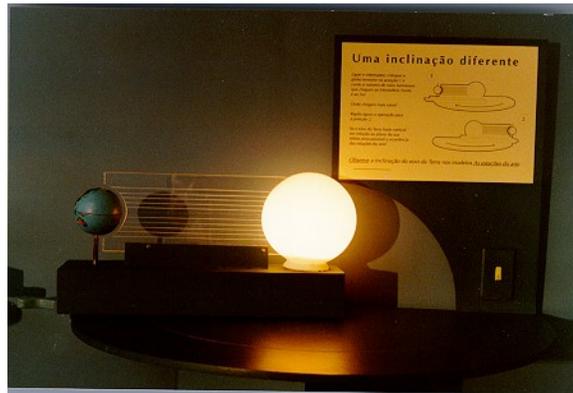
Tab. 4- Aspectos Relevantes do Modelo O Eixo da Terra e as Estações

ESTRUTURA	COMPORTAMENTO	MECANISMO
<ul style="list-style-type: none"> * globo azul: Terra * globo luminoso: Sol * riscos luminosos na chapa de acrílico: raios de sol * haste que atravessa o globo azul : eixo de rotação * eixo inclinado em relação a orbita de translação 	<ul style="list-style-type: none"> * Terra translada em torno do Sol com o eixo paralelo a si mesmo e gira em torno de si mesma. 	<ul style="list-style-type: none"> * A medida que a Terra gira em torno do Sol, os raios de Sol se distribuem diferentemente nos hemisférios. Nas posições diametralmente opostas (verão/inverno) , observa-se a inversão da quantidade de raios nos hemisférios.

4 - Uma Inclinação Diferente

Este modelo é similar ao anterior. A única diferença é o fato de que o eixo de rotação do globo terrestre é perpendicular em relação a seu plano de translação em torno do Sol.

Fig. 7 - Foto do Modelo *Uma Inclinação Diferente*



Objetivo: Tentar mostrar o papel da inclinação do eixo da Terra para a ocorrência das estações do ano. O modelo pretende ser complementar ao anterior, funcionando como contra-exemplo. Espera-se que o usuário perceba que se o eixo de rotação da Terra fosse vertical em relação ao plano de sua orbita, não haveria um ciclo de estações do ano.

Tab. 5 - Aspectos Relevantes do Modelo *Uma Inclinação Diferente*

ESTRUTURA	COMPORTAMENTO	MECANISMO
* globo azul: Terra * globo luminoso: Sol * riscos luminosos na chapa de acrílico: raios de sol * haste que atravessa o globo azul: eixo de rotação * eixo de rotação perpendicular em relação a orbita de translação	* Terra translada em torno do Sol com o eixo paralelo a si mesmo e em torno de si mesma.	* A medida que a Terra gira em torno do Sol, os raios de Sol se distribuem sempre de forma igualitária nos hemisférios.

5 - As Estações Pelo Mundo

Um conjunto de três projetores de slides formam imagens sobre três telas alinhadas lado a lado. As imagens laterais mostram fotografias de paisagens ou eventos em cidades localizadas dos hemisférios norte e sul. Tais imagens abordam as diferenças de estação nos hemisférios através de diferenças climáticas, físicas, e costumes dos povos. As fotos são acompanhadas de frases que fazem alusão as estações do ano nos respectivos locais. A imagem central mostra o desenho de um mapa mundi destacando as localizações das cidades em cada hemisfério.

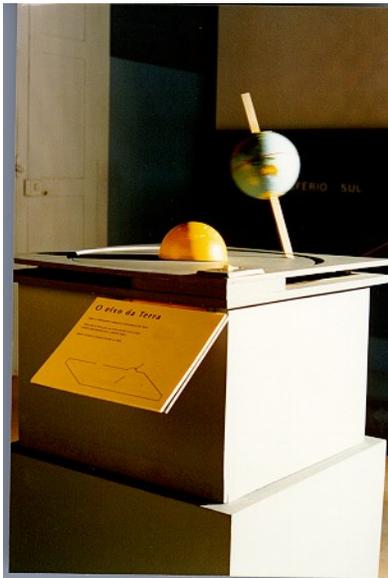
Este aparato funciona automaticamente. Não é necessária a intervenção do usuário. Após o término de um ciclo de estações os slides se repetem continuamente. Por razões técnicas este dispositivo não foi utilizado durante o período da avaliação, pois o sincronismo dos projetores (condição de absoluta importância) não foi satisfatória.

Objetivo: Evidenciar que os hemisférios estão sempre em estações diferentes e opostas e contextualizar o ciclo das estações do ponto de vista cultural.

6 - O Eixo da Terra

Um globo terrestre atravessado por uma longa haste que representa o eixo de rotação translada automaticamente em torno de um “Sol”. Ao usuário cabe observar o movimento de translação. O texto instrucional remete o usuário ao modelo *Terra Sonora*, no qual ele deve imitar o movimento observado usando as próprias mãos.

Fig. 8 - Foto do Modelo *O Eixo da Terra*



Objetivo: Este modelo tenta fazer com que o usuário perceba que a Terra gira ao redor do Sol sempre com o eixo de rotação paralelo a si mesmo.

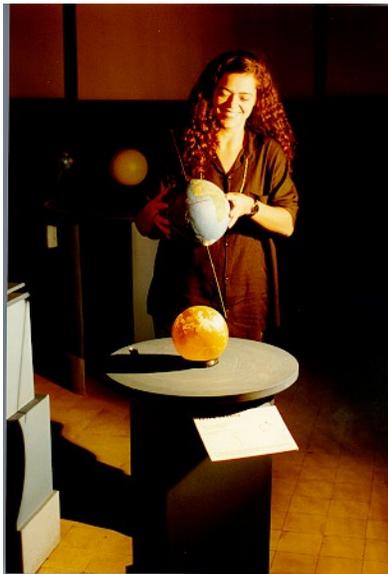
Tab. 6 - Aspectos Relevantes do Modelo *O Eixo da Terra*

ESTRUTURA	COMPORTAMENTO	MECANISMO
*globo azul: Terra *haste: eixo de rotação *semi-globo amarelo: Sol	*A Terra transladada em torno do Sol	*A Terra translada com seu eixo de rotação paralelo a si mesmo

7 - Terra Sonora

Este modelo é constituído de um globo terrestre atravessado por uma haste representando o eixo de rotação do planeta e uma fonte luminosa no papel do Sol. O estudante é instruído a imitar o movimento da Terra em torno do Sol a partir da observação do comportamento do modelo *O Eixo da Terra* e é avisado por uma campainha se mudar a direção do eixo de rotação.

Fig. 9 - Foto do Modelo *A Terra Sonora*



Objetivo: mostrar que o eixo da Terra mantém-se paralelo a si mesmo ao longo de uma translação.

Tab. 7 - Aspectos Relevantes do Modelo *Terra Sonora*

ESTRUTURA	COMPORTAMENTO	MECANISMO
* globo azul: Terra * haste: eixo de rotação * globo amarelo: Sol	*A Terra deve ser transladada em torno do Sol	* A Terra translada com seu eixo de rotação paralelo a si mesmo

8 - As Estações do Ano

No centro de uma mesa circular é instalado um abajur esférico fazendo alusão ao Sol. Um pequeno globo terrestre pode girar em torno de si mesmo e transladar em volta do Sol através do movimento de um braço manipulado pelo usuário. O globo que desempenha o papel de Sol possui um orifício de modo a iluminar o globo terrestre como uma fonte puntiforme proporcionando sombras precisas.

Fig. 10- Foto do Modelo *As Estações do Ano*



Objetivos: Espera-se que o modelo apresente eficientemente a visão copernicana (particularmente a trajetória circular da Terra em torno do Sol), a duração diferenciada dos dias e noites em função das estações do ano e a associação

destas com a distribuição diferenciada de luz nos hemisférios em diferentes posições na órbita.

Tab. 8 - Aspectos Relevantes do Modelo *As Estações do Ano*

ESTRUTURA	COMPORTAMENTO	MECANISMO
* globo azul semi-iluminado: Terra * haste que atravessa o globo azul: eixo de rotação * globo luminoso com orifício : Sol * superfície circular : plano da órbita de translação	*A Terra transladada em torno do Sol em uma trajetória circular e gira em torno de si mesma.	* A medida que a Terra gira em torno do Sol, a iluminação se distribui diferentemente nos hemisférios. Pode-se também observar a alternância dos dias e das noites.

9 - A Luz Chega a Terra

Neste modelo, o usuário deve introduzir a sua mão em uma luva que expõe a palma da mão a um feixe de luz emitido por uma lâmpada incandescente de 100 W.

A luva pode girar em torno de si mesma, de modo que a incidência do feixe de luz sobre a palma da mão pode ser frontal ou oblíqua, levando a uma maior ou menor sensação de calor.

Fig. 11 - Foto do Modelo *A Luz Chega a Terra*



Objetivo: Espera-se que neste modelo o visitante perceba a importância do ângulo de incidência na ocorrência das estações do ano, particularmente verão e inverno, através da associação da maior ou menor sensação de calor em função da inclinação da mão em relação ao feixe de luz.

Tab. 9 - Aspectos Relevantes do Modelo *A Luz Chaga a Terra*

ESTRUTURA	COMPORTAMENTO	MECANISMO
* lâmpada: Sol * palma da mão: Terra * ângulo incidente da luz sobre a palma da mão	* a palma da mão inclina-se proporcionando maior ou menor aquecimento	* posição de incidência frontal da luz: verão * posição de incidência oblíqua: inverno

10 - A Luz do Sol Chega a Terra

O modelo consiste de um painel de fundo negro com o desenho de um globo terrestre em uma extremidade, enquanto, na outra, encontra-se a imagem de um pequeno Sol. Um feixe de riscos divergentes, representando raios de luz, saem do Sol e chegam a Terra. O usuário é instruído a mover uma janela para uma

posição próxima à imagem da Terra e depois para uma posição próximo a imagem do Sol e comparar os raios que podem ser observados pela janela nas duas posições determinadas.

Fig. 12 - Foto do Modelo *A luz do Sol Chega a Terra*



Objetivo: Levar o visitante a perceber que embora o Sol se constitua em uma fonte divergente, face a distância entre a Terra e o Sol ser muito maior que os diâmetros destes astros, a luz do Sol chega a Terra praticamente paralela.

Tab. 10 - Aspectos Relevantes do Modelo *A Luz do Sol Chaga a Terra*

ESTRUTURA	COMPORTAMENTO	MECANISMO
<ul style="list-style-type: none"> * fundo negro: espaço * disco amarelo: Sol distante *globo azul: Terra próxima * risco amarelos: raios de Sol *placa de madeira móvel 	<ul style="list-style-type: none"> * A placa móvel desloca-se para próximo ao Sol e para próximo a Terra. 	<ul style="list-style-type: none"> * Ao se observar os raios de Sol pela janela da placa móvel verifica-se que próximos ao Sol os raios são divergentes e próximos a Terra são praticamente paralelos.

11- Qual a Sua Impressão ?

Este modelo expositivo é constituído por três painéis apresentam três gravuras do pintor impressionista Monet, que retratam a imagem de uma catedral em três momentos diferentes: manhã, tarde e noite. O seu uso é extremamente simples: basta tentar descobrir em que momento do dia cada uma das gravuras representa, manha, tarde ou noite. As diferenças de cor, sombras e iluminação oferecem sinais bastante claros para a resposta.

Fig. 13 - Foto do Painel *Qual a Sua Impressão?*



Objetivo : Propor uma ligação entre um fenómeno natural e a cultura, mostrando que a ciência pode ser apreendida como um bem relacionado aos bens culturais, no caso a expressão artística.

12 - Para Saber Mais

Trata-se de um painel com uma caixa, na qual se encontram disponíveis fichas que tratam de um conjunto de fenómenos relativos à exposição.

Fig. 14 - Foto do Painel Para Saber Mais - Textos de Aprofundamento



O objetivo aqui, é oferecer uma oportunidade de aprofundamento. Temas como o ciclo dos dias e noites, as estações do ano, eclipses, calendário, são tratados com um pouco mais de profundidade em textos científicos com gravuras, fotos e desenhos.

Capítulo V - Metodologia

A presente pesquisa foi desenvolvida em três fases distintas: questionários antes e após a visita, observação do comportamento de estudantes na exposição e por final, entrevistas.

A primeira etapa da pesquisa se deu através da aplicação de um questionário um ou dois dias antes da visita e reaplicação do mesmo questionário no período de dois a três meses depois. Os questionários foram aplicados nas escolas em data e horário acordados com o professor. O questionário é formado de questões abertas e de múltipla escolha sobre os ciclos dos dias e das noites e das estações do ano.

O primeiro passo neste sentido foi a elaboração de um questionário piloto (anexo 1) que foi aplicado a duas turmas de estudantes de terceira e quinta séries do ensino fundamental. A análise dos resultados mostrou a necessidade de ajustes que foram implementados para a elaboração do questionário definitivo (anexo 2). As modificações foram no sentido de alterar o texto de algumas questões que não se mostraram claras, ou estavam sendo interpretadas de forma diversa a desejada, houve ainda mudanças na diagramação visual. As modificações foram testadas em duas outras turmas similares e verificou-se a redução acentuada dos problemas.

O questionário desenvolvido para a avaliação tem uma diagramação visual que o diferencia de uma avaliação formal, foram utilizadas imagens reais digitalizadas, questionou-se sobre as preferências pessoais associadas aos temas e nas questões abertas os estudantes podiam expressar suas respostas por meio de desenho, texto ou ambos.

Como era solicitado que os alunos se identificassem, foi possível comparar cada estudante consigo próprio, o que permitiu estudar as mudanças expressas nas respostas dos estudantes em todas as questões.

Os questionários foram aplicados a oito turmas da terceira à sétima séries do ensino fundamental de escolas públicas e particulares que visitam o Museu de astronomia e Ciências Afins como participantes do Programa de Atendimento Escolar realizado pelo Departamento de Educação. Foram considerados para a análise somente os questionários dos estudantes que responderam o primeiro e ao segundo questionário e que efetivamente visitaram o MAST. Satisfizeram a essas condições 152 estudantes, gerando portanto 304 questionários. Os dados relativos a uma das turmas não foram considerados porque somente 6 estudantes da turma foram ao MAST. Portanto, os dados dos questionários dizem respeito a sete turmas.

Face ao grande volume de dados os questionários respondidos foram convertidos em um formato previamente concebido para serem transportados para o programa Epi-Info versão 6.01¹, que embora seja inicialmente concebido para análise de dados em Epidemiologia, pode ser utilizado para estudos em outras áreas. A utilização desse programa teve o propósito de facilitar a análise do grande volume de dados. O programa permite o cruzamento de respostas, a comparação de frequências de categorias qualitativas mediante codificação.

O segundo tipo de avaliação diz respeito ao estudo do comportamento dos estudantes na exposição. Para tal foram selecionados 70 estudantes que visitaram a exposição. Cada estudante teve o seu comportamento observado individualmente mediante uso de método não invasivo (Shettell, 1973; Boisvert & Slez, 1995). Os parâmetros observados estavam pré-definidos e dizem respeito ao

¹Epi Info, Versão 6.01

A Word Processing, Database, and Statistics System for Epidemiology on Microcomputers Program design by Andrew G. Dean, Jeffrey A. Dean, Anthony H. Burton, and Richard C. Dicker

tempo e a qualidade de interação entre o usuário e determinado aparato da exposição. Os resultados de cada estudante era registrado em uma ficha, que também, possibilitava o registros que não se enquadravam nas categorias pré-definidas (anexo 3).

Todos os parâmetros observados foram coletados sem a interferência no comportamento do estudante. Tais estudantes não são necessariamente aqueles que responderam aos questionários. O objetivo desta fase da pesquisa é propor um padrão de interação de estudantes com a exposição.

Após a análise dos 152 pares de questionários, selecionamos alguns estudantes de cada turma visitante que manifestaram melhorias de suas respostas. Dessa forma, 22 estudantes foram selecionados para a realização de entrevistas semi-estruturadas (anexo 4). O objetivo foi verificar as lembranças e interpretações dos estudantes a partir da interação com os modelos pedagógicos e painéis constituintes da exposição *As Estações do Ano: A Terra em Movimento*, além de buscar elementos que ajudassem a interpretar alguns aspectos dos questionários.

Com o objetivo de estimular a lembrança das experiências vivenciadas durante a visita, os estudantes entrevistados eram apresentados a fotos da sala que mostram desde uma visão panorâmica da sala até *closes* dos modelos pedagógicos (Stevenson & Bryden 1991).

Tais entrevistas foram realizadas nas escolas dos estudantes selecionados num período de 2 meses a três meses após a visita ao MAST. As entrevistas tiveram a duração de 30 a 40 minutos, foram audio-gravadas e posteriormente transcritas para fins de análise.

Capítulo VI- Padrões de Interação dos Estudantes

Padrões de Interação entre os Estudantes e a Exposição

Em recentes pesquisas que tentam avaliar aspectos relativos à eficácia de aparatos de exposição junto ao público usuário, a principal justificativa para a realização de tais estudos é a argumentação básica de que: “Como instituições de educação não-formal, Museus de Ciências devem prover aparatos que façam mais do que entreter e dar prazer aos visitantes. Os aparatos devem atrair o visitante bem como a sua atenção e compeli-lo a tornar-se engajado por tempo suficiente para que então a aprendizagem possa ocorrer” (Boisvert e Slez, 1995). “Existe uma grande insatisfação com o sistema educacional formal nesse país, e os Children’s Museums provêem um tipo ativo de aprendizagem não estruturada que está ausente dos demais lugares “(Edeiken, 1992,p.22).

A primeira parte de nossa pesquisa diz respeito ao padrão de comportamento dos estudantes com os elementos expositivos constituintes da exposição, quais sejam modelos e painéis basicamente.

Os dados relativos a esta fase da pesquisa foram tratados em dois níveis. Em uma primeira análise, estudamos a dinâmica do comportamento de cada um dos estudantes observados na interação com a exposição. Em um segundo momento, os dados foram agrupados enfocando a forma de interação dos estudantes com cada um dos elementos constituintes da exposição, com o objetivo de estudarmos o perfil de interação dos estudantes com os diversos aparatos da exposição (modelos e painéis).

Para tal, nos baseamos em um estudo de Boisvert e Slez (1995) sobre aprendizagem e as características dos modelos constituintes de uma exposição em um Museu de Ciências, estes autores fizeram uso de um conjunto de variáveis: a) **Poder de atração**, definida como o número, em porcentagem, dos visitantes que param e observam um aparato de exposição por 5 segundos ou mais. b) **Poder de retenção** definido como o tempo absoluto em que o visitante interage com o *exhibit*. c) **Nível de engajamento** expressa o nível de envolvimento do usuário com o aparato: 1- contemplação, 2- participação por leitura ou ainda tocando ou manipulando e 3- discute ou compartilha comentários com um mediador em uma apresentação orientada.

Como a atração, poder de retenção e engajamento do visitante podem ser medidos usando métodos não invasivos, eles são freqüentemente usados por educadores de museus, pesquisadores e avaliadores como indicadores de aprendizagem do visitante.

Com o objetivo de conhecermos e capacitarmos a equipe que trabalhou na coleta dos dados (bolsistas de iniciação científica e de aperfeiçoamento do CNPq), implementamos a observação de 22 estudantes na exposição. Em virtude dessa experiência, percebemos a necessidade de adequarmos a variável Nível de Engajamento as condições específicas da exposição *As Estações do Ano : A Terra Em Movimento*.

A variável Nível de Engajamento foi redefinida. A definição original não discrimina quando o toque ou manuseio leva ao uso correto ou inapropriado do aparato de exposição. Entendemos que essa informação no entanto seria bastante enriquecedora.

A segunda modificação foi no sentido de isolar as situações nas quais o usuário fez uso do modelo associado à leitura do comando. Justificamos essa modificação pelo fato de que o comando contém, além de instruções de uso, questões que objetivam instigar o usuário e portanto ter o registro isolado desse comportamento é importante, pois permite identificar situações nas quais o *exhibit* pode ter encaminhado a interpretação do usuário na direção desejada pelos idealizadores.

E, por fim, a terceira e última modificação diz respeito à caracterização do uso compartilhado. A exposição não tem monitores à disposição dos visitantes com o propósito de dar explicações sobre os modelos, como no caso da exposição avaliada por Boisvert e Sleaz. O uso compartilhado foi redefinido como: compartilhamento com outro estudante, professor ou monitor.

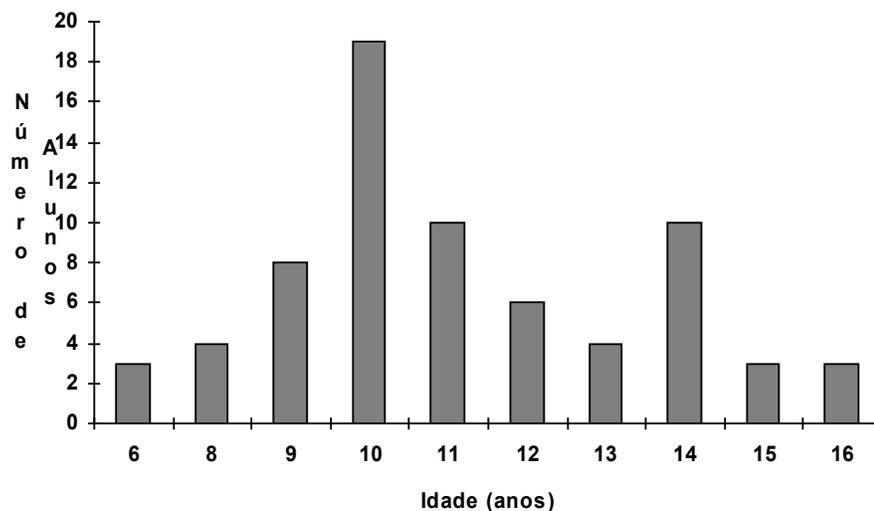
Em função de tais redefinições, o nível de engajamento, passou a ser categorizado como: A- Contemplação\Uso inapropriado: Quando o visitante observa o modelo sem ler texto; observa outras pessoas utilizando sem envolver-se de alguma outra forma; usa o modelo de forma inapropriada. B- Uso Adequado: Quando o estudante, embora não use o modelo da forma planejada pelos idealizadores, ainda assim, desenvolve uma utilização válida sob o ponto de vista da experiência do estudante. C- Uso adequado com Leitura: Quando o estudante lê o texto e usa o modelo. D - Compartilhamento: Quando o estudante usa o modelo juntamente com outros (estudante, professor ou monitor) , trocando ou ouvindo comentários e E- Observações gerais: Manifestações julgadas importantes (comentários e descrição de comportamento dos estudantes e professores).

Foram observados 70 estudantes no período de maio à junho de 1997, dentro do programa de Atendimento Escolar coordenado pelo Departamento de Educação. Os estudantes pertencem à rede pública e particular do município do Rio de Janeiro e municípios vizinhos. De cada turma visitante foram selecionados aleatoriamente de 2 a quatro estudantes de gêneros diferentes para serem observados na interação com a exposição.

Caracterização do Grupo de Estudantes Observado

O conjunto observado é composto de 70 estudantes (35 meninas e 35 meninos), provenientes da rede pública (41,4%) e privada (58,6%), em sua grande maioria da cidade do Rio de Janeiro. A parcela de escolas particulares é composta de escolas laicas de classe média alta, classe média baixa e escolas religiosas, enquanto que as escolas públicas são em sua totalidade, municipais da zona norte e sul da cidade do Rio de Janeiro. A idade média é de 11,13 anos com desvio padrão igual a 2,4; a idade variou de 6 a 16 anos.

Fig.15- Distribuição Etária dos Estudantes Visitantes



Padrões de Interação entre os Estudantes e os Modelos Pedagógicos

O registro do comportamento dos estudantes se deu por meio do preenchimento de uma ficha (anexo) com o esquema da sala. Uma vez determinado o estudante alvo, ele era “observado” discretamente sendo registrado na ficha a ordem de visita aos modelos, o tempo de permanência (em segundos), bem como a qualidade do engajamento ocorrido na interação com cada aparato. Numa folha em anexo era registrado de forma livre as atitudes mais expressivas do estudante alvo.

Foram geradas, portanto, setenta fichas de observação. Além das variáveis já definidas, apresentamos também o número de modelos visitados e o número de visitas de cada estudante na exposição (que pode diferir do número de modelos visitados na medida em que o estudante pode usar um modelo mais de uma vez).

A visita de cada estudante observado, foi caracterizada, em um primeiro momento, por um conjunto de valores :

- Número de modelos visitados ⇒ M
- Número total de visitas ⇒ V
- Número interações do tipo contemplação \ uso inadequado ⇒ A
- Número de interações do tipo uso adequado ⇒ B
- Número de interações do tipo uso adequado com leitura ⇒ C
- Número de interações do tipo uso compartilhado ⇒ D

Partimos do pressuposto de que este conjunto de valores, expressa indiretamente a qualidade da visita do estudante à exposição. Tal grupo de valores foi designado como Indicadores da Qualidade da Visita. A tabela a seguir apresenta a frequência média de cada um destes valores para os setenta estudantes observados:

Tab. 11 - Frequências Médias dos Indicadores da Qualidade da Visita

Frequência Média dos Indicadores da Qualidade da Visita	
Número de Modelos Visitados M = 6,92	
Número de Visitas V = 9,56	
Número de Interações do tipo A / Contemplação - Uso Inapropriado A = 4,02	
Número de Interações do tipo B / Uso Adequado Sem Leitura B = 2,91	
Número de Interações do tipo C / Uso Adequado Com Leitura C = 1,20	
Número de Interações do tipo D / Uso Compartilhado D = 1,54	

A tabela 11 mostra que o número médio de modelos visitados (M) indica que 7 dos 11 aparatos (9 modelos e 2 painéis) existentes na sala foram visitados pelos estudantes. A média do número de visitas (V) próxima a 10 expressa que o retorno aos modelos aconteceu com frequência. O significado das frequências médias dos níveis de engajamento (A,B,C,D) pode ser melhor compreendida a partir da próxima tabela que mostra a distribuição das frequências dos diversos níveis de engajamento:

Tab. 12 - Distribuição das Frequências dos Indicadores da Qualidade da Visita

	Frequência nula	Frequência igual a 1 ou 2	Frequência maior que 2
Interação A	10%	24,3%	65,7%
Interação B	12,9%	28,6%	58%
Interação C	47,5%	34,3%	20,1%
Interação D	41,4%	35,7%	22,7%

Na tabela 12 fica claro no grupo observado que a interação do tipo A (contemplação / uso inadequado) é o tipo de comportamento mais comum, somente 10% dos estudantes não procedeu dessa forma pelo menos uma vez. Ao mesmo tempo, a distribuição da frequência tipo B expressa que a não leitura

dos procedimentos para o uso dos aparatos, não leva necessariamente ao uso inapropriado e indica que este tipo de interação também foi comum. Ou seja, a exploração livre dos modelos constitui um tipo de comportamento comum, 87% dos estudantes assim procederam no mínimo uma vez.

Deve ser destacado que as observações gerais indicam que o uso por imitação foi um evento rotineiro: o estudante observava alguém utilizando e posteriormente imita o comportamento observado, o que pode explicar o baixo valor da frequência média da interação tipo C (uso adequado com leitura). Este resultado está de acordo com avaliações na área de museus que mostram que indivíduos nessa faixa etária em geral lêem pouco os textos das exposições. Observamos que a leitura dos comandos instrucionais, em geral, foi uma prática pouco frequente nas interações dos estudantes. Enquanto que 47,5% dos estudantes não leram os comandos nem uma vez se quer, somente 20,1% leu os comandos 2 vezes ou mais, o que mostra que este comportamento além de pouco frequente está concentrado em uma parcela dos estudantes.

A tabela 12 também nos mostra que a frequência média do número de interações tipo D (uso compartilhado) mostra que a socialização na exposição embora maior que a interação com leitura, comparativamente aos outros tipos de interação, não é muito intensa. Este comportamento não foi expresso por 42% dos estudantes, enquanto que e também de uma forma concentrada, dentre estes, somente 22,7% o fizeram uma ou duas vezes.

O passo seguinte foi, a partir dos Indicadores da Qualidade da Visita de cada estudante, tentar encontrar um critério que indicasse a qualidade do uso da exposição pelos estudantes. Partimos da constatação de que o alto valor da frequência média da interação tipo A não indica por si só que todos os elementos do grupo tiveram um comportamento predominantemente contemplativo ou que fizeram um uso inadequado da exposição, na medida em que este tipo de

procedimento é comum até mesmo dentre aqueles que usaram adequadamente os modelos, leram os comandos e compartilharam suas experiências.

A partir da análise das setenta fichas de observação verificamos uma ocorrência empírica na qual aqueles estudantes que interagiram de forma contemplativa e ou de forma inapropriada numa frequência superior à metade do número de visitas, manifestou como comportamento associado, frequências médias de interações tipo B, C e D muito aquém das frequências médias do grupo. Veja a tabela :

Tab.13 : Indicadores da Qualidade da Visita para $A < V/2$ e $A > V/2$

$A < V/2$ n=49	$A > V/2$ n=21
M = 6,8	M = 7,1
V = 9,2	V = 11,0
A = 2,45	A = 7,7
B = 3,27	B = 2,01
C = 1,59	C = 0,29
D = 1,86	D = 0,38
Total de estudantes	70

Verifica-se, portanto, que o grupo de estudantes que, na visita à exposição, interage de modo a contemplar e usar de forma inapropriada os modelos, em mais da metade do total de visitas, tem como comportamento associado baixos índices de uso de leitura (C) e compartilhamento (D). Quando comparado a outra parcela, nesses dois parâmetros, constata-se que neste grupo, as frequências médias são da ordem de cinco vezes menor. Este grupo representa 30% do total dos estudantes, entretanto concentra quase 60% das frequências das interações com contemplação e ou uso inadequado. Portanto, o comportamento deste grupo pode ser caracterizado como contemplativo e que faz o uso inapropriado, explorativo (sem condução a usos válidos), com pouca leitura e compartilhamento. A partir da relação entre o número total de visitas de cada estudante (V) e parcela de interações tipo (A) caracterizamos então dois grupos de estudantes.

Em função dos dados da tabela 13, os estudantes são assim distribuídos: 70 % dos estudantes fizeram um uso apropriado da exposição, enquanto 30 % comportaram-se de modo a sugerir um uso duvidoso do espaço. Interpretamos que este padrão de comportamento expressa um interesse menor pela exposição. Verifica-se ainda que nestes dois grupos, não ha relação entre gênero, idade ou procedência (pública ou particular), veja a tabela 14.

Tab. 14: distribuição de gênero, idade e procedência dos estudantes nos grupos de utilização adequada e duvidosa

	A < V/2	A > V/2
Gênero	m = 47,5%	m = 52,4%
	f = 52,4%	f = 47,6%
Procedência	part. = 41%	part. = 42%
	publ. = 59%	publ. = 58%
Idade	< 11 = 49%	< 11 = 52 %
	> 10 = 51%	> 10 = 48 %
Total	21	49

Percebe-se que em ambos os grupos, os gêneros se distribuem de forma equiprovável e a procedência é praticamente a mesma nos dois grupos. As duas faixas etárias estão também representadas de forma equiprovável em ambos os grupos. A partir dessa constatação, sugerimos que o que leva o estudante a fazer um uso da exposição classificado como satisfatório ou duvidoso, dentro dos critérios propostos, se trata de uma escolha pessoal do estudante, resultado de sua livre escolha. Não há relação de gênero, idade, ou procedência (sistema público ou privado).

Evidentemente existem algumas diferenciações no comportamento dos estudantes em função da faixa etária, que não contradiz a análise desenvolvida até agora. Para entendê-la, o grupo de estudantes foi subdividido em dois, um

com faixa etária compreendida entre 6 a 10 anos e um segundo com faixa etária de 11 a 16. A tabela a seguir mostra os valores das frequências médias dos Indicadores da Qualidade da Visita para os dois grupos etários :

Tab.15 : Indicadores da Qualidade da Visita em Função da Faixa Etária

	6 a 10 anos	11 a 16 anos
M	6,89	7,00
V	9,36	10,18
A	3,72	4,35
B	2,36	3,50
C	1,58	0,79
D	1,69	1,38
	n = 36	n = 34

Os dados evidenciam que os estudantes mais jovens exploram a exposição de forma mais livre, o que é expresso na comparação dos valores médios de B (uso adequado sem leitura), A (contemplação e / ou uso inadequado) e principalmente C (uso com leitura). Este parâmetro mostra que o grupo de maior faixa etária apresenta o dobro da frequência média de leitura do grupo mais jovem.

Padrões de Interação entre os Estudantes e os Modelos Pedagógicos

A discussão que se segue tem o objetivo de expor como os estudantes interagiram com cada um dos modelos constituintes da exposição, a partir das variáveis propostas (poder de atração, poder de retenção, nível de engajamento, e comentários e descrições de comportamento, extraídos das observações gerais).

A partir das frequências destas variáveis na interação entre os estudantes e os modelos, constituímos tabelas que expõem o poder de atração (em percentagem) o tempo de retenção (em segundos) e as frequências dos níveis de engajamento

(em porcentagem de ocorrência) tendo como universo os setenta estudantes observados. Os modelos foram categorizados em três grupos:

Grupo I : Reúne os modelos *O Sol Sou Eu, Claro e Escuro e Terra Sonora*. Foram os modelos que apresentaram os maiores índices de Poder de Atração, que variou de 76 % a 93%.

O Sol Sou Eu

Este foi o modelo que apresentou o maior índice de Poder de Atração. O interesse despertado pela utilização do modelo era tal , que foi característico a formação de uma longa fila com um tempo de espera com média de 5 minutos. Muitos estudantes contentavam-se em contemplar demoradamente o globo girando. Alguns pareciam estar “hipnotizados”.

Durante a permanência na fila muitos estudantes aproveitavam para mexer aleatoriamente nos modelos vizinhos, principalmente o modelo do *A Luz do Sol Chega à Terra*, ou então davam saídas furtivas para sondar outros modelos mais distantes e retornavam. Com certa frequência houve problemas de comportamento associados a disputa das posições na fila. Durante o tempo em que os estudantes ouviam a gravação da fita, o comportamento variou, desde concentração para entender a fita (o barulho de fundo do outros estudantes atrapalha), até aqueles que respondiam em voz alta às perguntas da fita. Outros dançavam freneticamente.

Devido ao forte interesse manifestado pelos estudantes em usar o modelo, alguns professores tentavam administrar a fila, encurtando o tempo em que cada estudante usava o fone, o que evidentemente foi prejudicial. Do total de interações com este modelo, 26 % atingiu o tempo mínimo da fita (75s). Neste modelo fica difícil de caracterizar quando a contemplação é negativa. Na

observação direta dos estudantes, ficou claro que a contemplação do modelo em uso por terceiros se dava com um algum nível de compromisso e não se tratava de uma observação do gênero “olhar sem ver”.

Chama a atenção que no retorno ao modelo, o tempo médio de interação aumenta, o que sugere que os estudantes que voltaram para reutilizar o modelo, o fizeram com o propósito de tentar satisfazer alguma curiosidade ou ouvir toda a fita. Cabe lembrar que a longa fila de espera é permanente, sendo comum que o professor(a) arbitrasse o fim da visita da turma com muita reclamação por parte daqueles que não conseguiram utilizar o modelo.

Tab. 16: Perfil Comunicativo do Modelo *O Sol Sou Eu*

<i>O Sol Sou Eu</i>		
Poder de Atração (%)	93%	
Visitas	1 ^a	2 ^a
	93%	20%
Totais	65	14
Tempo de Retenção (s)	59,7s	75,2s
Nível de Engajamento		
A	24%	10%
B	53%	10%
C	1,4%	
D	13%	

Exemplos de observações gerais relativas ao modelo anotadas pelo observador:

- "É muito manero!!" . Depois do uso comentou com a professora que não havia entendido nada, mas repetiu para a professora as perguntas feitas pela gravação, que, então, respondeu dizendo que aquilo era o dia e a noite. A aluna não satisfez-se e refez as perguntas. Ela voltou para o modelo e a professora insistiu em explicar como dia e noite. Ela retrucou e fez referência ao modelo *Claro e Escuro*. A menina voltou ao modelo e falou com a professora sobre a questão dos dias e noites nas estações, mas a professora a chamou para conhecer outra exposição. Foi quando eu intervi (observador) e expliquei a o

conteúdo do modelo. A estudante ouviu atentamente.

- A fila do *O Sol Sou Eu* em um dado momento chegou a contar com quase todas as crianças da turma. No final a professora disse: " Até eu estou curiosa para saber o que tanto eles ouvem aqui." Após um certo tempo a professora só ficou organizando a fila, fazia perguntas e dizia que ia perguntar na sala.

- Ficou contemplando a Terra rodar por 1'37", vendo uma menina usar enquanto estava na fila.

- Uma menina perguntou a uma outra que tinha acabado de usar o modelo :
"Como é que é isso?" Resposta: " Canta uma musiquinha e depois ela pede para localizar o Equador"

- "É a mesma coisa que ver ali naquele negócio (*Claro e Escuro*)" Comentário de um garoto ao contemplar *O Sol sou Eu*.

- As alunas responderam oralmente à gravação no fone : "não sei". Ao ser questionada pelo monitor qual estação do ano que estava sendo mostrada , a aluna respondeu que era verão em um hemisfério e primavera no outro.

- Depois do uso, as crianças saem repetindo em voz alta as perguntas da fita. Uma menina que aguardava demonstrava euforia: colocava freneticamente as mãos no globo e nos bonecos. Quando o grupo chegou, rapidamente formou-se uma fila.

- Ficou só observando as outras crianças usarem. Dois outros meninos faziam comentários sobre a geografia da Terra.

Claro e Escuro

O modelo *Claro e Escuro* foi o que apresentou os maiores índices de uso com leitura e uso compartilhado dentre todos os modelos da exposição. Na interação compartilhada foi comum que os estudantes convidassem outros para observar. O Poder de Atração alcançou 76%. Parte dos estudantes usaram o modelo mais de uma vez. O valor médio do poder de retenção foi decrescente à medida que os estudantes voltavam a reutilizá-lo, sugerindo que retornavam para dirimir alguma dúvida ou simplesmente por deleite.

Interpretamos o resultado relativo ao uso compartilhado como um efeito de dois fatores. O primeiro seria o sucesso da instalação de uma segunda janela de observação que tinha o objetivo de facilitar a comunicação entre dois usuários. E segundo, a familiaridade do tema, o que também pode ter contribuído para que este modelo alcançasse o maior índice de leitura.

Tab. 17: Perfil Comunicativo do Modelo *Claro e Escuro*

Claro e Escuro			
Poder de Atração (%)	76%		
Visitas	1 ^a	2 ^a	3 ^a
	76%	21%	9,5%
Totais	52	15	5
Poder de Retenção(s)	47,6s	23,8s	20s
Nível de Engajamento			
A	3%	1,4%	1,4%
B	33%	10%	1,4%
C	19%	6%	0%
D	20%	4,3%	4%

Exemplos de observações gerais relativas ao modelo anotadas pelo observador:
relativas ao modelo anotadas pelo observador: relativas ao modelo anotadas pelo observador:

- Disse que via a Terra, e que estava escuro a noite. A Terra estava girando

e o Sol parado. Onde está claro o Sol está aparecendo. Ficava suspendendo as colegas para poderem olhar no buraco.

- Que máximo!!
- Critica os colegas que brincam com o modelo.
- Ficou olhando com um amigo. Começou a ler o comando mas desistiu e outra criança o expulsou do modelo. Reclamou bastante. A professora pediu para uma menina deixar ele olhar.

Terra Sonora

Este modelo teve uma receptividade muito grande por parte dos estudantes, o que é expresso pelo seu alto nível de atração (83%), o poder de retenção que cresce na terceira utilização e o fato de ser o modelo reutilizado em maior frequência pelos estudantes.

A variável nível de engajamento evidencia alguns aspectos interessantes. O tipo de interação tipo A alcançou 51% na primeira visita, o que no caso em questão reflete um comportamento do tipo observacional. Foi muito comum a formação de grupos, nos quais um dos estudantes tomava a iniciativa de tentar usar o modelo, enquanto outros acompanhavam de forma participativa. Alguns torciam para que o companheiro errasse e o modelo fizesse barulho. Após a tentativa era comum a disputa para ver quem usaria o modelo.

A imitação e o ensino das regras entre estudantes foi um acontecimento rotineiro. A leitura do texto do comando foi algo bastante raro. Houve muito o que podemos chamar de uso “deflagrado”, ou seja, os estudantes tentavam usar o modelo mas como não liam o comando, começavam a usá-lo de forma

inapropriada, até que um monitor ou professor interviesse e mostrasse a forma correta de uso. A partir de então, se aglutinava um grupo no qual uns aprendiam com os outros a forma correta de utilização. Este foi o principal meio de uso compartilhado.

As vezes em que este modelo foi usado de forma integrada ao modelo *O Eixo da Terra* (conforme descrito no comando) foi por intervenção de monitor ou professor. Outro tipo de comportamento que deve ser registrado é a insistência de muitos estudantes em utilizar o modelo até que conseguissem êxito na sua utilização.

Tab. 18: Perfil Comunicativo do Modelo *A Terra Sonora*

<i>Terra Sonora</i>			
Poder de Atração (%)	83%		
Visitas	1 ^a	2 ^a	3 ^a
	83%	55%	30%
Totais	61	39	21
Tempo de Retenção(s)	62s	56s	76s
Nível de Engajamento			
A	51%	29%	9%
B	17%	10%	11%
C	3%	7%	1,4%
D	16%	10%	9%

Exemplos de observações gerais relativas ao modelo anotadas pelo observador:

- O aluno visitou o modelo por mais duas vezes. Na terceira aprendeu e ensinou como utilizar.

- Tentou usar e o professor orientou. Depois disse para um colega as regras de utilização: "Não tirar ela do eixo". Quando obteve sucesso gritou: "Consegui!!"

- Retornou e observou uma amiga e aplaudiu quando ela usou corretamente. Continuou olhando e fazendo comentários.

- O monitor estava orientando. O grupo se alternava nas tentativas. A aluna observada tentou duas vezes. A professora interviu orientando e fazendo referência ao *Eixo Exagerado*. A aluna voltou e conseguiu. Retornou ao modelo a convite de uma amiga para orientar.

- Assistiu, esperou e usou. Disputou para voltar a usar e torceu para que o colega errasse. Voltou a usar: fazia calmamente e com concentração, errou no final, os colegas riram, mas ela se defendeu dizendo: "Na hora de colocar no lugar de novo, é claro que vai errar " (a campainha vai fazer barulho).

- Não leu os comandos. Foi atraída pelo barulho da Terra Sonora e ficou 51" olhando os colegas brincarem. (Estava usando um modelo ao lado).

Grupo II - O segundo grupo de modelos, reúne aqueles que tiveram índices de Poder de Atração na ordem de 70%. São eles: *A Luz Chega a Terra*, *O Eixo da Terra*, *As Estações do Ano*, *O Eixo da Terra e as Estações*.

A Luz Chega a Terra

Este modelo, apresentou um poder de atração de 71,4%. O retorno ao modelo também se deu a um nível significativo. A observação das utilizações adequadas, com ou sem leitura, revela um tipo de postura na relação com este modelo que o distingue dos outros já discutidos. Quando o estudante percebe que se deve buscar uma diferença na sensação de calor em função da inclinação diferenciada da palma da mão, notamos que o estudante conduz a si mesmo a um período de introspecção. O modelo embora não permita muitas possibilidades de teste, pois a única variável ao controle do estudante é o ângulo de incidência da luz, ainda assim, percebemos que esse parâmetro foi bem explorado por muitos estudantes.

Tab. 19: Perfil Comunicativo do Modelo *A Luz Chega a Terra*

<i>A Luz Chega a Terra</i>			
Poder de Atração (%)	71,4%		
Visitas	1 ^a	2 ^a	3 ^a
	71,4%	24,3%	6%
Totais	50	17	4
Poder de Retenção (s)	40,1s	35s	20s
Nível de engajamento			
A	28,4%	10%	3%
B	20%	4,3%	0%
C	13%	4,3%	0%
D	10%	4%	3%

Exemplos de observações gerais relativas ao modelo anotadas pelo observador:

- A aluna falou que a luz chegava mais quando a mão estava inclinada para baixo.
- “Ficou quente!”, usou o modelo junto com uma amiga e conversaram.
- A professora leu o comando para o estudante.
- Ela leu, olhou mas não manipulou, conversou um pouco com uma amiga e fez o seguinte comentário : " É a sensação de calor na sua mão".
- Assistiu a explicação do monitor atentamente e leu o comando, bem como as indagações propostas por ele.
- Algumas coleguinhas a ensinaram a usar.
- Ouviu explicações do professor.

-Leu o comando junto com uma amiga e ficou discutindo o uso do modelo. Ficou 2'23" esperando para usar e 40" no modelo.

- Ela sabia que a luz era o Sol mas não sabia o que era a "luva". Disse que não acontecia nada. Fez um uso correto mas não entendeu muito bem e não leu o comando. Desistiu e saiu , deixando a professora falando.

As Estações do Ano

Este modelo apresentou um poder de atração bastante próximo ao anterior, porém o poder de retenção, ao contrário do modelo anterior, cresce a cada retorno. Este modelo, em particular, foi usado mais explicitamente por professores, no sentido de tentar incorporá-lo a seus objetivos curriculares.

Foi muito comum que professores reunissem os estudantes em grupos em torno deste modelo e implementassem, segundo estratégias orais ou participativas, aulas sobre os dias e as noites e ou o ciclo das estações do ano.

Os estudantes, por sua vez, também manifestaram uma certa familiaridade com o modelo. A identificação dos movimentos de translação e rotação era um comentário rotineiro. Embora a concepção dos idealizadores fosse abordar principalmente questões relativas ao ciclo das estações do ano, muitos dos comentários ouvidos faziam alusão a formação dos dias e noites, o que é totalmente pertinente, já que o modelo de fato permite tal associação.

Tab. 20: Perfil Comunicativo do Modelo *As Estações do Ano*

<i>As Estações do Ano</i>			
Poder de Atração(%)	68,6%		
Visitas	1 ^a	2 ^a	3 ^a
	68,6%	30%	8,5%
Totais	48	21	6
Poder de Retenção(s)	32,6s	59,5s	85s
Nível de Engajamento			
A	25,7%	14,3%	3%
B	22,8%	8,6%	1,4%
C	11,4%	0%	0%
D	8,6%	7,1%	4%

Exemplos de observações gerais relativas ao modelo anotadas pelo observador :

- Retornou ao modelo com mais duas amigas e mostrou os dois movimentos (rotação e translação).

- Manipulou corretamente, embora prestasse atenção em dois colegas que discutiam os modelos enfocando a questão do dia/noite. Em seguida olhou para o modelo visivelmente em busca de indícios da discussão.

- Voltou várias vezes. Observou atentamente as explicações da professora. Observa a iluminação do planeta e discute com os coleguinhas. Ficou bastante tempo neste modelo.

- Rodava e observava a Terra.

- Dois alunos se referem à sombra da Terra fazendo relação com o horário do dia e noite.

- Tentou encontrar aonde aconteciam as estações.

- Falou sobre as estações, apontando os hemisférios dizendo que acontecia o verão nos dois hemisférios ao mesmo tempo. Eu interfeiri (monitor) desconstruindo a idéia fazendo uma nova proposta: Como poderíamos ter verão aqui e nos USA ao mesmo tempo? As alunas ficaram discutindo e a professora interviu.

- Sem manipular o modelo, participou da discussão orientada pelo professor. Ficou girando o braço oito vezes, parou para mexer na Terra e girou mais 4 vezes. Ficou atenta às explicações da Professora, disse que a "Terra está girando". Tentou várias vezes e ouviu as explicações da professora. Leu o comando, conversou com a professora e com um amigo e manipulou corretamente. Ótima dinâmica. A professora permaneceu todo o tempo no modelo, falando sobre as estações e dia e noite.

- O professor fez uma mini-palestra sobre os dias e as noites, e duração do ano.

O Eixo da Terra

O modelo mostra um globo terrestre atravessado por uma longa haste inclinada que representa o eixo de rotação da Terra. Para fazê-lo funcionar bastava apertar um interruptor e assistir o movimento de translação. O comando remete o usuário a um modelo vizinho, *A Terra Sonora*, no qual o estudante deve conduzir um globo terrestre no movimento de translação, tendo como referência o movimento observado neste modelo. Para uma exploração correta desses modelos o estudante deveria estar atento aos textos instrucionais de ambos os modelos, o que, como foi visto no comportamento geral dos estudantes é uma atitude pouco frequente.

A forma com que os estudantes interagem com este modelo é interessante. Assim que os estudantes entram na sala eles não sabem bem o que fazer e para

onde ir. Começa um breve período de sondagem. Quando um primeiro estudante aciona o interruptor do modelo *O Eixo da Terra*, o globo terrestre descreve um movimento de translação em torno de um globo amarelo que representa o Sol, e imediatamente se forma um grupo em torno do modelo. Este foi o modelo da exposição mais procurado na primeira visita dos estudantes o que mostra que o movimento é um elemento que os atrai. Mas a conexão entre este modelo e *A Terra Sonora* foi raramente explorada por iniciativa dos estudantes. Ela só acontecia quando explicitada pelo monitor ou professor.

A julgar pelos comentários dos estudantes, e até mesmo de alguns professores, percebe-se que o modelo foi entendido no sentido de estar mostrando o movimento de translação, e muitos viam o movimento de rotação, embora o modelo não apresente tal movimento. O comportamento do eixo de rotação ao longo do movimento de translação não foi comentado por nenhum estudante de forma espontânea. Tal questão só se fez presente quando o monitor ou professor a explicitava. Constata-se que o modelo além de não estimular a leitura, ele também não leva ao uso compartilhado, embora haja a formação de grupos.

Tab. 21: Perfil Comunicativo do Modelo *O Eixo da Terra*

<i>O Eixo da Terra</i>			
Poder de Atração(%)	68%		
Visitas	1 ^a	2 ^a	3 ^a
	68%	30%	8,5%
Totais	48	13	2
Poder de Retenção(s)	23s	22s	16,5s
Nível de Engajamento			
A	26 %	10%	
B	33%	4%	3%
C	4%	4%	
D	6%	1,4%	

Exemplos de observações gerais relativas ao modelo anotadas pelo observador :

- A aluna soletrou o comando. A professora orienta perguntando quem está girando em torno de quem? Resposta coletiva de um grupo : "A Terra em volta do Sol"

- Discutiu com a colega sobre a translação.

- Discutiu se havia ou não rotação.

- Na primeira interação com o modelo disse : "Que sinistro!!" . Retornou ao modelo mais tarde e disse : "Isso aqui é manero"

- O aluno diz que é o movimento de translação para o professor.

- Ligava e desligava o interruptor (por poucos segundos).

- Usou manualmente (estava quebrado).

- Ligou, observou rapidamente e disse: " Que legal!!!", se dirigiu para a segunda visita (Terra Sonora)

O Eixo da Terra e as Estações

Este modelo é mais exigente em termos de operação. É necessária uma série de operações sequencias: mover o globo até uma posição indicada, contar as linhas que incidem em cada um dos hemisférios, levar o globo até uma posição diametralmente oposta e recontar a distribuição das linhas no globo e então comparar os resultados.

Julgamos que para que um estudante execute essa sequência de operações corretamente, é necessário ter lido e interpretado o comando corretamente, ter

observado alguém (um colega, monitor ou professor) ou ainda receber instruções explícitas da monitoria ou do professor. Neste modelo o principal veículo de informação não é a ocorrência de um fenômeno, como nos três outros modelos anteriores (sensação de maior ou menor aquecimento no *A luz Chega a Terra*, a distribuição diferenciada de luz no modelo *As Estações do Ano* e o movimento no modelo *O Eixo da Terra*). A motivação do estudante no uso do modelo em discussão, portanto, está apoiada somente na expectativa de descobrir algo interessante no final do processo. Ainda assim, podemos constatar que o modelo teve uma boa aceitação por parte dos estudantes.

Tab. 22: Perfil Comunicativo do Modelo *O Eixo da Terra e as Estações*

<i>O Eixo da Terra e as Estações</i>		
Poder de Atração (%)	64%	
Visita	1 ^a	2 ^a
	64%	18%
Total	45	13
Poder de Retenção(s)	45s	27s
Nível de Engajamento		
A	29%	3%
B	10%	
C	14%	
D	11%	1%

Exemplos de observações gerais relativas ao modelo anotadas pelo observador :

- Leu os comandos com atenção e manipulou corretamente com mais cinco amigos em volta. Ficou em dúvida e eu expliquei (observador) para ela e mais três amigos. Disse que entendeu.
- Foi a primeira vez que falou com alguém, conversando com um amigo e ouvindo a professora.

- Ficou atento às explicações do monitor. Não leu e não manipulou.
- Ficou observando a rotação da Terra.
- Ficou olhando uma menina na comparação das linhas por 54", de longe.
 - Um colega propôs questão sobre verão e inverno. Ele respondeu parcialmente certo.
 - Leu e contou em um lado só no modelo *O Eixo da Terra* e leu e contou nos dois lados no modelo *Uma inclinação Diferente*
- O professor pediu para contar os raios nas posições especificadas pelo comando. Os alunos contaram (inclusive o observado) e então o professor explicou que as estações acontecem porque o eixo da Terra é inclinado.
- Só mexeu.
- A colega leu o comando, não entenderam o que era a posição 1, indicada no comando, intervi (observador) mostrando o que era. A aluna observada também leu. A colega contou as linhas. Colocaram na posição 2 e a aluna observada concluiu: trocou! e no final disse: "O máximo". Utilizou o modelo com a mesma amiga que estava no *O Sol Sou Eu*.

Ao contrário do primeiro grupo de modelos, principalmente a *Terra Sonora* e *O Sol Sou Eu*, neste segundo grupo de modelos, o lúdico e a curiosidade não são elementos marcantes. Ao invés disso, o segundo grupo de modelos é caracterizado pela possibilidade de teste e introspecção, com exceção do modelo *O Eixo da Terra*.

No modelo *As Estações do Ano* estes elementos estão associados à familiaridade. Como dito anteriormente, muitos estudantes foram atraídos por

uma imagem familiar (uma esfera pequena e azul que parece girar em torno de uma esfera maior e amarela). Os estudantes sabiam o que fazer intuitivamente : girar o braço de madeira a fazer o globo menor girar em torno do maior. A surpresa, imediatamente reconhecida, vinha por conta do movimento de rotação. Os estudantes manifestavam satisfação em identificar algo que já sabiam.

No modelo *A Luz Chega A Terra* os elementos introspecção e possibilidade de teste estão associados à familiaridade da sensação de calor causada por uma fonte de luz incandescente.

O modelo *O Eixo da Terra* não leva à introspecção e/ou possibilidade de teste. A comunicação aqui é por via da contemplação e embora o objetivo seja o de destacar o comportamento do eixo, que é um elemento abstrato e desconhecidos pela maioria dos estudantes, vimos que ela se deu por via de elementos conhecidos como a translação e até mesmo a rotação, que embora ausente, foi “vista” por muitos estudantes.

Grupo III - Este grupo reúne dois modelos e dois painéis que apresentaram índices de Poder de Atração na faixa de 30%, o que significa que tais dispositivos não foram capazes de atrair os estudantes. Outra característica deste grupo, que confirma a limitação em atrair o público, é o retorno nulo ou muito baixo a estes modelos e painéis, ou seja, os poucos estudantes que se aventuraram a utilizá-los não gostaram do que viram e por isso não retornaram. Este grupo é formado pelos modelos *Uma Inclinação Diferente*, *A Luz do Sol Chega à Terra* e pelos painéis *Para Saber Mais e Qual a Sua Impressão ?*

Uma Inclinação Diferente

Este modelo foi concebido para servir de contra-exemplo na discussão da importância da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano da sua

órbita, para a ocorrência das estações do ano. O comando remete o usuário ao modelo *O Eixo da Terra e As Estações* e vice-versa. A intenção é que o estudante compare os dois modelos. No entanto raros foram os estudantes que o fizeram.

Um fato que chama a atenção é que os dois modelos são dispostos lado a lado na exposição e são muito parecidos entre si (a única diferença é que neste modelo o globo terrestre tem o eixo de rotação perpendicular ao plano de translação, enquanto que o outro, o tem inclinado). No entanto, quando comparamos os dois modelos, verificamos que o modelo que tem a inclinação correta tem quase o dobro Poder de Atração. O que a princípio, não deveria ocorrer devido à similaridade entre os modelos. O que pode ser explicado, pelo direcionamento de muitos professores em enfatizar o uso do modelo correto.

Tab. 23: Perfil Comunicativo do Modelo *Uma Inclinação Diferente*

Uma Inclinação Diferente		
Poder de Atração(%)	34%	
Visita	1 ^a	2 ^a
	34%	4%
Total	24	3
Poder de Retenção(s)	34 s	33s
Nível de Engajamento		
A	16%	3%
B	7%	
C	8,5%	
D	3%	1,4%

Exemplos de observações gerais relativas ao modelo anotadas pelo observador:

- Tocava sem intenção de uso.

- A aluna fez um uso adequado do modelo sem no entanto atinar para nenhum tipo de informação.

- Estava interagindo, mas um rapaz a empurrou e a deslocou para trás. Desistiu de usar o modelo. Saiu para usar outros e voltou quando não havia ninguém.

- Rodava e "olhava" o comando.

- Leram o comando e contaram os raios (linhas riscadas no acrílico). Também discutiram sobre o modelo *O Sol Sou Eu*: "Você respondeu às perguntas? eu não."

A Luz do Sol Chega a Terra

O modelo em questão foi incapaz de atrair e manter a atenção dos estudantes, o que é expresso pelos seus baixos índices de Poder de Atração, o não retorno e particularmente pelo baixo valor médio de Poder de Retenção. A observação do comportamento dos estudantes, no uso do modelo, aponta para a ausência, em geral, de qualquer sinal de envolvimento intelectual. A maior parte dos estudantes que usaram este modelo, o fizeram para passar o tempo, enquanto esperavam na fila do modelo *O Sol Sou Eu*.

A operação do modelo era relativamente simples; bastava deslizar uma placa sobre um trilho e observar o interior de uma janela através da qual se observa um trecho de um feixe de segmentos que representam a luz do Sol. O objetivo é mostrar que a luz do Sol chega à Terra praticamente em raios paralelos. O estudante deveria, para isso, comparar a imagem dos feixes de raios em duas posições distintas: próxima a imagem do Sol (onde o feixe se apresenta bastante divergente) e posteriormente próxima a Terra (onde o feixe já está perceptivelmente próximo de paralelo).

No entanto, a julgar pelos dados expostos pela tabela abaixo e pela descrição do comportamento dos estudantes, vemos que o modelo não obteve sucesso. A falta

de efetividade expressa no comportamento dos estudantes ao usar este modelo, revela que eles não viram significado na atividade ou a julgaram desinteressante. O que se viu muito comumente, era o estudante mover a placa para trás e para frente, sem identificar ou construir nenhum propósito.

Tab. 24: Perfil Comunicativo do Modelo *A Luz do Sol Chega a Terra*

<i>A Luz do Sol Chega a Terra</i>		
Poder de Atração(%)	28,6%	
Visita	1 ^a	2 ^a
	28,6%	3%
Total	20	2
Poder de Retenção(s)	20s	14s
Nível de Engajamento		
A	13%	3%
B	8,6%	
C	4%	
D	3%	

Exemplos de observações gerais relativas ao modelo anotadas pelo observador :

- Parou, leu e fez algumas anotações.

- O aluno pergunta ao professor.: “ O que é isso? (Painel)” o professor responde :
 "Isso aqui é para mostrar que por causa da distância da Terra /Sol, os raios solares chegam à Terra mais abertos, permitindo que o Sol ilumine toda a Terra"
 Isso aconteceu quando ele estava na fila do O Sol Sou Eu.

Os resultados relativos ao terceiro grupo de modelos apontam para algumas considerações interessantes no que tange à aceitação de um modelo em uma exposição de um Museu de Ciências s s s , por parte de estudantes. Julgamos que o fraco desempenho do modelo *A Luz do Sol Chega à Terra* trás alguns elementos importantes neste sentido. A observação do comportamento dos estudantes mostra que não havia uma comunicação efetiva entre o estudante que

tentava usá-lo e o modelo. O modelo apresentou-se hermético, não permitindo um uso explorativo frutífero.

Qual a Sua Impressão?

Parte dos alunos que se interessaram estavam motivados pelo fato de terem visitado a pouco tempo uma exposição de Monet que visitou a cidade do Rio de Janeiro, próximo ao período desta avaliação.

Tab. 25: Perfil Comunicativo do Painel *Qual a Sua Impressão?*

<i>Qual A Sua Impressão ?</i>	
Poder de Atração(%)	23%
Visita	1
	31%
Total	21
Poder de Retenção(s)	19,6s
Nível de Engajamento	
A	13%
B	7%
C	7%
D	3%

Exemplos de observações gerais relativas ao modelo anotadas pelo observador:

- Entrou e olhou para Monet. Ficou atento às explicações do monitor e falou sobre Impressionismo e o Museu de Belas Artes. Fala sobre todos os quadros.

-Chama atenção dos alunos para Monet, mas se refere somente ao impressionismo.

- Se integrou a um grupo já formado em torno do módulo e respondeu oralmente à pergunta, depois leu a resposta.

- A professora fez perguntas e ela participou.

- Diz que o Monet é manero!!

- Chamou um amigo para ler com ele e apontou o nome "Monet".

- Viu as gravuras, não leu o comando.

Para saber Mais

Os dados relativos ao desempenho desta iniciativa mostra que, pelo menos para os estudantes, ler, definitivamente, é algo que eles não estão predispostos a fazer. O que já estava sendo apontado pelos índices do uso com leitura de todos os modelos da exposição.

Tab. 26: Perfil Comunicativo do Painel *Para Saber Mais* ?

<i>Para Saber Mais</i>	
Poder de Atração (%)	25,7%
Visita	1ª
	30%
Total	21
Poder de Retenção(s)	44,4s
Nível de Engajamento	
A	13%
B	0%
C	10%
D	3%

Exemplos de observações gerais relativas ao modelo anotadas pelo observador :

- Sentou para ler, trocava as fichas.
- Ficou lendo com um amigo sobre as fases da lua.
- Uma menina que estava sentada no banco se levantou em um dado momento e se dirigiu ao "Saber Mais". Pegou uma das fichas e a largou rapidamente e disse: "Eu já leio no colégio, vou ter que ler aqui também, que saco!! "

- Um grupo de meninas lia atentamente as fichas .

O insucesso do painel sobre o impressionismo coloca a questão da receptividade de um aparato plano e estático junto ao público escolar. Neste caso em particular, não existe nada acontecendo. Não há fenômeno, não há elementos que se relacionam. Não há mudanças. Toda a relação entre o usuário e o aparato está por conta da significação que ele, o usuário, dá ao elemento exposto.

O fraco desempenho das fichas de aprofundamento, mostram que a leitura é algo que só acontece em situações de necessidade, sendo a princípio uma atividade evitada. O penúltimo comentário exemplificado acima, é bastante elucidativo neste sentido. O ato da leitura é associado como algo que está restrito a escola, e a visita ao museu seria associado a outras coisas, atividades de exploração, de prazer, ou de encantamento, etc. A leitura é uma atividade que vai contra as expectativas de uma atividade extra-escolar.

Capítulo VII - Resultados e Análise dos Questionários

O presente capítulo apresenta os resultados e análises relativas a comparação do primeiro e segundo questionários. Primeiramente apresentamos os dados relativos aos dias e as noites e posteriormente aqueles relativos às estações do ano.

O fenômeno do ciclo dos dias e das noites foi abordado em duas questões, uma questão abordava a causa dos dias e noites no planeta, e outra que tentou levantar se os estudantes percebem a variação do foto-período em função das estações. Sendo que no primeiro questionário havia uma questão inicial que tinha o objetivo de criar um clima de não-formalidade, mostrando que o questionário não era uma mais uma “prova”. Apresentamos a seguir o texto da questão:

Questão 1)

O que você mais gosta de fazer durante o dia ? e durante a noite ?

A quase totalidade dos estudantes (97%) respondeu a questão satisfatoriamente. Demonstraram afetividade, citaram suas atividades preferidas, formas de socialização, etc. Essa questão está ausente do segundo questionário onde a clima de não-formalidade foi sugerido por uma questão sobre as lembranças da visita, cujo resultado será discutido mais adiante.

A primeira questão que abordou o tema do ciclo dos dias e das noites, foi uma questão aberta, na qual os estudantes podiam expressar suas respostas por meio de texto, desenho ou ambos, se desejassem. A intenção foi a de facilitar e propiciar diferentes formas de expressão.

Adotamos uma formulação ampla, limitando-se a pedir uma explicação para o fenômeno observado e conhecido:

*Você pode explicar por que acontecem os dias e as noites no planeta Terra?
Você pode explicar escrevendo, desenhando ou os dois se você quiser.*

Face a diversidade de respostas obtidas, adotamos um critério de análise dividido em duas fases. Este procedimento, corresponde em um primeiro momento a uma “espectroscopia fina” do conjunto analisado, constituindo pré-categorias, basicamente de natureza descritiva, que servirão de base para uma categorização final que abrange grupos mais amplos.

Durante todo o estudo buscamos interpretar o erro, ou seja, ver o significado de respostas que não satisfazem o modelo considerado científico. Estas respostas apontam, com muita insistência, para aspectos que desaparecem ao se analisar as respostas aceitas como corretas.

Descrição e Pré-categorização das Respostas Sobre Dias e Noites

Pré - Categoria 1

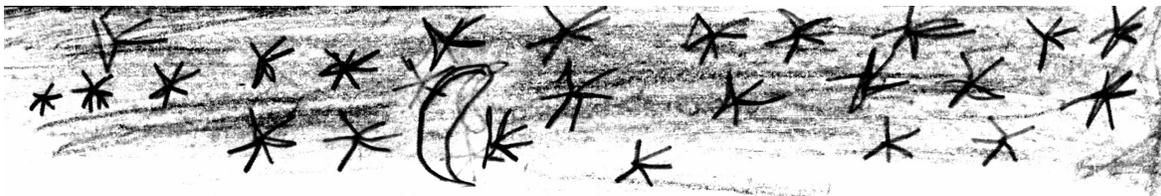
Estudantes que responderam “não sei” ou que não responderam a questão.

Pré - Categoria 2

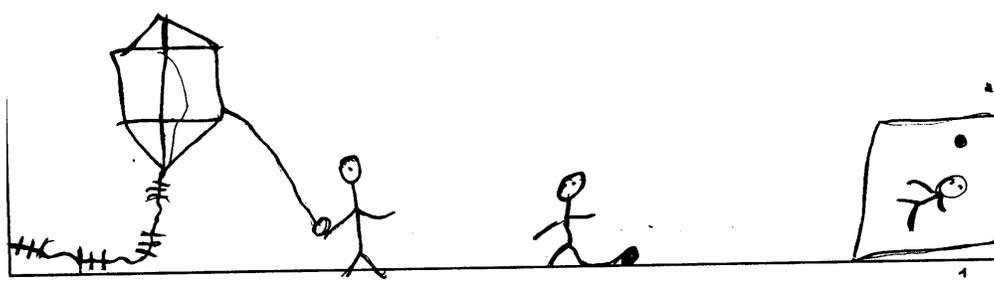
Respostas nas quais os estudantes fazem comentários ou desenhos de natureza descritiva que tipificam o dia e a noite.

Exemplos

Menina de 11 anos



Menino de 11 anos

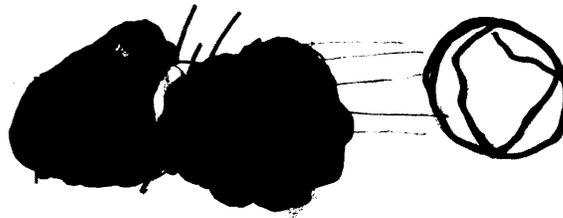


Pré - Categoria 3

Respostas que explicam o ciclo dos dias e das noites pela obstrução por nuvens ou “astros noturnos” (lua e / ou estrelas).

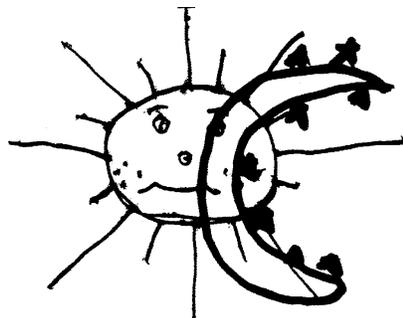
Exemplos:

Menino de 11 anos



- "As nuvem escuras tampão o sol ai vira noite "

Menina de 13 anos



- “ Este desenho e o que eu penso sobre a terra o sol apareça ai fica o dia e depois a lua cobre o sol ai fica a noite.”

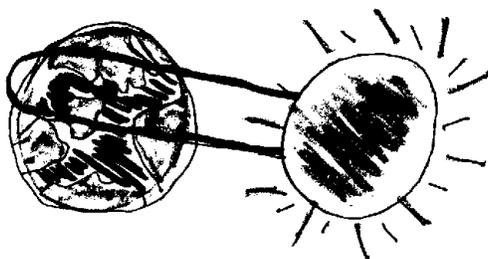
Pré - Categoria 4

Respostas que explicam o ciclo dos dias e noites pela expressão “giro da Terra” ou “a Terra gira em torno do sol”. Os desenhos que acompanhavam este tipo de resposta, bem como esclarecimentos solicitados após a entrega dos questionários, mostravam que tal expressão possui um significado bastante amplo. Pode estar indicando rotação, translação ou ainda ambos.

Exemplos :

Menina de 9 anos

- “ A Terra vive girando e isso se chama rotação, a terra quando gira passa pelo sol bem devagar pois ai fica de dia, quando ela já passa a claridade do sol não ilumina mas a terra, viu é isso.”



- “Porque a Terra gira em torno do sol e quando um parte da terra esta virada para o sol significa que e dia e a outra parte escura e noite.”

- “É porque a terra gira em torno do sol fazendo com que o dia aparece e depois aparece a noite.”

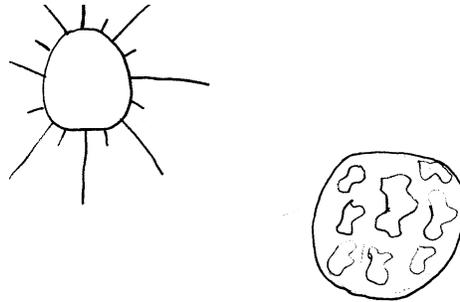
Pré - Categoria 5

Nesta categoria os comentários e / ou desenhos dos estudantes, indicavam que o sol tinha um papel ativo para a ocorrência do ciclo dos dias e das noites mas ao mesmo tempo não manifestavam nenhum tipo de movimento. A medida que os questionários foram sendo aplicadas às demais turmas, passamos a perguntar aos estudantes que externavam este tipo de resposta sobre possíveis movimentos : as declarações eram sempre no sentido de haver algum tipo de

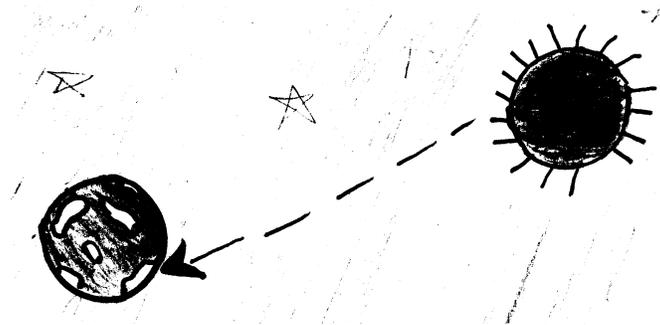
movimento, seja ele rotação, translação ou ainda ambos, o que aproxima estas respostas da categoria que justifica a ocorrência dos dias e das noites pelo “giro da Terra”.

Exemplos :

Menino de 12 anos



Menina de 11 anos



- “ acontece o dia e a noite por causa do sol . “

- “Quando o sol bate num lado da terra é dia e quando não bate é noite.”

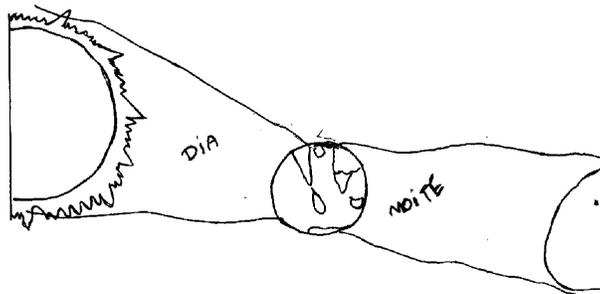
- “Porque a tarde o sol ilumina o nosso planeta Terra. E quando é a noite ele não ilumina e por isso que fica dia e noite.”

Pré - Categoria 6

Respostas que externaram um modelo explicativo no qual algum movimento circular (rotação, translação ou ainda ambos) é usado para explicar o ciclo dos dias e das noites, contudo existe uma clara oposição entre o sol e “astros noturnos” (Lua e/ou estrelas). Os desenhos e comentários de alguns estudantes chegam a dar um papel ativo para a lua na ocorrência da noite no planeta Terra.

Exemplos:

Menino de 11 anos



Menina de 15 anos



- “Porque a Terra gira em torno do sol ai uma das parte pega iluminação do sol e a outra pega iluminação da lua.”
- “Porque o nosso planeta fica em rotação entre o sol e lua por causa disso da origem aos dia e a noite.”
- “ Porque existe o movimento de rotação e nessa ora a Terra gira em torno de

seu eixo e a parte que esta virada para o sol e dia e a que esta virada para a lua é noite.”

- ” A terra gira em torno de si mesma e o sol fica parado e ilumina somente uma parte que estará de dia a outra parte que só terá a luz da lua será de noite. ”

- “Por que a Terra gira a primeiro pega uma parte da Terra, o sol e a outra a lua. Depois a parte que tava dia ficou com a lua e a parte que tava escuro ficou com o Sol. “

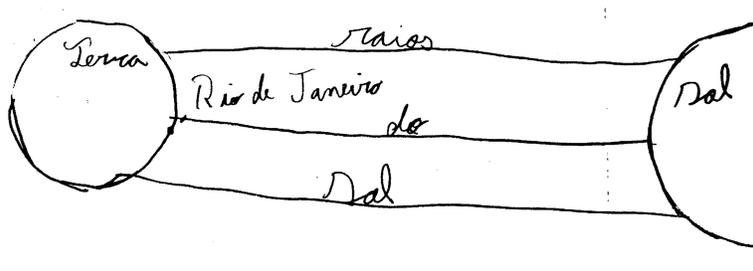
Pré - Categoria 7

Muitos estudantes manifestaram modelos compatíveis com o científico sobre o ciclo do dia e das noites. Manifestaram a rotação da Terra, independente da nomenclatura, e a luz do Sol como causas dos dia e das noites.

Exemplos:

Menino de 9 anos

- “O dias e as noites acontecem com a rotação da Terra. Por exemplo aqui no Rio de Janeiro é noite.”



- “ A Terra gira em torno de si mesma, enquanto um lado e dia o outro e noite.”

- “ O dia e a noite acontece porque a Terra gira em torno do seu eixo e o nome que se da ao dia e noite e rotação.”

- “Os dias e as noites acontecem porque a Terra gira e conforme ela vai

fica o sol esta dia e o que esta virado para o espaço esta noite.”

- “ Porque a Terra gira e com isso a parte que esta iluminada e a parte onde esta de dia e a parte que esta de costas para o sol esta de noite.”

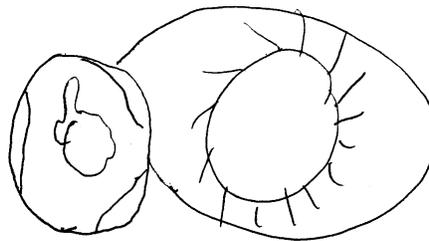
Pré - Categoria 8

Uma parcela considerável dos estudantes explica o fenômeno dos dias e das noites através da translação da Terra.

Exemplos:

Menino de 13 anos

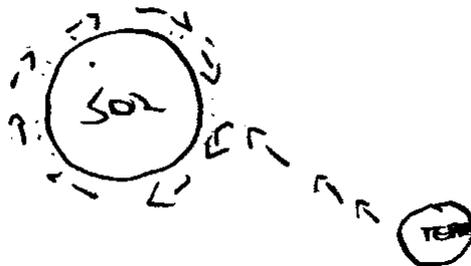
- “Porque o planeta gira em volta do sol”



“A Terra dando a volta no sol”

Menino de 16 anos

“Porque o sol gira em torno da Terra “



- “ Acontece graças a translação da terra, a terra gira em torno do sol ”
- “ Porque a Terra não para de girar em torno do sol e a lua fica girando entorno da terra. É por isso que acontece os dia e as noites.
- “Quando a Terra gira em torno do sol a luz reflete de um lado e o outro lado não. Por isso do lado que a luz reflete esta de manha e quando a luz não reflete do outro lado é quando esta de noite. Exemplo: Brasil x Japão”

Pré - Categoria 9

Este grupo de estudantes declara que o ciclo dos dias e das noites se justifica tanto pela rotação quanto pela translação da Terra.

- “Porque a terra gira em torno do sol e dela mesma, por isso em quanto aqui no Brasil e dia lá no Japão e noite “
- “Será por causa do movimento de rotação e translação da Terra.”
- “Porque a terra tem dois movimentos a translação e a rotação.”
- “A Terra gira em torno do sol e de si própria, e por isso que acontece o dia e a noite. Quando agente esta virado para o sol e dia e quando esta para o outro lado e noite”

Pré - Categoria 10

Uma pequena parcela dos estudantes que responderam ao questionário manifestaram explicações do tipo antropocêntrica.

Exemplos:

- “Os dias acontecem para muitas pessoas trabalharem e estudarem. A noite as pessoas voltam ao seu lar para rever seus familiares e descansar.”

- “Porque sem os dias e as noites sem o sol e a lua nos viveríamos no escuro porque não a luz tão forte quanto esses dois astros luminosos.”

- “Acho que não poderíamos viver só os dias, porque durante o dia as pessoas gastam muita energia. E a noite foi criada para curtir e dormir, descansar”.

- “Os dias acontecem para que nos possamos trabalhar, estudar etc...e a noite serve para repor as energias que nos gastamos durante o dia.”

- “Porque se só existir o dia nos ficaríamos loucos. Como nos íamos saber a hora certa. Mesma coisa a noite. Agora para ficar certo deve existir o dia e noite para nos ano se confundirmos.”

- “Os dias é pra você trabalhar, sair, estudar, fazer um curso, e a noite é para dormir, relaxar as tensões durante o dia que você teve trabalhando.”

- “Acontecem porque no dia o sol se põe para dar vida a natureza e calor para os seres humanos. A noite porque sem ela seria dia a vida inteira, a noite clareia a Terra deixando ela toda iluminada.”

- “O dia para que as pessoas possam trabalhar, estudar, brincar ou cuidar do lar. A noite para ver novelas, brincar se divertir e principalmente te descansar.”

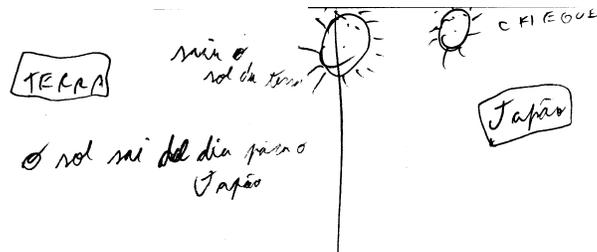
Pré - Categoria 11

Outros - Este grupo reúne alguns modelos interessantes. Dentre eles, podemos

destacar o modelo geocêntrico, explicações sumarizadas no famoso exemplo de oposição Brasil X Japão (estes estudantes tomam o exemplo como a explicação) e ainda comentários de natureza religiosa e estudantes que citaram o eixo da Terra.

Exemplos:

Menino de 13 anos



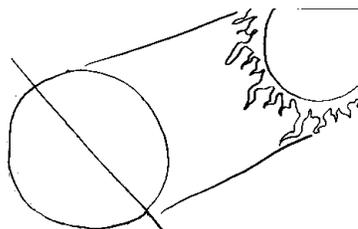
- “ Porque Deus quis que acontecesse.”

- “ Porque o sol gira em torno da Terra.”



- “ O dia e a noite acontece por causa de um movimento chamado rotação que e o que faz a Terra girar em torno do seu eixo. “

Menino de 13 anos



Proposição das Categorias Finais na Questão Sobre Dias e Noites

As categorias propostas anteriormente tiveram como objetivo oferecer uma visão panorâmica das respostas externalizadas pelos estudantes. Todos os tipos de respostas identificadas foram descritas.

Algumas delas revelam-se como concepções intuitivas, no sentido de não se tratar da reinterpretação de conteúdos escolares, outras são claramente explicações diretamente relacionadas com tais conteúdos, apresentadas ora de forma declarativa, ora revelando que o estudante construiu algum significado próprio a partir do conhecimento escolar.

O segundo nível de categorização tem compromisso com a comparação dos resultados do primeiro e segundo questionários. Procuramos agrupar as categorias de forma a explicitar situações nas quais houve um deslocamento, uma compatibilização em relação ao modelo científico, o repensar de respostas não compatíveis com o modelo científico, ou ainda aquilo que denominamos de racionalização.

Categoria 1: Sem Informação

Respostas que não indicavam informações sobre os modelos explicativos dos estudantes, ou ainda cujo sentido não foi compreendido.

Se trata das pré-categorias 1 e 2. Respostas do tipo não sei, em branco, comentários e desenhos não compreendidos.

Categoria 2: Expressa Visão Internalista

Agrupa aqueles estudantes que manifestaram idéias antropocêntricas; no caso em questão, manifestaram que o ciclo dos dias e das noites acontece para satisfazer necessidades de natureza biológica ou social . Deve-se destacar que este tipo de concepção, esteve concentrada em um grupo de adolescentes de uma escola pública do município do Rio de Janeiro. Agregamos a estes estudantes, outros que responderam a questão com comentários e desenhos de natureza.

Entendemos que ambos os grupos percebem os ciclos dos dias e das noites como algo interior ao planeta, sem relação com variáveis externas. Daí, a denominação Visão Internalista.

Categoria 3: Expressa Modelo Com Racionalidade Científica não Compatível Com o Científico

Esta categoria reúne os estudantes que manifestaram modelos que demonstravam uma clara busca de relacionar o ciclo dos dias e das noites com causas, que não a necessidade do homem ou da natureza. São modelos que expressam uma noção mais intuitiva, menos escolarizada que falam de obstrução do sol por nuvens e ou “astros noturnos”, e um segundo tipo de modelo, bem mais frequente, já claramente influenciado pelo conhecimento escolar, que fala da translação da Terra ou de sua rotação e translação como causas simultâneas dos dias e das noites. Esta categoria se caracteriza pela relação entre variáveis, ou seja, o fenômeno é compreendido a partir da relação entre elementos que estão fora do homem, ao contrário da categoria anterior.

Categoria 4: Expressa Modelo Compatível Com o Científico

São aquelas respostas que explicitam a luz do Sol e / ou a rotação da Terra, independentemente da nomenclatura, como capazes de explicar o ciclo dos dias e das noites.

Categoria 5: Expressa Modelos Compatíveis Impuros Com o Científico

Muitos estudantes expressaram modelos que continham elementos para que fossem classificados como compatíveis com o modelo científico, no entanto, agregado a tais elementos, estava presente a idéia de oposição entre o sol e “astros noturnos” (Lua e estrelas). Alguns estudantes deixaram transparecer em desenhos ou comentários que a Lua desempenha um papel ativo para a ocorrência do ciclo dos dias e das noites. Trata-se da pré- categoria 6.

Categoria 6: Expressa Refinamento de Modelo Compatível

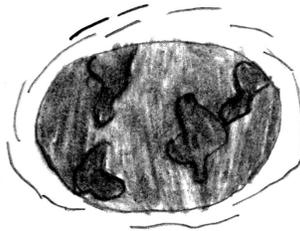
Um grupo de estudantes que no primeiro questionário manifestou modelos compatíveis com o científico, no segundo questionário expressou refinamento de suas explicações, isto é, desenvolveram respostas melhor estruturadas em relação ao primeiro questionário.

Este tipo de migração será exemplificada em particular :

Menina de 9 anos

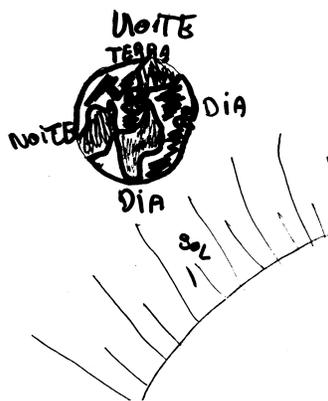
Primeiro questionário

- "Acontece pou calsa do movimento da Terra em torno de ci mesma."



Segundo questionário :

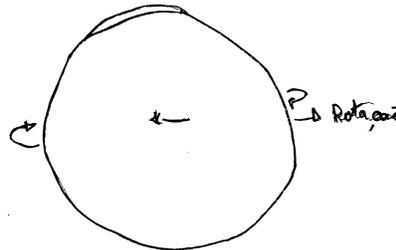
- "Porcualsa da sua Rotacão e pela luz do Sol ."



Menino de 11 anos

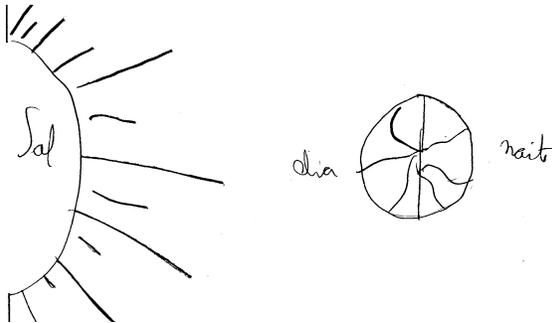
Primeiro Questionário

- “Porque a Terra gira : ”



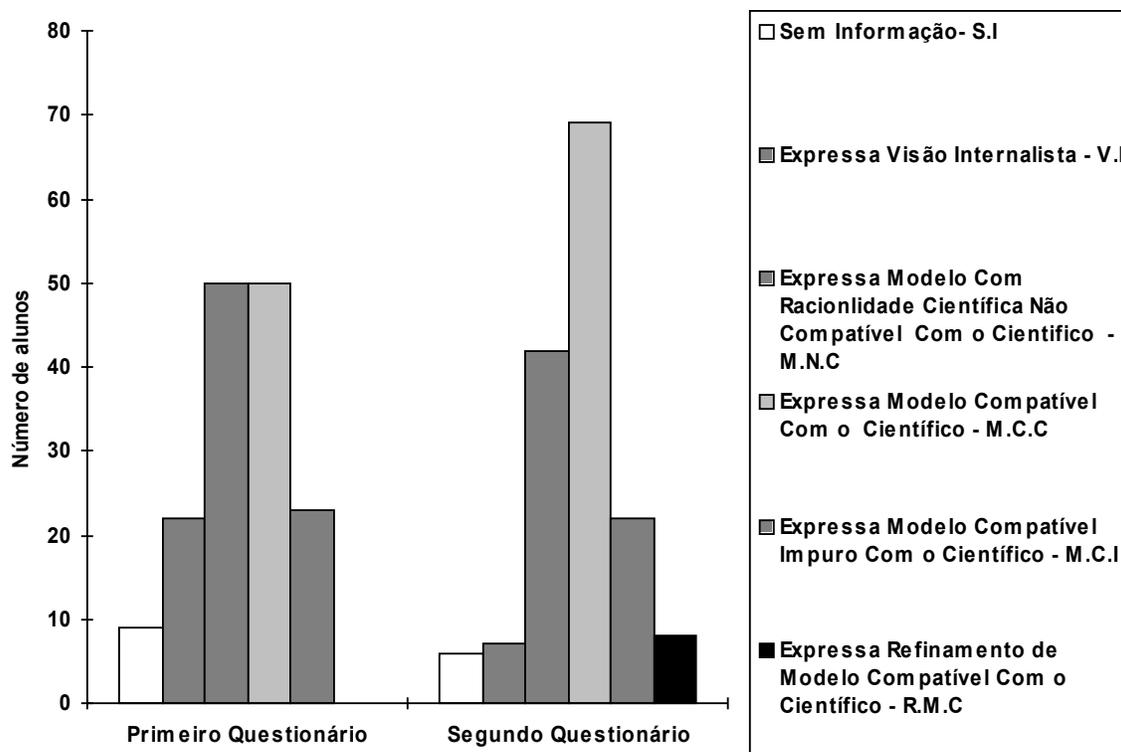
Segundo Questionário

- “Porque a terra gira e acontece os dias e as noites”



Apresentamos a seguir um gráfico que mostra as frequências das categorias propostas, no primeiro e segundo questionários. As frequências das categorias no primeiro e segundo questionários apontam para o fato de que a visita a exposição contribuiu para compatibilizar os modelos de muitos estudantes com o modelo científico .

Fig 16 - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário - Ciclos dos dias e das Noites



Pode-se observar o decréscimo da categoria *Visão Internalista* e o aumento das categorias *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* e *Expressa Refinamento do Modelo Compatível Com o Científico*.

No entanto o gráfico acima não trás informações sobre a dinâmica das mudanças expressas por cada estudante. Denominaremos de migração o processo de mudança de categoria expressa pelo estudante na comparação entre o primeiro e segundo questionários.

Com o objetivo de estudar a dinâmica das possíveis migrações expressas pelos estudantes, construímos uma tabela que informa as categorias das respostas que cada estudante expressou no primeiro e segundo questionário, o que permite

uma visão panorâmica das migrações e das situações em que houve conservação das concepções expressas pelos estudantes.

Tab. 27- Cruzamento Entre as Categorias das Respostas Para O Ciclo dos Dias e Noites no 1º e 2º Questionários

1º Qst	2º Qst						Total
	S.I	V.I	M.N.C	M.C.C	M.C.I	R.M.C	
S.I	1	3	4	1	1	0	10
V.I	4	3	3	9	1	0	20
M.N.C	1	0	27	18	3	0	49
M.C.C	1	0	4	32	5	8	50
M.C.I	0	0	2	9	12	0	23
R.M.C	0	0	0	0	0	0	0
Total	7	6	40	69	22	8	152

Exemplificamos a seguir a leitura da tabela: a primeira linha horizontal de resultados (da direita para a esquerda) mostra que dentre os 10 estudantes que no primeiro questionário tiveram suas respostas categorizadas como *Sem Informação*, no segundo questionário 1 continuou como tal, 3 migraram para *Expressa Visão Internalista*, 4 para *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*, 1 para *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* enquanto que 1 migrou para *Expressa Modelo Compatível Impuro Com o Científico*.

Na comparação das respostas destacamos que 77 estudantes externalizaram respostas que migraram para categorias diferentes. Outros 75 estudantes não migraram, ou seja, tiveram as respostas do segundo questionário associadas as mesmas categorias que no primeiro.

Dentro do grupo que demonstrou mudanças a partir dos parâmetros definidos pelas categorias propostas, interpretamos 57 delas como mudanças positivas.

Tab. 28 - Migrações Positivas - Ciclo dos Dias e Noites

1º Quest	2º Quest				Total
	M.N.C	M.C.C	M.C.I	R.M.C	
S.I	4	1	1	-	6
V.I	3	9	1	-	13
M.N.C	-	18	3	-	21
M.C.C	-	-	-	8	8
M.C.I	-	9	-	-	9
Total	7	37	5	8	57

O critério básico para considerar determinada migração como positiva ou não, consistiu em determinar se o “deslocamento” observado na migração, compatibilizava a resposta externalizada pelo estudante em relação ao modelo científico; ou se indicava um outro processo que denominamos de racionalização científica.

Propomos a compatibilização ao modelo científico para aquelas migrações que expressaram a apropriação por parte dos estudantes de importantes elementos do modelo científico. Neste caso, as migrações positivas caracterizaram-se pela manifestação de modelos compatíveis com o científico, a partir de respostas categorizadas como *Sem Informação*, *Expressa Visão Internalista*, ou ainda *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*.

Com relação ao ciclo dos dias e das noites, dentre as migrações observadas, os seguintes tipos foram então propostos como compatibilização ao modelo científico:

- Sem Informação → Expressa Modelo Compatível Impuro Com o Científico
Expressa Modelo Compatível Com Científico
- Visão Internalista → Expressa Modelo Compatível Impuro Com o Científico
Expressa Modelo Compatível Com o Científico
- Modelo Não Compatível → Expressa Modelo Compatível Impuro Com o

Científico Expressa Modelo Compatível Com o Científico

- Modelo Compatível Com o Científico → Expressa Refinamento do Modelo Compatível Com o Científico

A idéia de *expressão de racionalização científica* foi indicada para migrações nas quais houve o abandono de modelos categorizados como Internalistas e o desenvolvimento de modelos que embora não compatíveis com o científico, expressam relação do fenômeno dos dias e das noites com variáveis externas ao planeta. Tais estudantes passaram expressar o ciclo dos dias e das noites através da relação entre a Terra e elementos externos a ela. A partir destas considerações, os seguintes tipos de migrações são propostos como expressão de racionalização científica:

- Sem Informação → Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico
- Visão Internalista → Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico

Descrição e Análise da Questão Sobre Duração dos Dias e Noites nas Estações

A segunda questão sobre o ciclo dos dias e das noites teve o objetivo de tentar averiguar se os modelos pedagógicos da exposição *As Estações do Ano - A Terra em Movimento* foram efetivos em sensibilizar os estudantes visitantes para a questão da duração diferenciada dos dias e das noites em função do ciclo das estações do ano.

Embora essa questão estivesse presente em outros modelos pedagógicos como *As Estações do Ano* e *A Inclinação do Eixo da Terra*, é nos modelos *Claro e Escuro* e *O Sol Sou Eu* que essa questão é abordada explicitamente.

O globo terrestre de cada um destes modelos continha duas miniaturas humanas situadas ao longo de um mesmo meridiano e latitudes opostas .A voz da fita audio-gravada do modelo *O Sol Sou Eu*, que simulava uma situação de primavera / outono, pedia para que o visitante procurasse perceber para qual das miniaturas o dia começava primeiro. O mesmo era solicitado pelo comando do modelo *Claro e Escuro* que simulava uma situação de verão / inverno.

No modelo *Claro e Escuro* poderia ser observado que a miniatura situada no hemisfério sul (verão) ainda recebe luz do sol enquanto que a miniatura do hemisfério norte (inverno) atinge a escuridão da noite. Já no modelo *O Sol Sou Eu* (primavera e outono) as miniaturas entram e saem na zona iluminada e escura simultaneamente.

Desenvolvemos uma questão de múltipla escolha para tentar detectar possíveis mudanças. Com o objetivo de evitar a indução, “mimetizamos” a questão da duração diferenciada dos dias e das noites com um conjunto de outros fenômenos que poderia ou não estar associados ao ciclo das estações do ano.

Texto da Questão

*Verão e inverno são diferentes em muitas coisas e são iguais em outras. Marque com um X os fenômenos **que costumam acontecer no verão mas que não acontecem no inverno.***

- () *O aparecimento de estrelas cadentes no céu*
- () *Os dias são maiores que as noites*
- () *Lua cheia todo mês*
- () *Maré alta e maré baixa todo dia*
- () *Dias de muito calor*

O quinto item da questão (*dias de muito calor*) teve o objetivo de servir como um parâmetro de validação da questão. Partimos do pressuposto de que um estudante do Rio de Janeiro que não reconheça “dias de muito calor” como uma característica do verão em oposição ao inverno é indicativo de que a questão não se fez compreender, o que invalida a questão para fins de análise. Utilizando este critério de validação o número de estudantes sofre uma redução de 19% (de 152 para 123).

Destacamos ainda que todos os estudantes que não assinalaram a opção “dias de muito calor”, caracterizaram a estação do verão, na questão aberta sobre a representação das estações, com idéias expressas por termos como: *época de calor, é quente, mormaço e época de ir a praia*. O que vai ao encontro da suposição de que tais estudantes não assinalaram o item “dias de muito calor” porque a questão não foi suficientemente clara.

A análise se deu através da comparação dos resultados de cada um dos itens da questão. A idéia básica foi comparar as taxas de mudança de itens sobre os quais os estudantes expressaram conhecer a resposta certa por ocasião do primeiro questionário, com as taxas de mudança de itens sobre os quais mostraram desconhecimento.

As tabelas que se seguem mostram o que os estudantes assinalaram em cada um dos cinco itens da questão no primeiro e segundo questionários.

Tab. 29 - Cruzamento - Estrelas Cadentes

		2 ^o Quest		Mudança (%)
		não	sim	
1 ^o Quest	não	55	15	21%
	sim	25	28	47%
Total	123	80	43	

Tab. 30 - Cruzamento - Lua Cheia Todo Mês

		2 ° Quest		Mudança (%)
		não	sim	
1 ° Quest	não	82	12	12%
	sim	16	13	45%
Total	123	98	25	

Tab. 31 - Cruzamento das respostas - Maré Alta Todo Dia

		2 ° Quest		Mudança (%)
		não	sim	
1 ° Quest	não	54	21	28%
	sim	21	27	43%
Total	123	75	48	

Tab. 32 - Cruzamento das respostas - Dias Maiores que as Noites no Verão

		2 ° Quest		Mudança (%)
		não	sim	
1 ° Quest	não	34	23	40%
	sim	20	46	33%
Total	123	54	69	

Os resultados relativos aos itens sobre *estrelas cadentes*, *lua cheia todo mês* e *maré alta* evidenciam que, quando os estudantes não percebem elementos que os ajude a modificar suas concepções em uma avaliação de múltipla escolha, eles migram de forma a expressar aleatoriedade.

Tal comportamento é exemplificado nas respostas sobre o item *lua cheia todo mês*. Enquanto que dentre os estudantes que no primeiro questionário expressaram que a lua cheia não caracteriza o verão (94) o que está correto, apenas 12% (12) deles passaram a afirmar o contrário no segundo questionário, o que evidencia que eles já sabiam disso ao visitarem a exposição. Já os 29 estudantes que no primeiro questionário expressaram que a lua cheia caracteriza o verão em relação ao inverno, 55% deles (16) passou a afirmar o contrário. Essa proporção próxima a 50% expressa aleatoriedade.

O procedimento de análise aplicado aos itens *estrelas cadentes* e *maré alta* mostra resultado similar, o que valida a interpretação na qual os estudantes que não perceberam (porque simplesmente não havia) elementos que os ajudasse a modificar suas concepções na interação com a exposição, procederam no segundo questionário a refletir escolhas aleatórias .

Estendendo essa análise ao item que tentou averiguar a eficiência dos modelos que trataram explicitamente sobre a duração diferenciada dos dias e das noites em função dos ciclos das estações do ano, verifica-se que dos 57 estudantes que no primeiro questionário não manifestaram que no verão os dias são maiores que as noites, 23 (40%) passaram a dizer que sim. Já, dentre os 66 que no primeiro questionário afirmaram que sim, 20 (30%) passaram a expressar o contrário.

Se a exposição tivesse um êxito expressivo em sensibilizar os estudantes para o fato de que os dias são maiores que as noites durante o verão, deveríamos esperar que a migração entre os estudantes que no primeiro questionário não assinalaram essa proposição acontecesse em uma escala maior do que aquela observada nas proposições sobre as quais a exposição nada fala e cujas migrações refletiram escolhas aleatórias, mas infelizmente isso não ocorreu. As mudanças aconteceram em uma escala muito semelhante aos resultados cujos temas não são abordados pela exposição (marés, fases da Lua e frequência de estrelas cadentes) o que não permite afirmar que as mudanças observadas aconteceram de forma consciente em função da interação com os modelos ou de simples aleatoriedade. Em outras palavras, a análise é inconclusiva. Resultados Sobre as Representações das Estações

Passaremos agora a estudar os resultados relativos as estações do ano. O questionário continha cinco questões que abordavam o tema, onde buscávamos levantar as representações e valores emotivos associados às estações, os modelos explicativos e particularmente a questão da oposição das estações nos hemisférios.

A primeira questão foi dividida em duas partes, na qual a primeira teve o objetivo de abrir caminho para a sondagem das concepções dos estudantes com relação ao ciclo das estações do ano. Para tal, desenvolvemos uma questão que despertasse uma conexão afetiva com relação ao fenômeno. Apresentamos a seguir o texto da questão:

Questão 4)

Qual a estação do ano que você mais gosta? Por quê ?

As Representações Sobre as Estações

Os resultados estão completamente dentro das expectativas para um universo de estudantes que vivem em uma área litorânea de clima tropical. A estação do verão é a preferida por quase três dentre quatro estudantes, enquanto que a estação da primavera detém mais do dobro das preferências do outono ou do inverno, que é o último colocado.

Tab. 33 - Preferências de Estações

Verão	72,8%
Primavera	15,6%
Outono	7,5%
Inverno	6,1%

As justificativas foram em sua maioria (74,8%) de caráter pessoal e refletiam em sua maioria, atividades que eram tidas como prazerosas para os respondentes.

Exemplos:

- “Inverno. Porque eu fico debaixo do cobertor vendo televisão.”
- “Inverno. Porque fica todos em suas casas e quentinhos.”
- “Verão. Porque no verão nos temos mil em uma utilidades para fazer.”
- “Verão, porque podemos nos divertir abessa nas praias piscinas e etc.”

O restante das respostas (23,8%) traziam argumentação de natureza científica e pessoal ou justificativas basicamente de natureza científica.

Exemplos :

- “O verão pois o dia dura mais.”
- “Primavera, porque não faz muito calor e nem muito frio.”
- “Outono, porque os dias não são muito quentes e nem muito frios.”
- “O verão porque faz muito calor e chove muito.”
- “A estação que eu mais gosto e o inverno porque trás chuva para as plantas.”

A segunda parte da questão seguinte foi concebida para avaliar o impacto da visita à exposição com relação às representações dos estudantes sobre cada uma das estações do ano. Infelizmente o único *exhibit* da exposição que fazia referência às representações das estações do ano - *As Estações pelo Mundo* - que consistia de um conjunto de três projetores de slides mostrando imagens simultâneas das estações nos hemisférios - por motivos operacionais não se encontrava em funcionamento durante o período desta avaliação, o que nos levou a limitar a análise dos dados ao levantamento das representações dos estudantes sobre as estações do ano. Apresentamos a seguir o texto da questão:

Questão 5)

Escreva abaixo como são as quatro estações do ano.

Verão:

Outono:

Inverno:

Primavera:

As respostas foram analisadas, categorizadas e codificadas. As tabelas a seguir mostram as freqüências da categorias propostas no primeiro e segundo questionários para cada uma das estações do ano.

Tab.34 - Representações dos Estudantes Sobre o Verão

Verão	1º Quest	2º Quest
Calor, quente, mormaço, praia	98,7%	98%
Chuva	9,9%	6,6%
Dias maiores que as noites	3,3%	7,9%

As representações relativas ao verão estão dentro das expectativas para estudantes que vivem em uma cidade de clima tropical como o Rio de Janeiro, no entanto, deve-se destacar que o aumento da referência aos dias maiores que as noites no segundo questionário, nos remete para a discussão sobre a eficiência da exposição no que diz respeito á duração dos dias e das noites em função do ciclo das estações do ano. Vale lembrar que a análise da questão que fora concebida para avaliar a eficiência da exposição com relação a duração dos dias e das noites em função do ciclo das estações, mostrou-se inconclusiva (pág.152). Como a questão acerca das representações era uma questão aberta, entendemos que existiu alguma sensibilização nesse sentido, no entanto percebe-se que muito ainda precisa ser feito.

As representações observadas com relação ao inverno não apontam para nenhuma novidade. O frio e a chuva, em menor importância, (embora o índice pluviométrico no inverno no Rio de Janeiro seja o menor do ano), são citados como as principais características do inverno. A intensa redução da citação de chuva no segundo questionário talvez, deva-se ao fato de que o segundo questionário foi realizado em sua maioria no inverno onde o fenômeno *El Nino* fez com que o inverno de 1997 no Rio de Janeiro tivesse temperaturas médias bem maiores e com um “período” de chuvas menor que o habitual.

Tab. 35 - Representações dos Estudantes Sobre o Inverno

Inverno	1º Quest	2º Quest
Frio	92,8%	95,4%
Chuva	20,4%	11,2%
Outros - Neve \ frio com folhas caindo	3,3%	2%

As representações relativas ao verão e ao inverno mostraram-se em sua grande maioria, compatíveis com os elementos observáveis durante tais períodos e não há conflito entre o ensinado pela escola, veiculado pela mídia e as representações manifestadas pelos estudantes.

Em contra-partida, os resultados relativos a primavera e outono evidenciam de certa forma a existência de alguns conflitos...

Tab. 36 - Representações dos Estudantes Sobre a Primavera

Primavera	1º Quest	2º Quest
Flores	72%	76,3%
Indefinição Climática	8,6%	5,3%
Renascimento	5,3%	7,9%
Outros - agradável, calor, igual ao outono, começo do verão, etc.	25,2%	19,1%

Tab.37- Representações dos Estudantes Sobre o Outono

Outono	1º Quest	2º Quest
Queda de folhas e \ ou tem frutas	49,3%	65,8%
Indefinição climática	16,4%	12,6%
Começo do inverno \ frio	15,8%	14,5%
Chuva	4,6%	5,9%
Faz calor \ Sol quente	3,9%	0,7%
Não sei \ em branco	7,8%	3,9%
Outros - ventos, clima agradável, tem flores, caem plantas, etc.	17,7%	20%

A comparação dos resultados relativos às representações da primavera e do outono revela a dificuldade de caracterizar tais estações nos trópicos, a partir da visão quadripartida das estações do ano importada do hemisfério norte.

As respostas expressas pelos estudantes com relação à primavera evidenciam que a caracterização dessa estação como “a estação das flores” é bem difundida e aceita por eles. Respostas que contemplavam a idéia de associação da primavera com indefinição climática e como uma estação de transição para o verão mostra-se presentes, mas pouco valorizadas.

A análise dos dados relativos ao outono vislumbra uma situação mais interessante. A idéia de associar o outono com a queda de folhas ou à época das frutas embora não tenha sido expressada na mesma intensidade como “a estação das flores “ para a primavera, mostra-se também uma concepção bem difundida. Mas enquanto que para a primavera as respostas que faziam alusão à indefinição climática e à transição para o verão não somam 10% no primeiro e segundo questionários. Para o outono tais categorias chegam a estar presente em cerca de 30% das respostas. Além disso, o outono foi a única estação onde houve respostas do tipo *não sei* e *em branco*, o que pode estar caracterizando

certa dificuldade na identificação dessa estação.

Interpretamos que no caso da primavera a mística da “estação das flores” funciona como um obstáculo para a percepção de outras características dessa estação em um ambiente tropical. Já com relação ao outono percebe-se uma avaliação mais independente do estereótipo “a estação em que caem as folhas, a estação das frutas”, talvez pela percepção por parte dos estudantes de que tais fenômenos não caracterizem o outono nos trópicos. A dificuldade de se verificar o estereótipo pode estar levando os estudantes a procurar outras evidências. Em alguns casos os estudantes chegam a expressar discordância em relação à caracterização apresentada pela escola e elaboram sua interpretação pessoal sobre o outono, como pode ser exemplificado no depoimento de uma estudante de 14 anos da oitava série de uma escola pública :

“As professoras dizem que é a estação das frutas, mas não dão frutas só no outono. Essa estação é variável quente e úmida.”

Uma vez conhecido as concepções sobre as estações do ano expressada pelo grupo de estudante estudado, passamos agora a analisar as respostas dos estudantes com relação as causas das estações do ano.

A questão desenvolvida teve o objetivo de avaliar os modelos explicativos dos estudantes a respeito das estações do ano e averiguar em que medida a visita a exposição contribuiu ou não para modificá-las. Os estudantes podiam expressar-se por meio de desenhos, escrita ou ambos se assim o desejassem. Apresentamos a seguir o texto da questão:

Questão 5)

Explique por que acontecem as estações do ano. Você pode explicar fazendo um desenho, escrevendo ou os dois se desejar.

A análise desta questão se deu de forma análoga à questão sobre o tema do ciclo dos dias e das noites. Houve um primeiro nível de categorização de caráter descritivo e posteriormente tais categorias foram agrupadas segundo parâmetros mais gerais que refletiam a dinâmica das mudanças observadas.

Descrição e Pré-Categorização das Respostas da Questão Aberta Sobre as Estações.

As pré-categorias propostas se referem às respostas do primeiro e segundo questionários.

Pré-Categoria 1 : Estudantes que responderam *não sei*.

Pré-Categoria 2 : Estudantes que não expressaram resposta, isto é, deixaram a questão *em branco*.

Pré-Categoria 3 : Comentários ou desenhos sem entendimento ou ainda comentários não explicativos.

Exemplos:

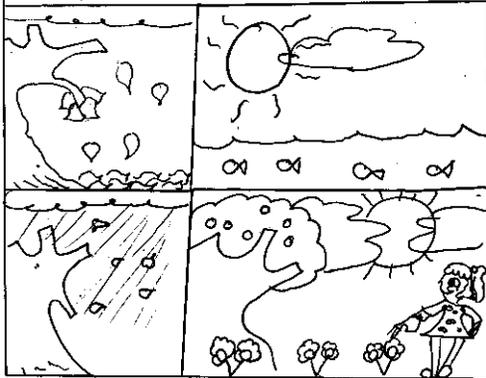
- “Cada um tem sua Origen. “
- “Por causa da esplosão no inverno por isso acontece as estações do ano.”
- “Porque cada ano, em seus meses existe sempre uma estação do ano como a primavera, outono, inverno e verão.”

Pré-Categoria 4 : Estudantes que se limitaram a representar as estações através de desenhos e / ou escrita.

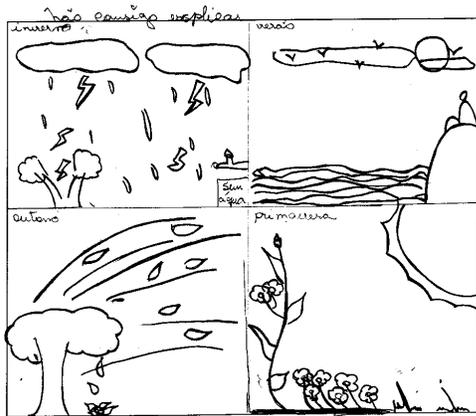
Exemplos:

- “Porque o verão é quente o inverno é frio outono da frutas primavera da flores “
- “Em cada estação acontece uma coisa verao tem muito calor, inverno faz muito frio, primavera tempo de flores outono fruta “

Menino de 11 anos



Menina de 12 anos

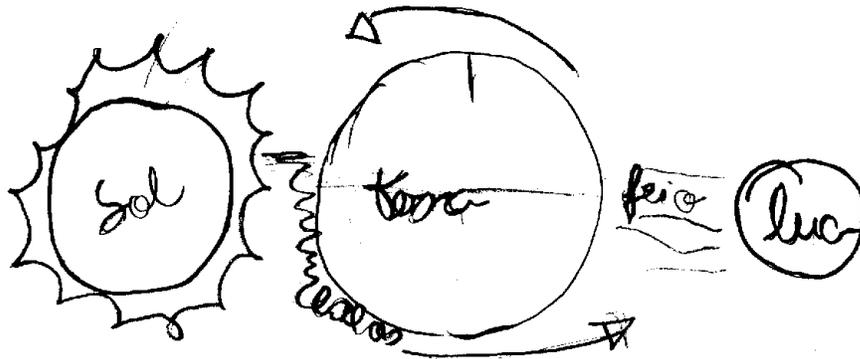


Pré-Categoria 5:

a) Respostas que justificavam as estações do ano como decorrência da *rotação* da Terra. Alguns externaram um modelo que evidencia uma adaptação do modelo sobre dias e noites.

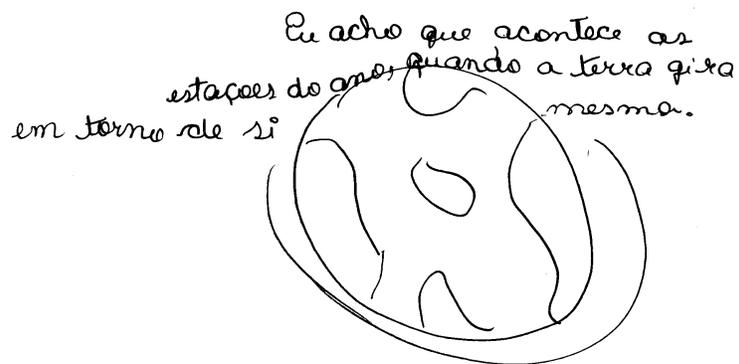
Exemplos:

Menino de 10 anos



- " A Terra girando fica com frio e calor "

Menina de 10 anos



- " Se não tivesse revira volta a terra não ia ter as estações. "

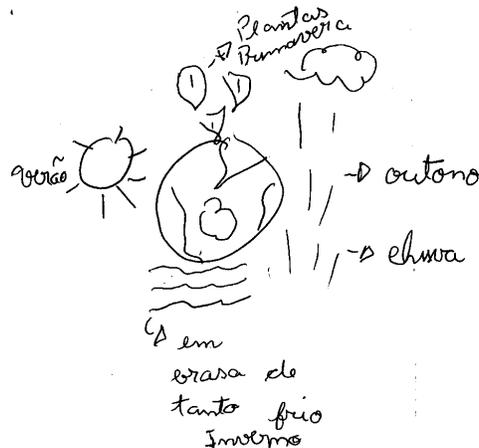
- "As estações do ano acontece depois da rotação da terra - Dai vai aparecendo uma a outra no seu devido tempo determinado."

b) Alguns estudantes que usaram a rotação em seus modelos explicativos, expressaram desenhos que sugerem a idéia de que as estações do ano estão na atmosfera do planeta e o movimento de rotação do planeta, ou da atmosfera, faz as estações "passarem". Neste modelo explicativo as quatro estações coexistem no planeta.

Exemplos:

Menina de 11 anos

- "Porque o mundo é feito por várias épocas de estação. Porque a terra chira e passa por estas fases da terra."



Menino de 10 anos

- "Eu acho que e quando o céu gira ao redor da Terra, e isso dura alguns meses até ele se modificar de lugar e a outra posição vai se tornar outra estação conforme a posição do Sol."

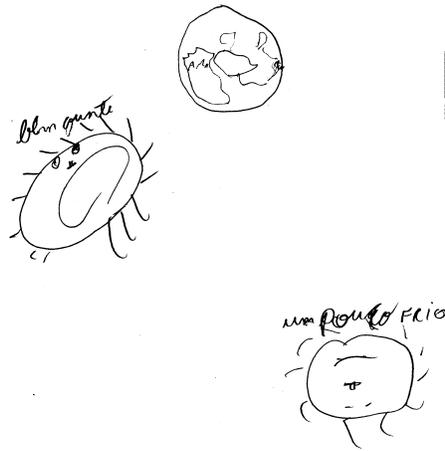
Menino de 10 anos



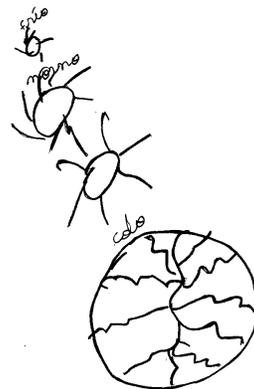
Pré - Categoria 6: Respostas que fizeram uso da argumentação da *distância Terra / Sol*.

Exemplos :

Menino de 13 anos



Menino de 11 anos



- "Porque a Terra estando em sua rotação fica perto do Sol e longe do Sol de outro por isso fica quente, fria etc. Causando mudanças de temperatura. "

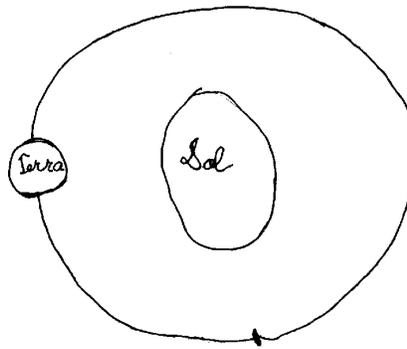
Pré - Categoria 7:

Reúne explicações em função da translação da Terra. Embora a maioria não tenha feito nenhuma justificativa adicional, alguns associaram a face da Terra que é dia ao verão e a face escura ao inverno, enquanto outros mostraram as quatro estações acontecendo ao mesmo tempo.

Exemplos:

Menino de 9 anos

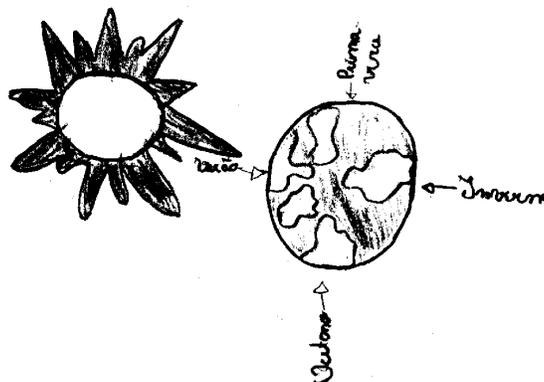
- “As estações do ano vam acontecendo conforme o periodo de translação



- “Por que o Planeta terra gira em torno do Sol, fazendo um movimento, assim causando acontece as estações.”

Menina de 9 anos

- “Acontece por calsa do movimento da Terra em redor do Sol.”



-“As estações do ano ocorrem porque a Terra gira em torno do Sol e em torno de si mesma, e muito devagar e por isso acontece as estações do ano.”

Pré-Categoria 8 :

Respostas que externaram que o ciclo das estações do ano ocorrem em função das necessidades do homem e da natureza.

Exemplos :

- “Eu acho que é obrigatório se não houvesse estações do ano nós ficaríamos sem saber como estaria o tempo. De repente chegava o mês nós não saberíamos em que estação nos estávamos.”

- “Porque se não houvesse as estações do ano o mundo seria escuro, sem vida sem animais, sem plantas, sem seres vivos. Como seria o mundo sem o calor, o Sol, o frio, as plantas, a lua. Sem elas o mundo não seria nada.”

- “Eu acho que é mudar temperatura. Porque se fosse só frio ou só calor não ia ter graça.”

Pré-Categoria 9

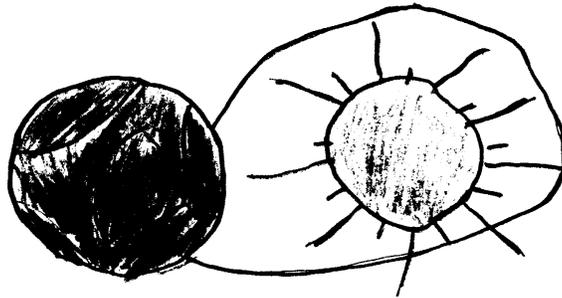
Respostas que expressam modelos compatíveis com o científico.

Algumas respostas combinaram importantes elementos do modelo científico sobre o ciclo das estações do ano: o movimento de translação e a inclinação do eixo da Terra, a inclinação do eixo da Terra e a iluminação diferenciada dos hemisférios ou ainda o movimento de translação e iluminação dos hemisférios.

Exemplos:

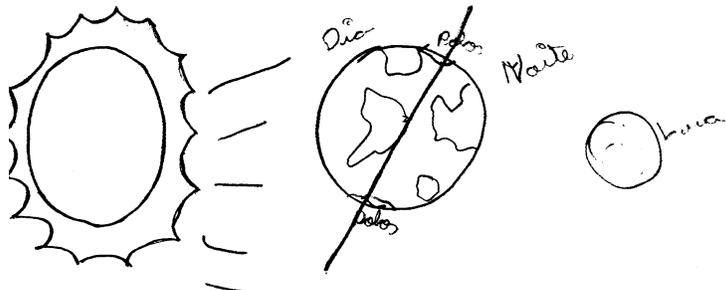
Menina de 9 anos

- “Porque a Terra gira inclinada então cada vez o Sol atinge mais em um lugar.”



Menina de 11 anos

- “Porque a Terra é inclinada”



- “As estações do ano acontecem por causa do movimento de translação que a Terra faz. O movimento de translação é quando a Terra gira em torno do Sol, a Terra sempre gira com o eixo inclinado que faz as estações do ano.”

- “Nos países que ficam perto da linha do Equador faz muito calor pois o Sol acerta seus raios bem ali e em Montreal por exemplo faz muito frio pois quase nenhum raio de Sol o atinge.”

Pré-Categoria 10: Outros

Agrupa uma série de respostas que embora não tenham ocorrido em frequências que justificassem constituição de categorias individuais, se mostram expressões

interessantes e podem estar coexistindo na mente de muitos estudantes que externalizaram respostas mais “padronizadas”. Houve ainda algumas respostas que citaram a inclinação do eixo da Terra como causa do ciclo das estações do ano.

a) Percepção das estações do ano como um *ciclo de climas*..

- “No ano sempre tem as vezes fica mais frio mas quente, cada parte do ano tem uma época.”

- “ Eu acho que e porque o ano tem varios tempos e por isso a cada um do tempos botaram um nome.”

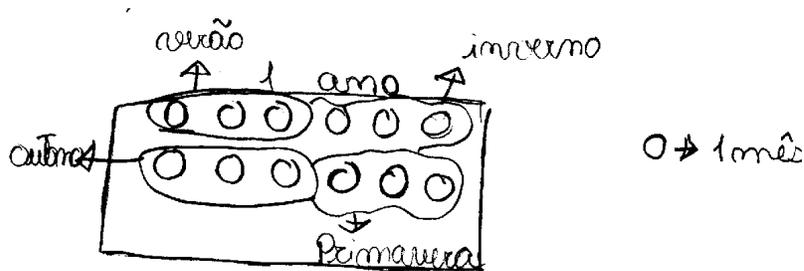
- “ Eu acho que e porque o ano tem varias temperaturas então o homem deu um nome para cada uma delas.”

b) As estações como fenômeno ligado a passagem do tempo, numa espécie de *conduta empírica do calendário*.

Exemplos

Menino de 11 anos:

- “No ano cada três meses tem a sua estação”

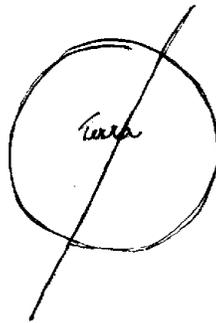


c) Respostas que relacionam as estações com a inclinação do eixo da Terra.

Exemplos

Menina de 11 anos

- “ A Terra tem um eixo na diagonal ”



- “ Por causa da translação da Terra e do seu eixo inclinado “

Proposição das Categorias Finais na Questão Aberta Sobre as Estações

Categoria 1 : Sem Informação

Reúne as três primeiras pré - categorias propostas na fase inicial : *em branco, não sei e comentários ou desenhos sem entendimento* ou ainda *comentários não explicativos*.

Categoria 2 : Expressa Visão Internalista

Esta categoria reúne as respostas que tem em comum a ausência de relação do fenômeno do ciclo das estações do ano com agentes externos ao planeta. São respostas que se limitaram a descrever as estações mediante desenhos e\ ou escrita (pré-categoria 4), explicações de natureza antropocêntrica (pré-categoria 8), explicações que expressam a idéia de que as estações estão na atmosfera da

Terra e a medida em que o planeta ou a atmosfera giram as estações chegam nos diferentes lugares (sub-grupo da pré-categoria 5). Um quarto tipo de explicação internalista proposta reúne um conjunto de respostas que vêem as estações do ano relacionadas com o transcorrer do tempo (sub-grupo *conduta do calendário* da pré-categoria 10).

Tais modelos oferecem explicação para a alternância das estações do ano, mas não explicam a razão de sua ocorrência. Nestas respostas elas são percebidas como algo intrínseco ao planeta.

Categoria 3 - Expressa Modelo Com Racionalidade Científica não Compatível Com o Científico

Esta categoria é constituída por parte da pré-categoria 5 que explicita a rotação da Terra e a iluminação do Sol e pela pré-categoria 6 que entende que as estações do ano é resultado de variações da distância Terra / Sol.

Tais modelos diferem dos anteriores fundamentalmente pelo fato de que expressam a idéia de relação com um elemento externo: o Sol. As estações deixam de ser percebidas como internas ao planeta e passam a ser o resultado de uma interação entre o planeta e um elemento externo.

Categoria 4 - Expressa Elemento do Modelo Científico

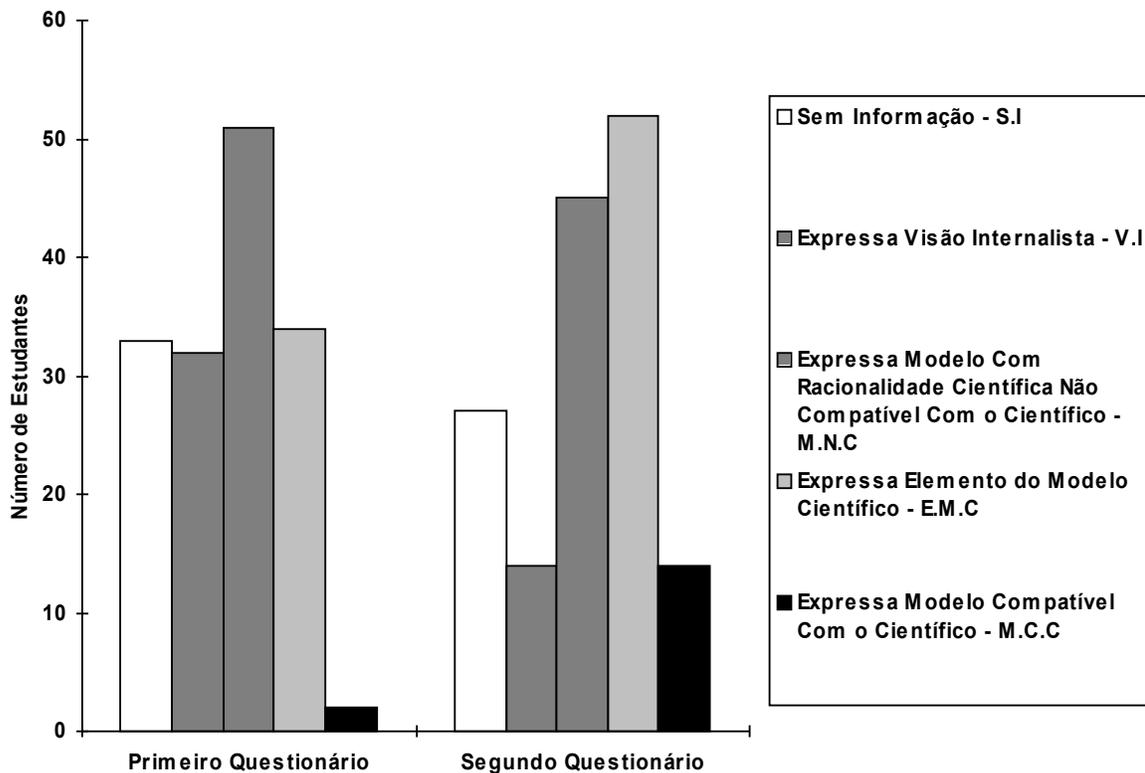
Reúne a pré-categoria 7; respostas que citam somente a translação com ou sem justificativa, como causa da ocorrência das estações do ano e a sub-categoria (c) da categoria *outros* ; respostas que limitaram-se a falar do eixo da inclinação do eixo de rotação da Terra.

Categoria 5 - Expressa Modelo Compatível Com o Científico

Incorpora, integralmente, a pré - categoria 9.

O gráfico a seguir mostra a distribuição das categorias no primeiro e segundo questionários; podemos observar o aumento das frequências das categorias que expressam compatibilização ao modelo científico (*Expressa Elemento do Modelo Científico* e *Expressa Modelo Compatível Com o Científico*) e a queda de frequência das categorias não compatíveis (*Visão Internalista*, *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*) e de respostas que não informam a natureza do modelo dos estudantes (*Sem Informação*).

Fig.17- Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionários - Ciclo das Estações do Ano



A tabela a seguir discrimina as categorias das respostas no primeiro e segundo questionários. A fim de facilitar a compreensão, exemplificamos a leitura da primeira linha de resultados: dentre os 33 estudantes que no primeiro questionário tiveram suas respostas classificadas como *Sem Informação*, ao responderem a mesma questão no segundo questionário, 12 não migraram (mantiveram-se na mesma categoria), 2 passaram para *Expressa Visão Internalista*, 11 migraram para *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*, 7 migraram para *Expressa Elemento do Modelo Científico* enquanto 1 migrou para *Expressa Modelo Compatível Com o Científico*.

Tab.38 - Cruzamento Entre as Categorias das Respostas Para O Ciclo das Estações do Ano no 1º e 2º Questionários

	2º Quest					
1º Quest	S.I	V.I	M.N.C	E.M.C	M.C.C	Total
S.I	12	2	11	7	1	33
V.I	5	10	8	9	0	32
M.N.C	10	1	22	17	1	51
E.M.C	0	1	4	19	10	34
M.C.C	0	0	0	0	2	2
Total	27	14	45	52	14	152

A comparação entre as respostas do primeiro e segundo questionários na questão aberta sobre o ciclo das estações do ano, revela que dos 152 estudantes, 65 não manifestaram migrações a partir do processo de categorização proposto, ou seja as respostas do primeiro e segundo questionários foram associadas às mesmas categorias. Dentre os 87 estudantes restantes que manifestaram migrações a partir do processo de categorização, 64 estudantes manifestaram migrações que foram interpretadas como positivas.

Tab. 39 - Migrações Positivas - Ciclo das Estações do Ano

1º Quest	2º Quest			Total
	M.N.C	E.M.C	M.C.C	
S.I	11	7	1	19
V.I	8	9	-	17
M.N.C	-	17	1	18
E.M.C	-	-	10	10
Total	19	33	12	64

O parâmetro usado para a qualificação de determinada migração como positiva ou não, foi o modelo científico sobre o ciclo das estações do ano. De forma análoga ao que foi aplicado às respostas sobre o ciclo dos dias e das noites, a migração foi considerada positiva quando a comparação entre o primeiro e segundo questionários apontava para um processo de compatibilização com relação ao modelo científico ou em casos nos quais os estudantes no primeiro questionário expressaram modelos *Internalistas* e no segundo questionário, expressaram modelos não compatíveis com o científico, porém com elementos do modelo científico. Esse tipo particular de migração, foi interpretada como uma expressão de uma *racionalização científica*. Assumimos que tais estudantes interagiram com a exposição, se apropriaram de alguns elementos importantes e buscaram estabelecer relações de causa e efeito entre as variáveis. Admitimos que embora não tenham elaborado modelos compatíveis com o científico, eles ingressaram num “pensar científico” com relação ao tema proposto. A migração a partir de respostas categorizadas como *Expressa Visão internalista ou Sem Informação* para um modelo não compatível com o científico, porém com racionalidade científica, foi então tomado como uma migração positiva.

Dentro deste contexto, as migrações positivas propostas para a análise das respostas relativas ao ciclo das estações do ano são discriminadas como se seguem:

1) Migrações que expressam compatibilização com o modelo científico

Este tipo de migração foi adotada para aqueles estudantes que na comparação dos questionários passaram a expressar modelos compatíveis ou elementos do modelo científico.

No contexto das migrações propostas, observamos os seguintes tipos de migrações como expressando compatibilização ao modelo científico:

- Sem Informação → Expressa Elemento do Modelo Científico
→ Expressa Modelo Compatível Com o Científico

- Expressa Visão Internalista → Expressa Elemento do Modelo Científico

- Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico → Expressa Elemento do Modelo Científico
→ Expressa Modelo Compatível Com o Científico

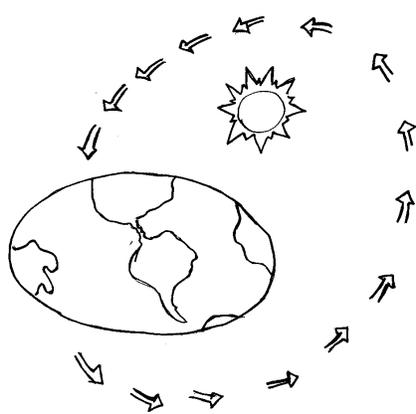
- Expressa Elemento do Modelo Científico → Expressa Modelo Compatível Com o Científico

Tal migração, em particular, será exemplificada:

Menina de 14 anos

Primeiro Questionário :

- “As ações do ano acontecem por consequência do movimento de translação, em que a Terra gira em torno do Sol. Este movimento dura 365 dias”



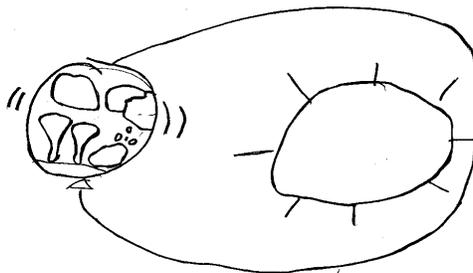
Segundo Questionário:

“- As estações do ano acontecem porque a Terra tem uma inclinação, e com isso quando o Sol bate totalmente em um lugar, em outros lugares logicamente ele estará mais fraco, isto porque a Terra tem uma inclinação que não permite com que o Sol domine ela toda por igual. Dando assim, mais calor e menos calor aos diversos lugares..”

Menino de 9 anos

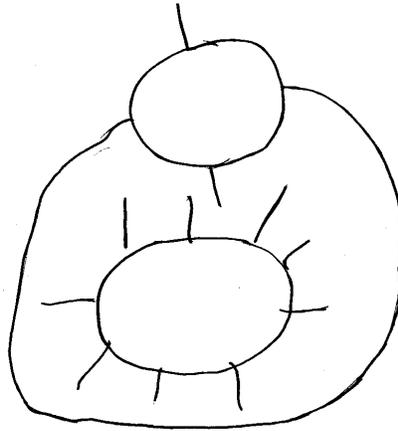
Primeiro Questionário:

“Por causa da translação, que é a Terra girando em torno do Sol”



Segundo Questionário

- “Por causa da translação e da inclinação do eixo da Terra”



2) Migrações que expressam racionalização científica

Muitos estudantes que no primeiro questionário não expressaram modelo algum (*categoria Sem Informação*) ou expressaram modelos que não relacionavam o ciclo das estações do ano com variáveis externas (*Visão Internalista*), no segundo questionário externaram modelos que embora não compatíveis com o modelo científico, indicavam uma importante diferença em relação às explicações anteriores: expressaram a percepção de que a causa do ciclo das estações se dá a partir da relação da Terra com agentes externos. As estações não são mais percebidas como algo intrínseco ao planeta.

As migrações que expressam tal tipo de mudança são :

- Sem Informação → Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico
- Visão Internalista → Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico

Análise das Questões Relativas à Oposição das Estações nos Hemisférios

O questionário tinha duas questões relativas a este aspecto. Por serem extensas elas estão disponíveis apenas no anexo "questionário definitivo" (questões 6 e 8). A estratégia, em ambas, foi a de apresentar o verão acontecendo no hemisfério sul, associado a um evento típico. O estudante deveria então escolher, uma estação e um evento que pudessem estar acontecendo no hemisfério Norte. A diferença entre as questões foi que enquanto que na primeira, os eventos a serem associados com a estação escolhida eram representados através de frases curtas, na segunda, eles foram apresentados por imagens reais digitalizadas.

Desta forma foi possível avaliar, em duas situações, a concepção do estudante com respeito à oposição das estações nos dois hemisférios.

O critério de análise consistiu no cruzamento das respostas entre as duas questões no primeiro questionário e a comparação com os resultados do mesmo procedimento no segundo questionário.

A expectativa era de que a maior parte dos estudantes expressasse uma idéia de continuidade com relação às estações nos hemisférios sul e norte. No caso em particular, já que em ambas as questões propusemos a estação do verão para o hemisfério sul, esperávamos que uma parcela considerável de estudantes optassem pelo verão no hemisfério norte. Para nossa surpresa o resultado mostra um quadro bastante diferente.

A tabela seguinte mostra o cruzamento das respostas entre as duas questões no primeiro questionário (considerando apenas aqueles estudantes que responderam ambas as questões):

Tab. 40 - Cruzamento das Questões Sobre a Oposição das Estações nos Hemisférios - Primeiro Questionário

Quest 6	Quest 8				Total
	I	O	P	V	
I	56	6	21	2	85
O	5	6	5	0	16
P	2	2	7	1	12
V	4	1	3	2	10
Total	67	15	36	5	123

A primeira linha horizontal mostra que dos 85 estudantes que na questão 6 optaram pelo inverno; ao responderem a questão 8, um grupo de 56 manteve esta opção, outros 6 mudaram para o outono, 21 mudaram para a primavera enquanto 2 mudaram para o verão. A análise do cruzamento das respostas das duas questões leva a algumas considerações interessantes. Observa-se que 42% dos estudantes (52) ofereceram respostas diferentes para as duas questões. O que pode ser expressão de dúvida ou que tais estudantes admitem que qualquer combinação possível.

Contudo devemos destacar que mesmo dentro deste grupo, a escolha do verão para o hemisfério norte foi muito reduzida. Setenta e um estudantes (58% do total) responderam uma mesma estação em ambas as questões, sendo que a maior parte concentrou-se no inverno, enquanto que uma fração irrisória respondeu verão em ambas as questões. As entrevistas revelam que se trata de um conhecimento declarativo, em geral os estudantes não são capazes de explicar a simultaneidade de estações opostas nos hemisférios.

A tabela seguinte nos mostra o resultados do cruzamento das mesmas questões no segundo questionário, a partir das mesmas condições (considerando apenas aqueles estudantes que responderam ambas as questões).

Tab. 41 - Cruzamento das Questões Sobre a Oposição das Estações nos Hemisférios no Segundo Questionário

Quest 6	Quest 8				Total
	I	O	P	V	
I	76	5	7	6	93
O	4	4	6	0	14
P	2	6	9	0	17
V	2	0	1	1	4
Total	84	15	23	7	129

A primeira linha horizontal de resultados mostra que dos 93 estudantes que optaram pelo inverno na questão 6, um grupo de 76 manteve esta opção, 5 passaram para o outono, 7 para a primavera e 6 optaram pelo verão. Em relação ao primeiro questionário, registramos um aumento de 45% para 59% entre aqueles estudantes que optaram pelo inverno nas duas questões.

A porcentagem de estudantes que optaram pelo verão nas duas questões, que já era muito pequena, reduziu-se ainda mais, caindo de 3% para menos de 1%.

A última questão do questionário se referia a possíveis relações entre a vida e o ciclo das estações do ano.

Análise da questão sobre a influência das estações sobre a vida

A exposição *As Estações do Ano - A Terra Em Movimento*, não oferece elementos que estejam diretamente relacionados com as relações entre a vida e as estações. Por isso, a questão concebida para avaliar os estudantes com relação a este tema tem o caráter de levantamento de concepções.

A questão desenvolvida para tal avaliação foi uma questão aberta na qual perguntamos se as estações influenciam a vida de animais e plantas, e como se daria tal influência.

Questão 9)

Você acha que as estações do ano influenciam a vida dos animais e plantas que vivem em nosso planeta? Como ?

A comparação entre as respostas entre o primeiro e segundo questionário mostrou que os estudantes expressaram suas idéias de forma complementar, ou seja, no segundo questionário expressaram idéias que em geral, complementavam o que haviam respondido no primeiro. Outros expressaram exatamente a mesma idéia e uma pequena parcela manifestou contradição, interpretamos tal tipo de comportamento em particular como expressão de dúvida.

Exemplos de diferenças de respostas entre o primeiro e segundo questionários:

- “Sim. Como os passaros no inverno eles voam para outras regiões mais quentes.”
- “Sim, porque no verão os animais ficam muito mais solto, e no inverno os animais ficam com frio e vivem escondidos.”
- “Sim. Por exemplo no inverno os animais e plantas podem morrer com o frio. “
- “Sim. Pois se fizesse só calor os mares iam secar, se as arvores estivessem sem folha nós nunca mais comeríamos frutas, se estivesse muito frio todos morreriam congelado e se só tivesse flores como é que nos íamos nos alimentar”
- “Sim. Como o calor, o frio, as flores e as folhas caida.”
- “Sim. Porque todos os animais precisam de cada uma das estações.”
- “Sim, por exemplo a cobra, a temperatura do seu corpo muda de acordo com o ambiente se estivermos no inverno ela vai ficar um pouco ou muito fria.”

- “Sim. Temos como exemplo as andorinhas elas só querem o estado ou cidade cuja a estação seja o verão.”
- “Sim, porque eles precisam de luz e calor do sol, água etc...”
- “Sim, eles passam frio e calor, tem comida e as vezes não tem, tem abrigo e as vezes não Existem estações de acasalamento. ”
- “Não.”
- “Não, eles já estão preparados”
- “Sim, bem com o verão eles tem o calor do sol, com o Outono as folhas caem e os vegetarianos comem elas, com a primavera os animais ficam com mais ar puro, por causa flor e folha e no Inverno as flores e folhas ficam bem fortes.
- “ Nao!!!”
- “Sim pois todos precisam de um pouco de cada coisa.”
- “Sim. Os animais precisam de um pouquinho de cada estação, se ficase só no verão tudo derreteria, se ficase só inverno congelaria tudo e os animais morreriam de frio, se ficasse.só na primavera ao invés de animais nasceria só plantas.
- “Porque um animal gosta de se sentir bem no ambiente frio ele no ambiente de calor vai se sentir mal.”
- “Sim porque tem diferentes frutas em diferentes estações que os animais comem.”

As respostas foram analisadas e categorizadas, segundo discriminado abaixo :

Sem Informação: Estudantes que em ambos os questionários manifestaram respostas que se constituíram de comentários não explicativos, se limitaram a citar ou a representar as estações, fizeram comentários sem entendimento ou simplesmente não responderam a questão

Negam Haver Influência: Estudantes que em ambos os questionários negaram haver influência das estações sobre a vida de animais e plantas. Tais estudantes não justificaram suas respostas.

Sim Sem Justificativa: Estudantes que em ambos os questionários admitiriam haver influência das estações sobre a vida de animais, porém não justificaram suas respostas ou disseram que não sabiam justificar.

Sim Com Justificativa: Muitos estudantes declararam haver influência das estações do ano sobre a vida de animais e plantas e justificaram suas respostas, que então foram divididas em quatro categorias:

1) Um grupo considerável de estudantes que admitiu haver influência entre o ciclo das estações e a vida entendendo que a influência se dá pela necessidade de animais e plantas em viver em determinadas condições que são determinadas pelas estações do ano.

Exemplos:

- “Sim porque algumas verduras tem que ter um pouco de chuva.”

- “ Sim, muitos animais alguns necessitam de calor e muitos necessitam do frio e chuva, por exemplo o pinguim ele necessita do frio par sobreviver, se ele fosse para um lugar com 40 ° de calor ele não iria aguentar e iria morrer.”

- “ Sim porque se no inverno não chovesse as plantas e outros animais iam morrer de sede porque existem animais que necessitam da água da chuva para sobreviver“

- “Sim, porque se houvesse só o inverno os animais morreriam de frio, e as plantas iam ficar sem folhas, se houvesse só o verão os animais morreriam de insolação e as plantas ficariam secas, por isso todas as estações do ano é necessario.”

-“ Sim pois todos precisam de um pouco de cada coisa.”

2) Uma outra parcela entende que as estações do ano determinam o comportamento de animais e plantas.

Exemplos:

- “Sim. Com os passaros no inverno eles voam para outras regiões mais quentes.”

- “Sim, com o calor teríamos que regar as plantas de nossa casa com uma quantidade maior de água e os animais beberiam cada vez mais água; No inverno os animais teriam que arrumar para se esquentar...”

- “Claro que sim. Na primavera as folhas nascem; no verão crescem; no outono as folhas caem e no inverno a árvore dorme. No inverno o urso hiberna, no verão acorda. Com todos esses acontecimentos e outros...”

- “Sim, um exemplo. e o urso, que fica longa temporada em cavernas e só sai quando chega o verão. E também as plantas. Dependendo da estação ocorrente, uma árvore pode estar carregada, florida, cheia ou sem nenhuma folha. E também as andorinhas”

-” Sim. Se um animal ano tem pelo no inverno sentiria frio e por isso ele se prepara. Exemplo - Formiga recolhe folhinhas e guarda para que no inverno não precise sair de sua toca. “

- “Sim. Vou dar um exemplo: O cachorro tem de trocar de pelo duas vezes por ano. “

- “Sim. Porque se está frio os animais ficam com frio e alguns se escondem em tocas. E no verão saem para cantar como pássaros.”

3) Um outro tipo de justificativa sugere que as estações do ano são determinantes da sobrevivência de plantas e animais.

Exemplos:

- “Sim, com o inverno por exemplo, as chuvas que acontecem nessa estação ajudam na sobrevivência das plantas porque sem água as plantas secam e morrem. Tem também a primavera que é a estação onde as flores ficam mais bonitas ... “

- “Sim. No inverno as plantas morrem, na primavera as plantas e as folhas e as flores desabrocham, no verão elas precisam de muita água.”

- “Sim porque por exemplo: um urso vai morrer de frio se todo dia fosse inverno , porque todos os seres vivos precisam das estações para sobreviverem. “

- “ É acho que no calor os animais e as plantas precisam de muita água. E no frio precisam de agasalho. “

- “Sim. Porque cada ser precisa de uma estação do ano para sobreviver.”

4) Justificativas que vêem as estações do ano como causadoras de prejuízos para plantas e animais.

Exemplos :

- “Não. Inverno os animais ficam doentes. “

- “Sim, porque existe animais que não suporta o frio do inverno e as planta que congela, e o calor intenso seca rios e os animais ano bebem água e ficam com sede e plantas que secam com os raios Solares e as folhas se queimam ... “

- “Mudam, Os animais ficam com menos caça no inverno e as plantas ficam com frio. “

- “Os animais sim. Porque no inverno eles podem se congelar e no verão morrem de ceca. “

- “Sim porque em alguns lugares ce bater muito Sol pode fazer ceca e ai os animais ano tem como beber agua. “

-“Sim no inverno mitos animais morem de frio no verão morem mas não muitos sim, em animais com pelos gocos o verão pode ate matar estes animais e os

animais que não tem pelos o inverno faz eles ficarem com muito frio.”

- “Sim. Porque também depende da estação. Se não cuidar das plantas no verão elas morrem ressecadas.”

Categoria Outros

Agrega respostas que apontam para concepções que reconhecem haver influência entre o ciclo das estações e a vida na Terra, segundo visões nas quais plantas e animais “gostam” de determinadas condições, outras nas quais as estações colaboram para a vida e outras segundo as quais as estações determinam a reprodução de animais, e etc.

Exemplos:

- “Sim como acontece com as plantas elas gostam de verão.”

- “Sim, porque nos ajuda nas fases de crescimento, assim como o alimento que nos precisamos, o ar das flores, as frutas e o próprio ar. “

- “Sim. Por causa da reprodução dos animais.”

- “Sim. Porque o frio e o calor fortalecem as plantas fazendo a primavera e os animais herbívoros comem plantas.”

Apresentamos a seguir uma tabela que mostra as frequências das categorias propostas:

Tab. 44 - Relação entre as estações do ano e a vida na Terra

Categoria	Freqüência absoluta - Discriminação
Sem Informação	19
Negam haver influência	10
Sim Sem Justificativa	15
Sim Com Justificativa	61- Necessidade de plantas e animais Determina a sobrevivência de plantas e animais Determina o comportamento de animais 29 -Causa Prejuízo a animais e plantas 10 - Outros
Expressou Dúvida	8 - Contradição de respostas
Total	152

Destacamos que cento e treze estudantes (74 % da amostra) admitem haver influência das estações do ano sobre a vida de animais e plantas, contudo a natureza das relações se dão basicamente em dois planos: um no qual as estações do ano acontecem devido as necessidades de sobrevivência das criaturas e um segundo no qual as estações do ano se impõem de forma unilateral sobre animais e plantas chegando as vezes causar prejuízos, nesta visão em particular, o inverno é quase sempre o vilão.

Análise dos Resultados das Questões Abertas Sobre Dias e Noites e Estações do Ano em Função das Turmas Visitantes

Imaginando que as migrações observadas expressas pelos estudantes, poderiam estar associadas a um eventual trabalho que o professor viesse a desenvolver na sala de aula, antes ou depois da visita, tivemos o cuidado de questionar o professor, ainda que em caráter informal, sobre a sua possível estratégia de integração da visita à exposição *As Estações do Ano: a Terra em Movimento* ao seu trabalho na sala de aula. Tal estratégia, quando desenvolvida, será apresentada mais adiante.

Propomos ainda a existência de uma fronteira nos resultados observados. De um lado estão aquelas respostas que não expressam informação ou expressam concepções marcadas pela ausência de relação entre variáveis, de outro, aquelas que expressam concepções nas quais há relação entre variáveis, sejam elas compatíveis ou não com os modelos científicos. Verifica-se que em todas as turmas, em maior ou menor grau, existe um deslocamento do primeiro para o segundo grupo.

Os diferentes tipos de migrações que expressaram compatibilização em relação aos modelos científicos, coloca a questão de que tais migrações não podem ser tomadas de forma igualitária. As frequências e as condições nas quais as migrações interpretadas como positivas se deram colocam a questão de que os diferentes tipos de migração refletem esforços diferenciados de elaboração e não devem ser encarados de forma igualitária.

Propomos então, uma forma de hierarquizar os resultados, através da associação de valores discretos aos diferentes tipos de migrações positivas .

Sistema de Valoração Para as Migrações Positivas Propostas Para o Ciclo dos Dias e Das Noites

- ◆ *Sem Informação ou Expressa Visão Internalista* → *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico* - 1 passo.
- ◆ *Sem Informação ou Expressa Visão Internalista* → *Expressa Modelo Compatível Impuro Com o Científico* - 2 passos.
- ◆ *Sem Informação ou Expressa Visão Internalista* → *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* - 3 passos.
- ◆ *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico* → *Expressa Modelo Compatível Impuro Com o Científico* -1 passo.

- ◆ *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico* → *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* - 2 passos.
- ◆ *Expressa Modelo Compatível Impuro Com o Científico* → *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* - 1 passo.
- ◆ *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* → *Expressa Melhora de Modelo Compatível* -1 passo.

Sistema de Valoração Para as Migrações Positivas Propostas Para o Ciclo das Estações do Ano

- ◆ *Sem Informação ou Expressa Visão Internalista* → *Expressa Modelo Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico* - 1 passo
- ◆ *Sem Informação ou Expressa Visão Internalista* → *Expressa Elemento do Modelo Científico* - 2 passos
- ◆ *Sem Informação ou Expressa Visão Internalista* → *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* - 3 passos
- ◆ *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico* → *Expressa Elemento do Modelo Compatível* - 1 passo
- ◆ *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico* → *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* - 2 passos
- ◆ *Expressa Elemento do Modelo Científico* → *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* - 1 passo

A seguir apresentamos a discriminação das migrações e conservações das concepções dos cento e cinquenta e dois estudantes que participaram da presente pesquisa, agrupados em suas respectivas turmas escolares. Será explicitado o perfil de cada turma e a estratégia de integração da visita ao contexto escolar desenvolvida pela professor (a).

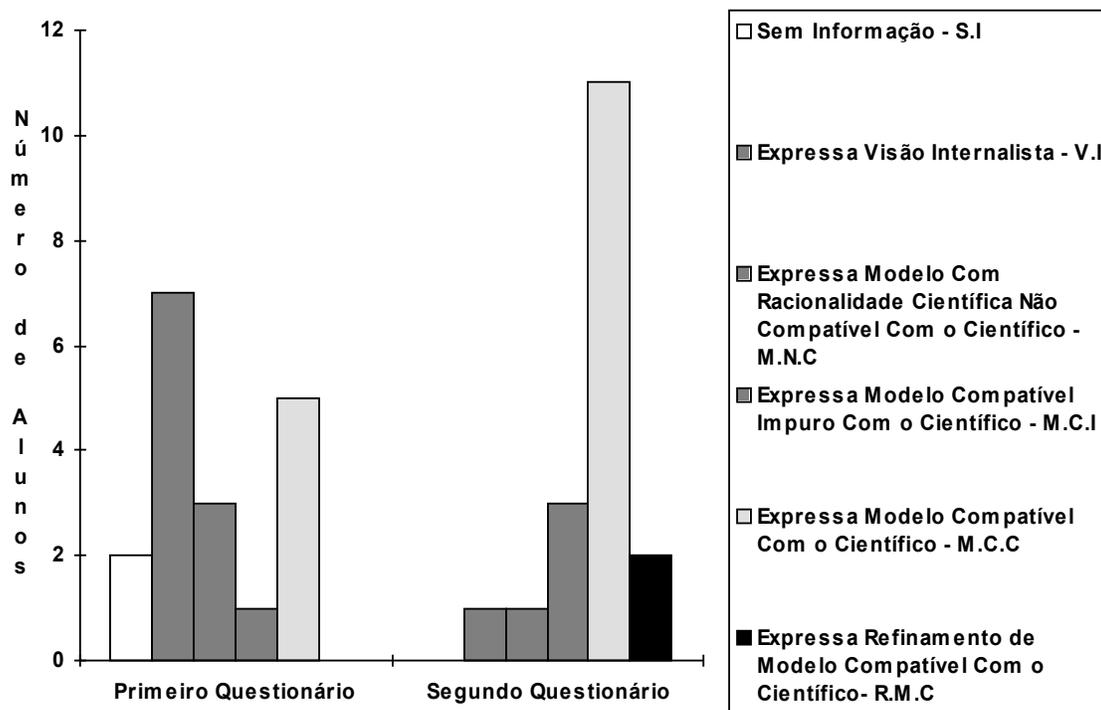
Para cada uma das turmas iremos apresentar um conjunto de gráficos com as frequências das categorias de análise no primeiro e segundo questionário, uma tabela que expõe as migrações observadas e uma tabela adicional que discrimina os estudantes que expressaram conservação em suas concepções.

Turma A

Grupo de 18 estudantes de uma turma do terceiro ano do ensino fundamental de uma escola pública do município do Rio de Janeiro, localizada em uma área carente de um subúrbio da cidade. A idade dos estudantes variava de 10 a 15 anos com média em torno de 12 anos. A professora optou por desenvolver uma atividade somente com relação ao ciclo dos dias e das noites após a visita, propondo a produção de cartazes. Nada foi desenvolvido pela professora com relação ao tema das estações do ano.

Apresentamos a seguir o gráfico que mostra a distribuição das categorias para o primeiro e segundo questionário com relação a questão sobre o ciclo dos dias e das noites.

Fig.18 - Turma A - Comparação do Primeiro e Segundo Questionário - Dias e das Noites



Migrações

1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
S.I	M.C.I	1
S.I	M.C.C	1
V.I	M.N.C	1
V.I	M.C.C	5
M.N.C	M.C.I	1
M.N.C	M.C.C	2
M.C.C	R.M.C	2

Estudantes que expressaram conservação em suas concepções:

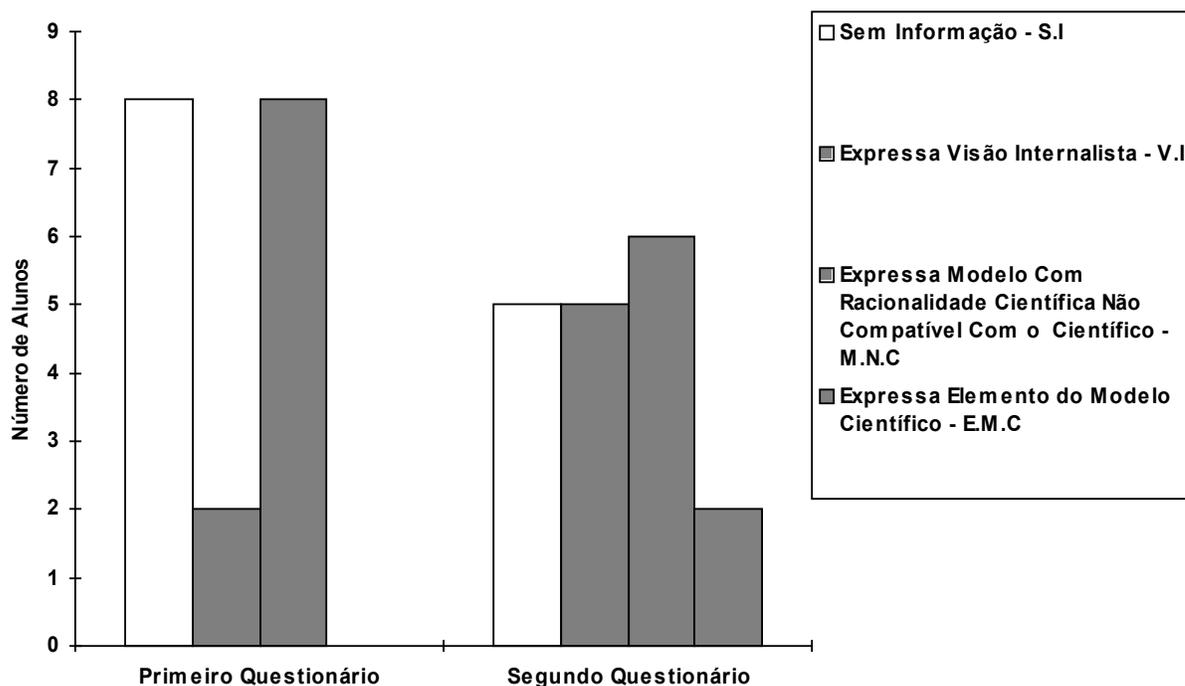
1º Quest	2º Quest	Nº
V.I	V.I	1
M.C.I	M.C.I	1
M.C.C	M.C.C	3

Analisando os tipos de migrações ocorridas nesta turma de estudantes, a partir dos critérios de categorização propostos, identificamos que dentre os dezoito

estudantes, treze (72%) manifestaram migrações que foram discriminadas como positivas, perfazendo um total de 28 passos. Nesta turma, as migrações positivas caracterizaram-se pela migração para respostas categorizadas como *Expressa Modelo Compatível Com o Científico*, a partir de respostas categorizadas como *Expressa Modelo Não Compatível Com o Científico*, *Expressa Visão Internalista*, ou ainda respostas *Sem Informação*. Portanto as migrações externalizadas por esta turma, com relação ao ciclo dos dias e das noites, foi basicamente de natureza conteúdista.

Apresentamos a seguir o gráfico com a distribuição das categorias com relação ao ciclo das estações do ano. Nota-se a descontinuidade da turma em relação ao desempenho anterior.

Fig.19 - Turma A - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário - Estações do Ano



Migrações

1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
S.I	V.I	2
S.I	M.N.C	2
S.I	E.M.C	1
M.N.C	V.I	1
M.N.C	S.I	2
M.N.C	E.M.C	1

Estudantes que expressaram conservação em suas concepções :

1º Quest	2º Quest	Nº
S.I	S.I	3
V.I	V.I	2
M.N.C	M.N.C	4

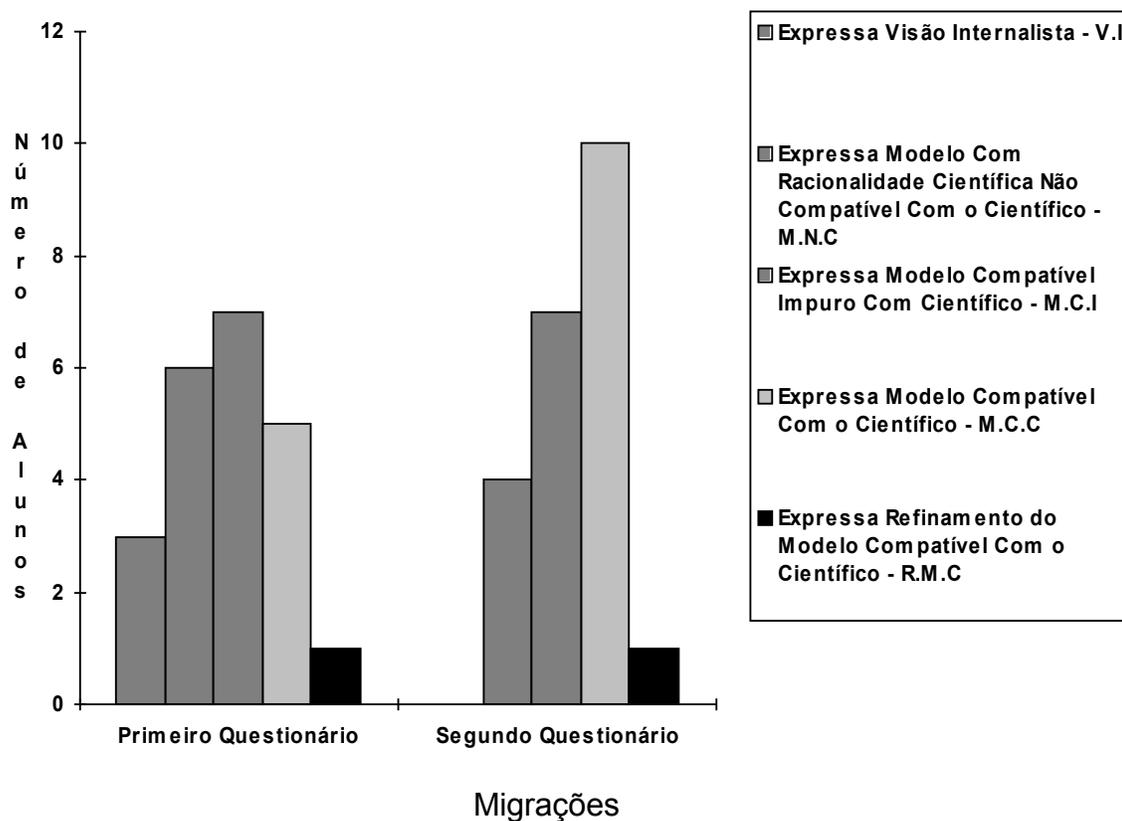
A tabela de migrações evidencia que esta turma não foi adequadamente sensibilizada pela visita à exposição, com relação ao tema do ciclo das estações do ano. Dentre os quatro estudantes que expressaram migrações classificadas como positivas (22%), num total de 5 passos, identificamos duas de natureza conteúdista, nas quais os estudantes migraram de *Sem Informação* ou *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico* para *Expressa Modelo Compatível Com o Científico*, enquanto dois outros estudantes migraram de *Sem Informação* para *Expressa Elemento do Modelo Científico*.

Turma B

Grupo de 22 estudantes pertencentes a uma turma do quinta série do ensino fundamental de uma escola particular de classe média baixa do município de São Gonçalo, com faixa etária de 10 a 13 anos e média de 11 anos.

A professora declarou que esta turma já havia estudado tanto o ciclo dos dias e das noites quanto o ciclo das estações do ano antes da visita, e limitou-se a cobrar dos estudantes um relatório geral da visita ao Museu de Astronomia.

Fig. 20 - Turma B - Comparação do Primeiro e Segundo Questionário - Dias e Noites



1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
V.I	M.C.C	3
M.N.C	M.C.C	3
M.C.I	M.C.C	2
M.C.C	M.N.C	1
M.C.C	M.C.I	2
M.C.C	R.M.C	1

Estudantes que expressaram conservação em suas concepções :

1º Quest	2º Quest	N ^o
M.N.C	M.N.C	3
M.C.I	M.C.I	5
M.C.C	M.C.C	2

Analisando à luz das categorias propostas as migrações ocorridas, classificamos 9 delas (39%) como positivas, todas de natureza conteúdista, totalizando 18 passos. Tais estudantes migraram de respostas categorizadas como *Expressa Visão Internalista*, *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*, *Expressa Modelo Compatível Impuro Com o Científico* e *Expressa Modelo Compatível Com o Científico*, para respostas categorizadas como *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* e *Expressa Refinamento do Modelo Compatível Com o Científico*.

Apresentamos a seguir o resultado da turma com relação ao ciclo das estações do ano.

Fig.21 - Turma B - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário - Estações do Ano

Migrações

1º Quest	2º Quest	N ^o de Migrações
S.I	M.N.C	1
S.I	E.M.C	1
V.I	S.I	1
V.I	E.M.C	3
M.N.C	E.M.C	3
M.N.C	M.C.C	1

Estudantes que expressaram conservação em suas concepções :

1º Quest	2º Quest	N ^o
SI	S.I	1
V.I	V.I	6
M.N.C	M.N.C	4
E.M.C	E.M.C	2

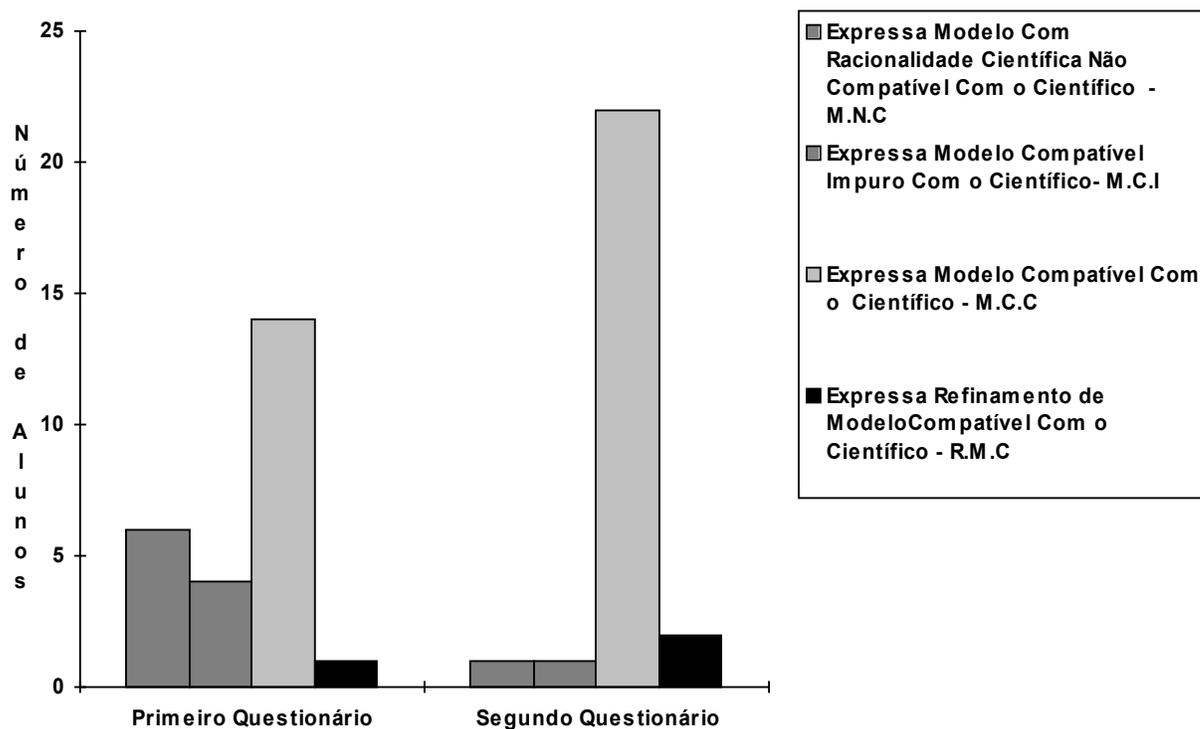
Nesta turma, 39% dos estudantes (9) expressaram migrações positivas, perfazendo um total de 14 passos. Dentre elas oito foram de natureza conteúdista. Sete partiram de respostas categorizadas como *Sem Informação*, *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*, para *Expressa Elemento do Modelo Científico*. Um estudante migrou de *Sem Informação* para *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*. Houve portanto a predominância de migrações de natureza conteúdista.

Turma C

Grupo de 25 estudantes de terceira série do ensino fundamental, de 8 a 9 anos de idade, pertencente a uma escola particular de classe média-alta do município do Rio de Janeiro.

A professora optou por introduzir os tópicos relativos aos temas dos ciclos dos dias e das noites e das estações do ano antes da visita e usou a exposição para aprofundar questões. Assim foi com relação à inclinação do eixo de rotação da Terra. Foi somente após a visita que a professora explicitou a importância do eixo de rotação. Com relação às estações, a professora chegou a construir a partir da sugestão dos estudantes, uma versão simplificada do modelo pedagógico *As estações do ano* para abordar a inclinação do eixo de rotação da Terra.

Fig. 22- Turma C - Comparação do Primeiro e Segundo Questionário - Dias e das Noites



Migrações

1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
M.N.C	M.C.I	1
M.C.I	M.N.C	1
M.N.C	M.C.C	5
M.C.I	M.C.C	3
M.C.C	M.C.I	2
M.C.C	R.M.C	2

Estudantes que expressaram conservação em suas concepções:

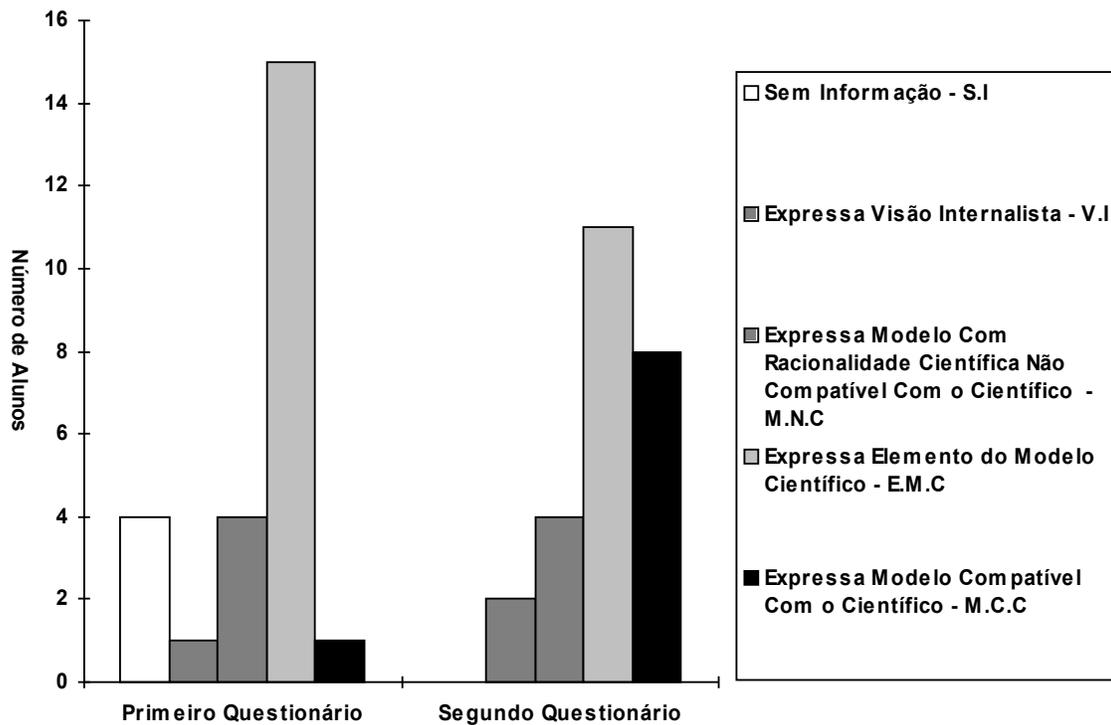
1º Quest	2º Quest.	Nº
M.C.C	M.C.C	11

A partir das categorias propostas, identificamos 11 migrações (48%), totalizando 16 passos, todas de natureza conteúdista. Oito estudantes migraram para respostas categorizadas como *Expressa Modelo Compatível Com o Científico a*

partir de categorias como: *Expressa Modelo Compatível Impuro Com o Científico* e *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*, outros dois expressaram refinamento de modelo científico, enquanto um migrou para *Expressa Modelo Compatível Impuro Com o Científico*, a partir de resposta classificada como *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*.

A turma também apresentou um bom resultado com relação ao ciclo das estações do ano, como pode ser observado no gráfico que se segue:

Fig. 23 - Turma C - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário - Estações do Ano



Migrações

1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
S.I	E.M.C	3
S.I	M.C.C	1
V.I	M.N.C	1
M.N.C	V.I	1
M.N.C	E.M.C	2
E.M.C	V.I	1
E.M.C	M.N.C	2
E.M.C	M.C.C	7

Estudantes que expressaram conservação em suas concepções:

1º Quest	2º Quest	Nº
M.N.C	M.N.C	1
E.M.C	E.M.C	6

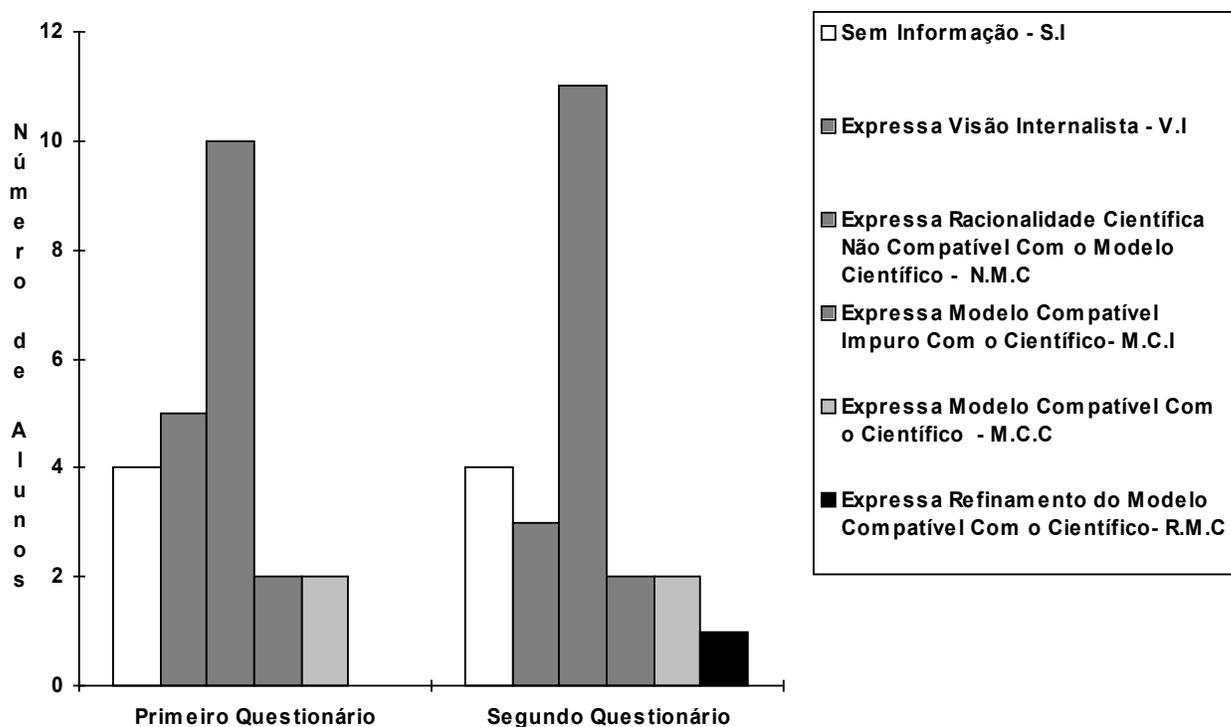
A proporção de estudantes que manifestou migrações positivas foi de 56%, perfazendo 14 migrações, num total de 19 passos. Sete delas ocorreram dentre os que no primeiro questionário, tiveram suas respostas categorizadas como *Expressa Elemento do Modelo Científico*, quase sempre o movimento de translação, no segundo questionário, tais estudantes integraram a seus modelos a inclinação do eixo da Terra e portanto suas respostas foram categorizadas como *Expressa Modelo Compatível Com o Científico*. Outros seis estudantes migraram da categoria *Sem Informação* ou *Expressa Modelo Racional Não Compatível Com o Científico* para *Expressa Elemento do Modelo Científico* ou para *Modelo Compatível Com o Científico*. Por final, um migrou de *Sem Informação* para *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*.

Identificamos portanto que as migrações positivas nesta turma foram essencialmente de natureza conteúdistas, algumas demonstrando refinamento de respostas.

Turma D

Grupo de 22 estudantes pertencentes a uma turma de oitava série do ensino fundamental de uma escola municipal do subúrbio do Rio de Janeiro com faixa etária de 14 a 18 anos e média de 15 anos. A professora dessa turma também foi responsável pela visita de uma turma de quinta série de uma escola particular avaliada na pesquisa. Ao comentar sobre o Museu para essa turma de oitava série, muitos manifestaram interesse. A professora então decidiu levá-los a título de “enriquecimento”. Esta turma destaca-se das demais em função das concepções expressas no primeiro questionário, onde dos vinte e três estudantes, nove manifestaram respostas categorizadas como *Expressa Visão Internalista ou Sem Informação*, dez tiveram suas respostas categorizadas como *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*, somente quatro estudantes manifestaram modelos compatíveis com o científico.

Fig. 24 - Turma D - Comparação do Primeiro e Segundo Questionário - Dias e das Noites



Migrações

1º Quest	2º Quest	N ^o de Migrações
S.I	V.I	1
S.I	M.N.C	2
V.I	S.I	3
V.I	M.N.C	1
M.N.C	M.C.C	2
M.C.C	S.I	1
M.C.C	R.M.C	1

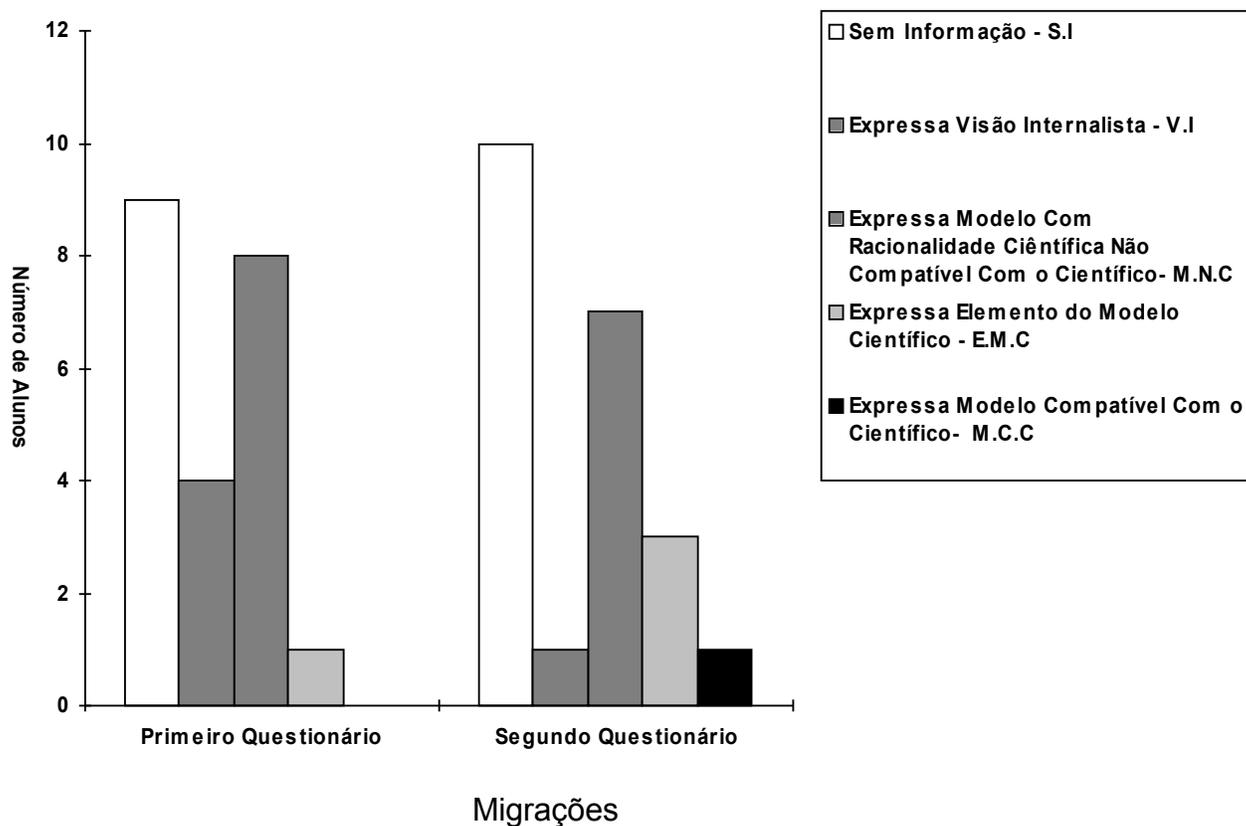
Estudantes que expressaram conservação em suas concepções :

1º Quest	2º Quest	N ^o
V.I	V.I	1
M.N.C	M.N.C	8
M.C.I	M.C.I	2

Identificamos 6 (28%) migrações como positivas, num total de 8 passos. Três estudantes migraram de *Sem Informação* ou *Expressa Visão Internalista* para *Expressa Racionalidade Científica Não Compatível Com o Modelo Científico*, dois expressaram refinamento de modelos compatíveis com o científico.

A seguir, apresentamos os resultados da turma relativos ao ciclo das estações do ano.

Fig.25 - Turma D - Comparação Primeiro e Segundo Questionário - Estações do Ano



1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
S.I	M.N.C	3
V.I	S.I	1
V.I	M.N.C	2
M.N.C	S.I	3
M.N.C	E.M.C	3
E.M.C	M.C.C	1

Estudantes que expressaram conservação em suas concepções :

1º Quest	2º Quest	Nº
S.I	S.I	6
V.I	V.I	1
M.N.C	M.N.C	2

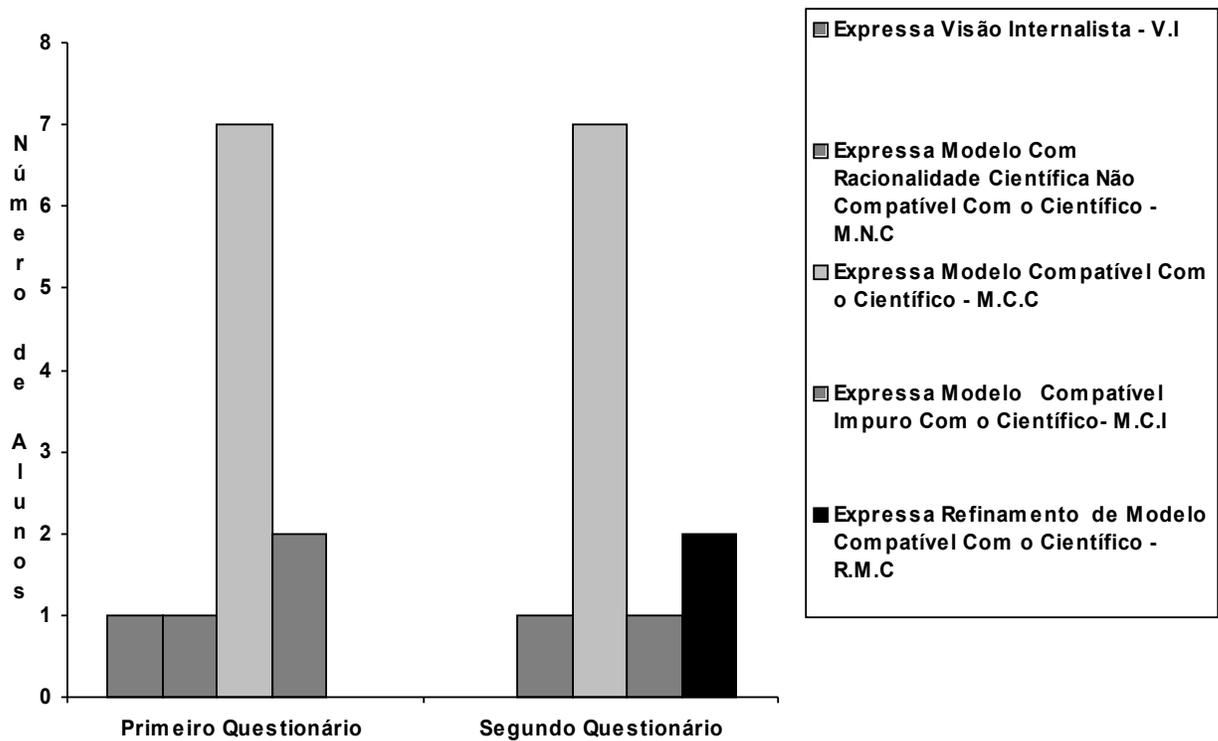
Esta turma apresentou um resultado bastante diverso aos anteriores. As migrações positivas foram de caráter conteúdista e de racionalização. Foram observadas 9 migrações positivas (36%), num total de 9 passos dentre as quais, quatro foram de natureza conteúdista. Nestas migrações, os estudantes mudaram de *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico* para *Expressa Elemento do Modelo Científico* ou deste para *Expressa Modelo Compatível Com o Científico*. Aconteceram ainda cinco migrações de *Sem Informação* e *Expressa Visão Internalista* para *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico* e para *Expressa Elemento do Modelo Científico*.

Turma E

Grupo de 11 estudantes de quinta série do ensino fundamental de uma escola particular de classe média baixa do subúrbio do Rio de Janeiro com idade média de 11 anos.

A professora responsável pela visita deste grupo ao Museu, foi a mesma da turma anterior. O seu interesse maior nessa turma foi explorar a exposição *Laboratório Didático de Ciências*. Ela nos sugeriu contatarmos a professora de geografia para obtermos informações sobre uma possível utilização da visita a exposição, o que aconteceu por ocasião da realização do segundo questionário e obtivemos a informação de que os temas dos ciclos dos dias e das noites e das estações do ano, já haviam sido abordados na época da visita, e que não houve nenhum trabalho de integração da visita.

Fig. 26 -Turma E - Comparação do Primeiro e Segundo Questionário - Dias e das Noites



Migrações

1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
V.I	M.C.C	1
M.C.I	M.C.C	2
M.C.C	M.C.I	1
M.C.C	R.M.C	2

Estudantes que expressaram conservação em suas concepções :

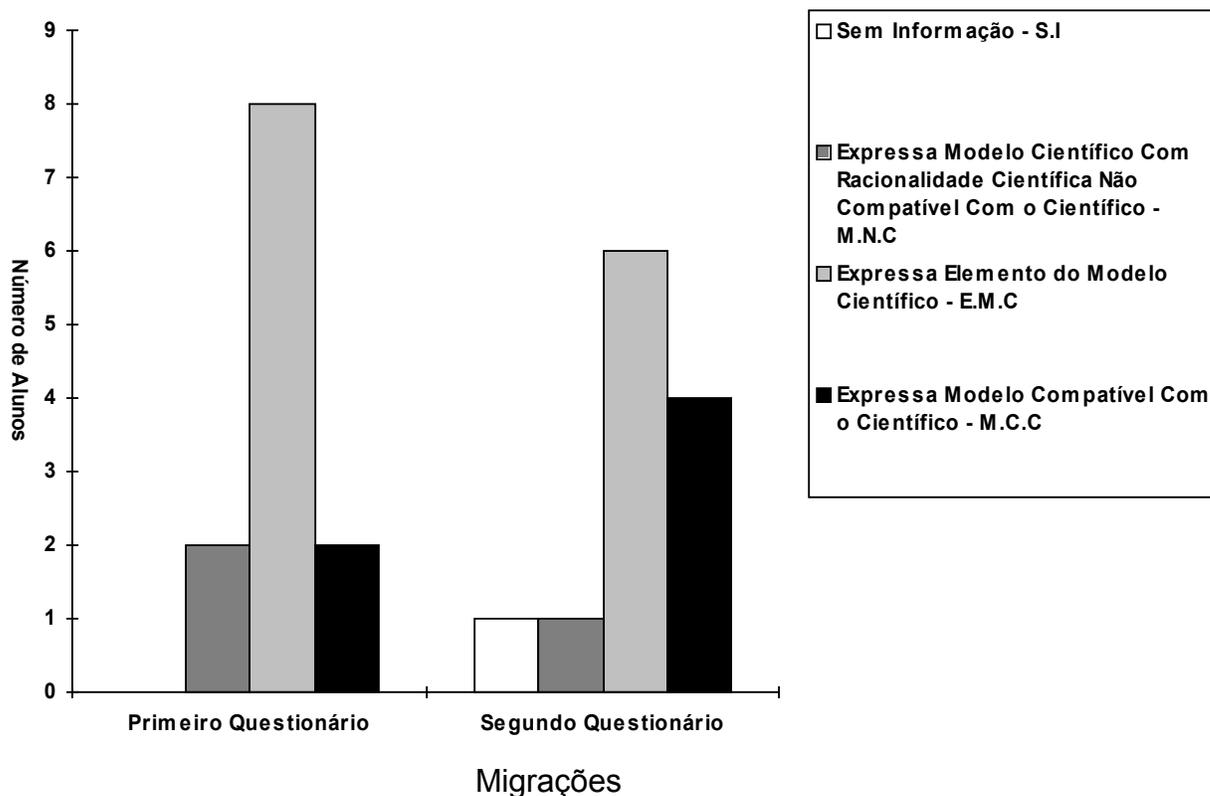
1º Quest.	2º Quest	Nº
M.N.C	M.N.C	1
M.C.C	M.C.C	4

Identificamos cinco migrações positivas (45%) perfazendo um total de 7 passos. Todas elas foram de natureza conteúdista. Três estudantes migraram de respostas categorizadas como *Expressa Visão Internalista* e *Expressa Modelo Compatível Impuro Compatível Com o Científico* para *Expressa Modelo*

Compatível Com o Científico, enquanto outros dois expressaram refinamento de modelos compatíveis.

Apresentamos a seguir os resultados relativos as estações do ano .

Fig.27 - Turma E - Comparação Primeiro e Segundo Questionário -Estações do Ano



1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
M.N.C	S.I	1
E.M.C	M.C.C	2

Estudantes que expressaram conservação em suas concepções :

1º Quest	2º Quest	Nº
M.N.C	M.N.C	1
M.C.C	M.C.C	2
E.M.C	E.M.C	6

Esta turma mostrou-se pouco sensibilizada pela exposição em relação ao tema do ciclo das estações do ano a partir dos parâmetros de análise propostos. Dos

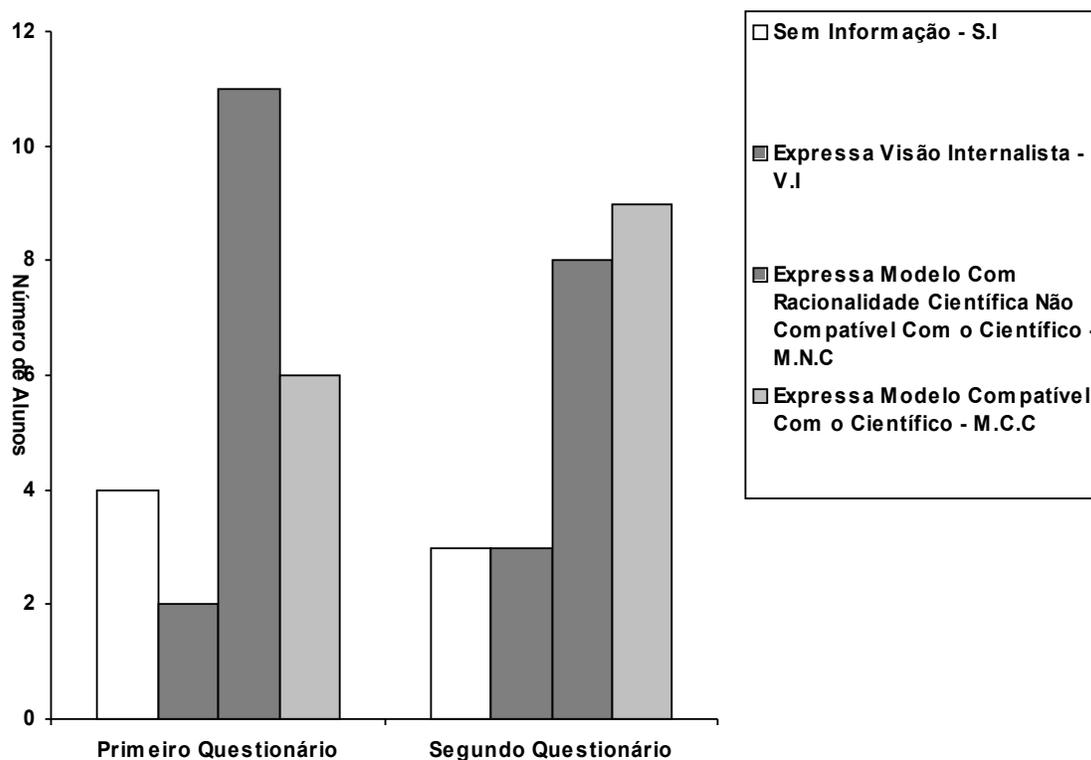
doze estudantes, somente dois estudantes manifestaram migração positiva, as duas de natureza conteúdista. Os migraram de *Expressa Elemento do Modelo Científico* para *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* perfazendo apenas 2 passos.

Turma F

Grupo de 23 estudantes integrantes de uma turma da quarta série do ensino fundamental de uma escola municipal do subúrbio do Rio de Janeiro, com faixa etária de 9 a 12 anos, e média de 11 anos.

A professora optou por ensinar sobre os ciclos dos dias e das noites e das estações do ano antes da visita, e após a visita cobrou trabalhos do tipo “o que você mais gostou ? “ O gráfico que se segue apresenta as frequências das categorias para o ciclo dos dias e das noites.

Fig. 28 - Turma F - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário - Dias e das Noites



Migrações

1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
S.I	V.I	2
S.I	M.N.C	1
V.I	S.I	1
M.N.C	S.I	1
M.N.C	M.C.C	4
M.C.C	M.N.C	1

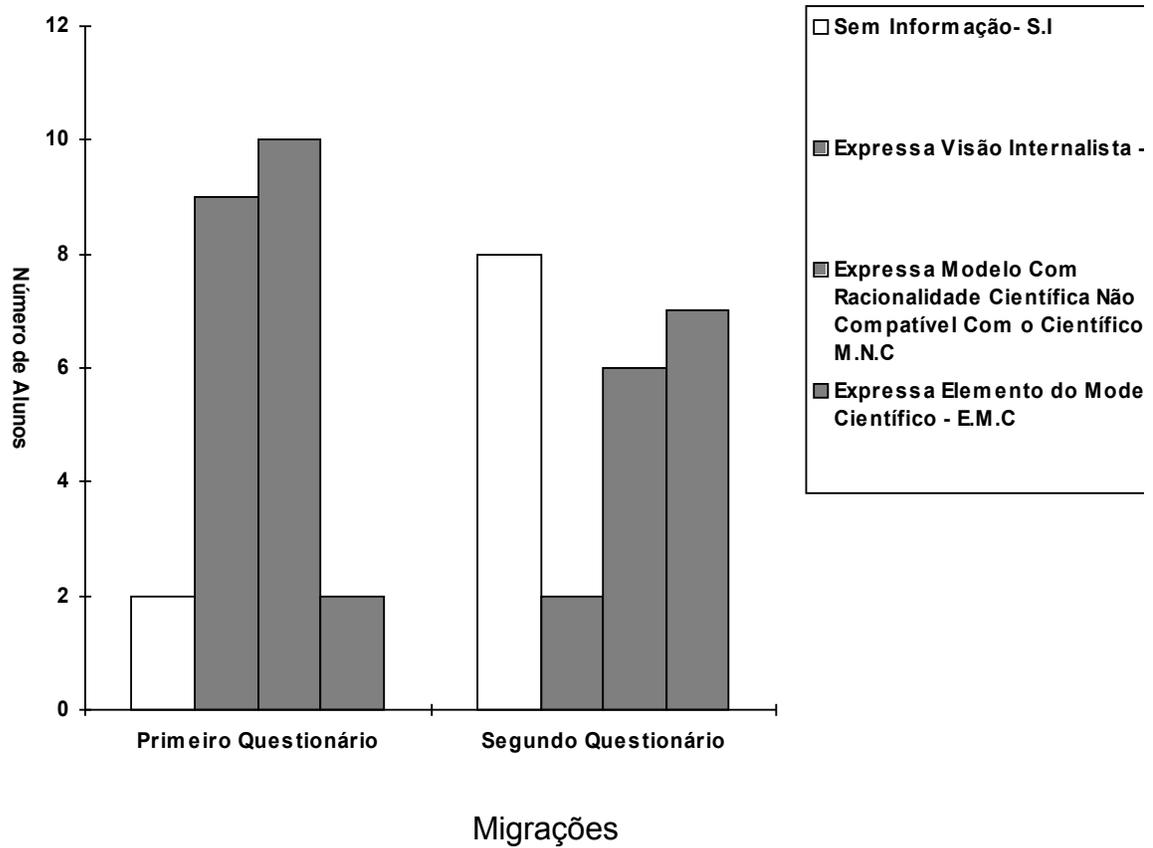
Estudantes que expressaram conservação em suas concepções :

1º Quest	2º Quest.	Nº
S.I	S.I	1
V.I	V.I	1
M.N.C	M.N.C	6
M.C.C	M.C.C	5

Na comparação entre o primeiro e segundo questionário dos vinte e três estudantes, identificamos cinco migrações positivas (21%), num total de nove passos quatro estudantes migram de respostas categorizadas como *Expressa Racionalidade Científica Não Compatível Com Modelo Científico* para *Expressa Modelo Compatível Com o Científico*, enquanto um migrou de *Sem Informação* para *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*.

Apresentamos a seguir o gráfico relativo aos resultados da turma com relação ao ciclo das estações do ano.

Fig.29 - Turma F - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário - Estações do Ano



1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
S.I	E.M.C	1
V.I	S.I	3
V.I	M.N.C	2
V.I	E.M.C	2
M.N.C	S.I	4
M.N.C	E.M.C	2

Estudantes que manifestaram conservação em suas concepções :

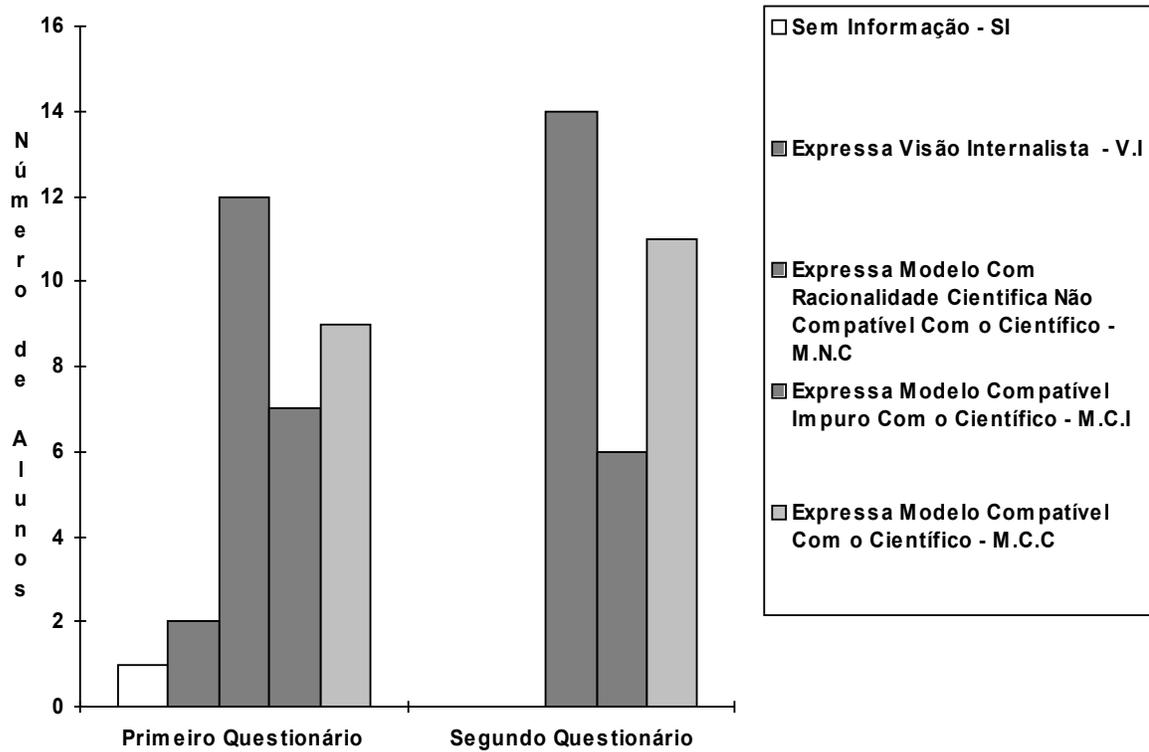
1º Quest	2º Quest	Nº
S.I	S.I	1
V.I	V.I	2
M.N.C	M.N.C	4
E.M.C	E.M.C	2

As migrações tomadas como positivas chegaram a 30% (sete estudantes) e foram basicamente de natureza conteúdista e totalizaram 10 passos. Tais migrações aconteceram entre cinco estudantes que no primeiro questionário internalizaram respostas que foram classificadas como *Expressa Visão Internalista* ou *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico* e no segundo questionário migraram para respostas categorizadas como *Expressa Elemento do Modelo Científico*. As outras duas migrações expressaram racionalização científica, os estudantes migraram de *Expressa Visão Internalista* para *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*.

Turma G

Grupo de 31 estudantes de quarta série do ensino fundamental de uma escola particular de classe média do município do Rio de Janeiro, com faixa etária compreendida entre 9 e 12 anos com média de 10 anos. O professor já havia ensinado sobre o ciclo dos dias e das noites e das estações do ano e não desenvolveu nenhum tipo de atividade na sala de aula antes ou depois da visita.

Fig. 30 - Turma G - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário - Dias e Noites



Migrações

1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
SI	M.N.C	1
V.I	M.N.C	1
V.I	M.C.I	1
M.N.C	M.C.I	1
M.N.C	M.C.C	2
M.C.I	M.C.C	2
M.C.I	M.N.C	1
M.C.C	M.N.C	2

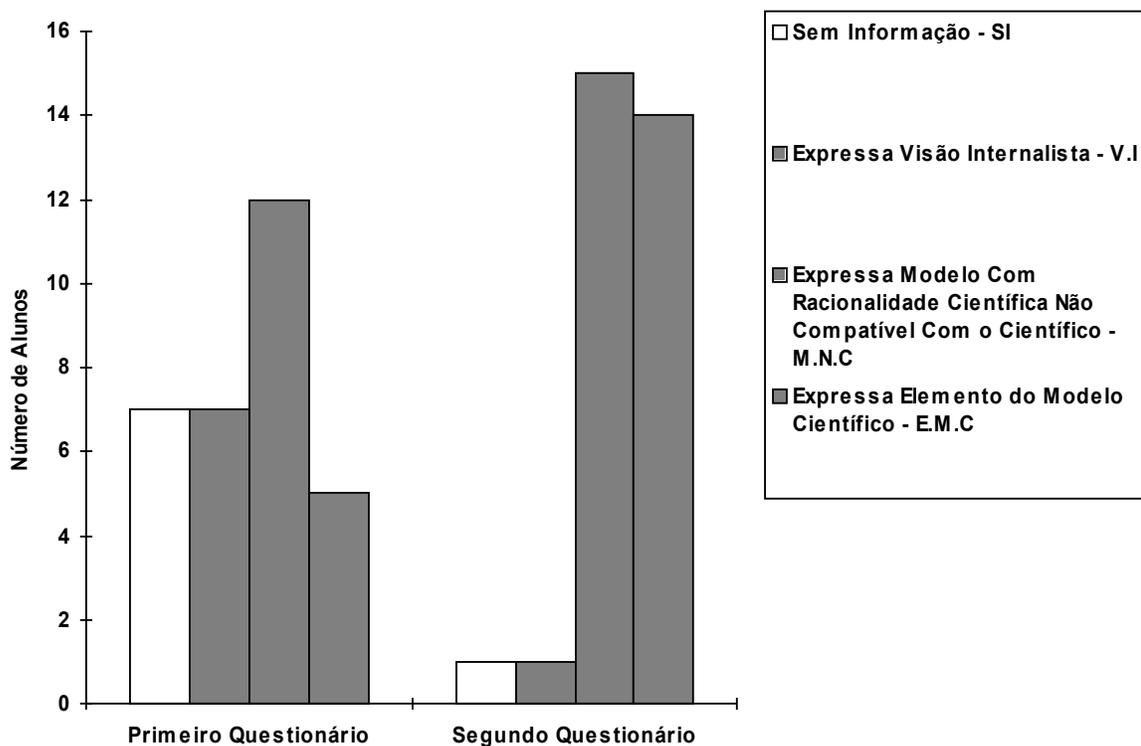
Estudantes que expressaram conservação em suas concepções :

1º Quest	2º Quest	Nº
N.M.C	N.M.C	9
M.C.I	M.C.I	4
M.C.C	M.C.C	7

Dentre os trinta e um estudantes, identificamos oito migrações positivas (26%), perfazendo um total de onze passos. Dois migraram de *Sem Informação* para *Expressa Visão Internalista* para *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*, outros dois chegaram a *Expressa Modelo Compatível Impuro Com o Científico* a partir de *Expressa Visão Internalista* e *Expressa Racionalidade Científica Não Compatível Com o Modelo Científico*, enquanto quatro estudantes chegaram a *Expressa Modelo Compatível Com o Científico* a partir de *Expressa Modelo Compatível Impuro* e *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*.

Apresentamos a seguir o resultado da turma com relação ao ciclo das estações do ano.

Fig. 31 - Turma G - Comparação Entre o Primeiro e Segundo Questionário - Estações do Ano



Migrações

1º Quest	2º Quest	Nº de Migrações
SI	M.N.C	5
SI	E.M.C	1
V.I	M.N.C	3
V.I	E.M.C	4
M.N.C	E.M.C	7
E.M.C	M.N.C	1
E.M.C	V.I	1

Estudantes que expressaram conservação em suas concepções:

1º Quest	2º Quest	Nº
S.I	S.I	1
M.N.C	M.N.C	5
E.M.C	E.M.C	3

Esta foi a turma que apresentou o melhor desempenho para o tema do ciclo das estações do ano em função a partir da análise proposta. Vinte estudantes (64% da turma) expressaram migrações positivas que refletiram ganho de conteúdo ou racionalização científica, num total de 24 passos.

As migrações de natureza conteúdista aconteceram entre onze estudantes que no primeiro questionário tiveram suas respostas categorizadas como *Expressa Visão Internalista*, *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico* ou *Sem Informação* e no segundo questionário migraram para *Expressa Modelo Compatível Com o Científico*. Os nove estudantes que expressaram racionalização científica, migraram de *Sem Informação* e *Expressa Visão Internalista* para *Expressa Modelo Com Racionalidade Científica Não Compatível Com o Científico*.

O professor já havia ensinado os temas abordados pela exposição por ocasião da visita a exposição e não desenvolveu nenhum tipo de atividade.

Performance das Turmas em Função das Estratégias de Integração da Visita

Com o objetivo de oferecermos um visão geral dos resultados, construímos uma tabela que mostra em cada uma das turmas, a porcentagem de estudantes que expressaram migrações positivas, e o número de passos total da turma. Faremos então uma análise da influência da estratégia do professor no uso no contexto escolar da visita a exposição

Tab. 45 - Total de Passos e Porcentagem de Migrações Positivas das Turmas – Dias e Noites e Estações do Ano

Turma	Total de Passos	Migração Positiva %	Total de Passos	Migração Positiva %
	Dias e Noites	Dias e Noites	Estações do Ano	Estações do Ano
A	28	72%	5	22%
B	18	39%	14	39%
C	16	48%	19	56%
D	6	28%	8	36%
E	7	45%	2	18%
F	9	21%	10	30%
G	11	26%	24	64%

A análise a ser desenvolvida tem o objetivo de estudar o papel da estratégia desenvolvida pelo professor nas migrações expressas pelos estudantes na comparação entre o primeiro e segundo questionários. Para tal, iremos comparar o desempenho de turmas cujos professores promoveram alguma estratégia de integração da visita a exposição com as turmas cujos professores nada desenvolveram.

O primeiro grupo reúne turmas cujos professores desenvolveram uma estratégia explícita de integração da visita a exposição ao contexto escolar, pelo menos com relação a um dos temas. Na turma A professora declarou que desenvolveu atividades somente após a visita e apenas com relação ao ciclo dos dias e das noites. Nada foi feito com relação as estações. Na turma C a professora já havia ensinado ambos os temas antes da visita e usou a exposição basicamente para

apresentar e abordar aspectos relativos ao papel do eixo de inclinação da Terra, principalmente com relação as estações do ano.

A turma A apresentou o maior índice de migrações positivas (basicamente de natureza conteúdista) com relação ao tema dos dias e noites, ao mesmo tempo apresentou o menor índice com relação ao ciclo das estações do ano. Os resultados da turma C para ambos os temas foram bastante positivos, as migrações observadas também foram basicamente de natureza conteúdista.

Os resultados relativos as turmas A e C mostram que estratégia desenvolvida pelo professor se constitui em um elemento capaz de direcionar os efeitos da visita a um museu de ciências para elaboração de modelos compatíveis com o científico.

Na turma F, a estratégia de integração da professora consistiu em uma abordagem superficial dos temas antes da visita e planejou aprofundar os temas após a visita. No entanto, quando o segundo questionário foi aplicado, ela ainda não havia realizado tal aprofundamento. A turma F apresentou um baixo desempenho com relação a ambos os temas.

A turma B apresentou, comparativamente as outras turmas, um desempenho mediano em ambos os temas. A professora declarou que já havia ensinado os tópicos por ocasião da visita e limitou-se a solicitar dos estudantes um relatório no qual os estudantes deveriam escrever sobre o que mais gostaram.

Passaremos agora a discutir os casos nos quais os professores declararam não ter desenvolvido nenhum tipo de atividade antes ou após a visita. Este é o caso das turmas D, E e G. Na turma D, os resultados relativos aos dias e noites e as estações caracterizaram-se pela racionalização e ganho de conteúdo. A turma E apresentou um resultado mediano quando comparado com as outras turmas com

relação aos dias e noites e com relação as estações, esta turma foi a menos sensibilizada. A turma G apresentou resultados interessantes. Embora tenha apresentado um baixo desempenho com relação ao ciclo dos dias e noites, foi a que apresentou o maior índice de migrações positivas com relação as estações.

Os resultados relativos as turmas cujos professores declaram não haver desenvolvido nenhum tipo de estratégia de integração da visita a exposição ao contexto escolar, nos permite afirmar que ainda assim pode haver resultados positivos. O resultado da turma G com relação ao tema das estações do ano nos mostra que os estudantes podem usufruir da visita a um museu de ciências de uma forma a compatibilizar seus modelos em relação aos modelos científicos.

No entanto cabe ressaltar que o desenvolvimento de uma estratégia de integração da visita ao contexto escolar por parte do professor pode tornar o processo de compatibilização ao modelo científico mais efetivo, principalmente quando a turma mostra que suas concepções antes da visita estão distanciadas do modelo científico. Isso é o que nos mostra o resultados da turma A para ambos os temas. A turma C ratifica essa hipótese em um outro contexto. Mesmo quando os estudantes mostram possuir modelos já compatíveis com o científico antes da visita, o trabalho do professor colabora fortemente para que os estudantes aperfeiçoem seus modelos.

Destaca-se ainda um tipo particular de migração que embora não expresse compatibilização com o modelo científico, pode ser interpretado como um efeito relevante da visita a uma exposição em museu de ciências. Trata-se das migrações nas quais os estudantes externaram no primeiro questionário respostas que foram categorizadas como expressão de modelos não compatíveis com o científico ou concepções antropocêntricas (Internalistas) e no segundo questionário migraram para *Sem Informação*. A tabela de cruzamento entre as respostas sobre o ciclo das estações do ano (pág. 155) mostra que dos 27

estudantes que no segundo questionário tiveram suas respostas categorizadas como *Sem Informação*, 15 vieram de modelos não compatíveis ou internalistas. Para contrastar chamamos atenção para a ausência de respostas categorizadas como *Sem Informação*, advindas de modelos compatíveis no primeiro questionário.

Interpretamos este quadro como uma demonstração de que a visita a exposição a um Museu de Ciências pode provocar o desequilíbrio de modelos não compatíveis com o científico. Ou seja, estudantes que antes da visita expressam modelos destoantes dos modelos científicos, ao interagirem com uma exposição de ciências, podem encontrar elementos que os leve a perceber que seus modelos não estão de acordo com o saber científico de referência.

Nota-se ainda que tal comportamento, no caso das estações do ano, esteve concentrada nas turmas D e F (11 das 15 migrações dessa natureza), que manifestaram em geral, no primeiro questionário não possuem modelos compatíveis com o científico e seus professores, pelo menos até a realização do segundo questionário, não haviam desenvolvido estratégias de integração à visita a exposição.

Capítulo VIII - Análise das Entrevistas: As Interpretações dos Estudantes Sobre os Modelos Pedagógicos

A partir da comparação do primeiro e segundo questionários, selecionamos para entrevista, um grupo de vinte e dois estudantes dentre os que mostraram indícios de melhoria na compreensão dos temas dias e noites e as estações do ano.

Buscamos na análise das entrevistas, resgatar basicamente dois parâmetros: a lembrança e principalmente, a interpretação que os estudantes elaboraram a partir das interações com os modelos constituintes da exposição *As Estações do Ano : A Terra em Movimento*. Ao mesmo tempo, algumas dúvidas surgidas na análise dos questionários foram abordadas, como por exemplo, a representação da Lua em oposição ao Sol, a questão da oposição das estações, etc.

O objetivo será desenvolver posteriormente uma análise conjunta de tais resultados com o estudo dos padrões de interação dos estudantes na exposição já exposto no capítulo anterior.

A partir da análise das entrevistas, buscamos resgatar como os modelos da exposição foram interpretados pelos estudantes. Fotos dos modelos constituintes da exposição foram apresentadas com o objetivo de suscitar lembranças das possíveis interações que pudessem ter acontecido na visita. A tabela a seguir mostra as porcentagens de estudantes que lembraram dos modelos, e se externaram ou não interpretação, a partir da interação vivenciada.

Tab. 46 - Porcentagem de Lembranças e Interpretações dos Modelos

Modelo	Lembra	Lembra Mas Não Externou Interpretação	Lembra e Externou Interpretação
<i>O Sol Sou Eu</i>	100%	30%	70%
<i>As Estações do Ano</i>	100%	26%	74%
<i>O Eixo da Terra e as Estações</i>	94%	60%	34%
<i>Uma Inclinação Diferente</i>			
<i>A Luz Chega a Terra</i>	91%	0 %	91%
<i>Claro e Escuro</i>	80%	33%	47%
<i>Terra Sonora</i>	77%	26%	51%
<i>A Luz do Sol Chega a Terra</i>	60%	7%	53%
<i>O Eixo da Terra</i>	48%	15%	33%
<i>Qual a Sua Impressão ?</i>	21%	0%	0%
<i>Para Saber Mais</i>	30%	0%	0%

O processo de análise constituiu-se na proposição de categorias para as interpretações dos estudantes, tendo-se como referência o objetivo concebido pelos idealizadores da exposição em cada um dos modelos.

As interpretações externalizadas pelos estudantes entrevistados foram então categorizadas como :

1) Interpretações coincidentes com as intenções dos idealizadores da exposição

Trata-se de interpretações que vão ao encontro das expectativas dos idealizadores da exposição. Isto evidencia um alinhamento entre as interpretações dos elementos constituintes do modelo pedagógico (diagramação visual, partes funcionais aparentes e representações em geral) por parte dos estudantes e idealizadores.

2) Interpretações não previstas pelos idealizadores

Enquanto que no caso anterior, os estudantes desenvolveram interpretações que coincidiram com o planejado, tratamos agora de interpretações que mostram que os estudantes podem se apropriar de um modelo pedagógico exposto em um Museu de Ciências, de maneira bastante diversa ao planejado. Nesta categoria identificamos dois tipos de interpretações :

a) As que potencializam compatibilização das concepções dos estudantes com os modelos científicos

Interpretações nas quais os estudantes expressaram ter percebido o modelo pedagógico de forma diversa ao desejado, porém criativa, associando o modelo com um fenômeno ou conceito que não havia sido concebido inicialmente pelos idealizadores.

Tais interpretações embora não previstas, mostram-se inteiramente válidas sob o ponto de vista dos conceitos científicos envolvidos nas proposições dos estudantes.

b) As que não potencializam compatibilização das concepções dos estudantes com os modelos científicos.

O segundo tipo de interpretação não prevista, ao contrário da anterior, apresenta divergências não só com os objetivos iniciais dos idealizadores, mas com qualquer outro modelo científico possível de ser associado ao modelo pedagógico em questão.

A análise das interpretações das interações dos estudantes com os modelos pedagógicos segundo os parâmetros estrutura/ comportamento/ mecanismo pode

ser útil para lançar algumas questões interessantes. A ocorrência de interpretações que potencializam ou não compatibilização com os modelos científicos pode ser explicada pela não decodificação dos elementos constituintes dos modelos pedagógicos - a sua estrutura, ou pela não compreensão do comportamento ou ainda pela referência a mecanismos diferenciados a partir de uma mesma estrutura e comportamento. Ou seja, não existe *a priori* uma única possibilidade na compreensão da estrutura, comportamento e mecanismo de um modelo pedagógico. Assim, consideramos ser possível que o visitante identifique em um mesmo modelo pedagógico uma estrutura e/ou um comportamento não coincidentes com a concepção do idealizador e, a partir daí, desenvolva mecanismos também diferentes. Uma outra possibilidade é que o visitante e o idealizador compartilhem de uma mesma decodificação gerando uma mesma estrutura e comportamento e mesmo assim proponham mecanismos diferenciados. É possível, também, que a interpretação do visitante coincida em todos os aspectos com a proposta do idealizador.

Passamos agora a expor como cada um dos modelos da exposição foi interpretado pelos estudantes entrevistados. Com o objetivo de facilitar o leitor, primeiramente, faremos uma breve descrição dos modelos pedagógicos (já apresentada no capítulo III) explicitando o objetivo de cada um, para então descrevermos as interpretações e exemplificá-las com trechos das entrevistas.

1) *O Sol Sou Eu*

Neste modelo, o usuário é instruído a colocar um capacete com um fone, que transmite as instruções de uso, e uma lâmpada que emite um feixe de luz que deve ser orientado para iluminar um globo terrestre que gira continuamente ao ar livre. A Inclinação do eixo de rotação é tal, que os hemisférios são igualmente iluminados, simulando a primavera e outono. Pares de miniaturas humanas foram fixados nos hemisférios, em pontos correspondentes em relação a linha do equador.

A expectativa era abordar a questão relativa a duração diferenciada dos dias e noites em função do ciclo das estações do ano, a partir da observação do momento em que as miniaturas entram ou saem da área iluminada. A instrução sonorizada solicitava que o resultado observado fosse comparado com o modelo *Claro e Escuro*, que mostrava a duração dos dias e noites no verão e o inverno.

A maior parte dos estudantes desenvolveu interpretações que embora não previstas pelos idealizadores, mostraram-se totalmente pertinentes e lógicas.

Houve estudantes que descreveram corretamente o comportamento do modelo, e quando questionados sobre o fenômeno que estaria sendo abordado, responderam que o modelo mostrava como acontecem os dias e as noites. Os estudantes que contaram com o apoio da monitoria ou professores relacionaram o modelo, também ou exclusivamente, com as estações do ano.

Exemplos:

Menina de 15 anos de escola pública

- Entrevistador : O que você acha que este experimento pode estar mostrando ?
Por exemplo, você colocava o fone e tinha essa lâmpada, né ?

- Estudante : É ...

- Entrevistador : Como é que esse globo ficava ?

- Estudante : Girando.

- Entrevistador : Girando né ? Você acha que ... o que você imagina que ele pode estar querendo mostrar ? O que essa experiência está querendo mostrar ?

- Estudante : A Terra girando em torno do Sol.

- Entrevistador : Como é a Terra girando em Torno do Sol ?

- Estudante : É assim , o globo, a Terra girando em torno do Sol. A Terra vai girando prá fazer o movimento dos dias e das noites. (Os gestos indicam que a estudante se refere ao movimento de rotação).

Menina de 9 anos de escola particular

- Entrevistador: Você lembra de outra coisa que tem lá na sala?
- Estudante: Lembro de uma coisa com fone que ouvia e iluminava a Terra, aí você tirava o fone, tava o cara falando de um lado e a musiquinha de outro. Aí tinha um chapéu igual a aquele de caverna com lanterna que agente usava para iluminar a Terra.

- Entrevistador: O que acontecia com aquela experiência, o que ela tava querendo mostrar. Botar o fone, lanterna e iluminar a Terra?

- Estudante: A parte que tava iluminando era o que tava de dia e a parte que não tava iluminando era o que tava de noite. É que a Terra quando fica iluminada, vai iluminar um hemisfério mais do que o outro. Então num hemisfério você vê uma estação e no outro você vê a outra.

- Entrevistador: Você acha que tudo isso tá lá naquele experimento lá?

- Estudante: Eu acho.

Menina de 14 anos de escola pública

- Entrevistador : E da sala azul, fala um pouquinho dela. O que você gostou lá?

- Estudante : Foi daquela experiência que a gente colocava o fone no ouvido, a gente fazia o papel do Sol, e ficava respondendo as perguntas que a moça fazia, lá no fone.

- Entrevistador : Você lembra das perguntas?

- Estudante : Não!

- Entrevistador : O que você mais gostou da sala foi esse?

- Estudante : Foi !

- Entrevistador : Aquele a gente chama de O Sol sou Eu. Você lembra do que acontecia ? Você botava o fone no ouvido...

- Estudante : ...e o globo ficava girando. Aí tinha 2 bonequinhos no globo e a moça ficava fazendo um monte de perguntas e a gente respondendo.

- Entrevistador : E essa experiência tinha a ver com algum fenômeno que a gente conhece ?

- Estudante : As estações do ano.

- Entrevistador : Ah, tinha a ver com as estações do ano!

- Estudante : A gente tinha que responder as estações, e quando em algum lugar era verão tem que responder, no lugar onde ela perguntava que estações que eram, mais ou menos assim.

- Entrevistador : E esse girar da Terra... você sabe o nome desse movimento que a Terra faz?

- Estudante : Acho que é translação!

Outros estudantes também manifestaram interpretações não previstas, porém, de natureza menos escolarizadas. Nestas situações o modelo pedagógico *O Sol Sou Eu* foi tomado como uma espécie de “mundo em exposição”. Eles declararam que o modelo queria mostrar como é o mundo ou ainda a localização dos países.

Exemplos :

Menina de 13 anos de escola pública

- Entrevistador : Quando você viu isso daí (foto do modelo) o que acontecia ?

- Estudante : Botava no ouvido e ele rodava, aí você via uma luzinha.

- Entrevistador: Botava no ouvido, rodava e você via uma luzinha. Você chegou a usar ? O que você acha que isso esta te mostrando? Esta te mostrando alguma coisa ?

- Estudante : Tá.

- Entrevistador : O que ?

- Estudante : Tá mostrando o nome do lugar, do país.

- Entrevistador : O que você acha que esta bola esta representando?

- Estudante : Um mapa.

Menino de 11 anos de escola particular

-Entrevistador : Olha só ... você acha que ele (*o Sol Sou Eu*) estava querendo mostrar alguma coisa ?

- Estudante : Tava.

- Entrevistador : O que ?

Estudante : Não sei ... ajudar agente a conhecer mais o planeta.

2) *Claro e Escuro*

No interior de uma caixa escura, um globo terrestre semi-iluminado gira continuamente em torno de si mesmo. A disposição entre o eixo de rotação do globo e a direção do feixe de luz é tal, que a zona iluminada no hemisfério sul é maior que no hemisfério norte, simulando portanto, o verão no hemisfério sul e o inverno no hemisfério norte. Dois pequenos bonecos foram fixados num mesmo meridiano, em pontos correspondentes em relação a linha do equador. Duas janelas de observação na caixa permitem que o modelo seja utilizado por dois usuários simultaneamente.

Este modelo objetiva mostrar como se formam os dias e as noites, introduzir a questão da duração diferenciada dos dias e das noites em função das estações do ano (o texto instrucional solicita que o resultado seja comparado com o modelo *Claro e Escuro*) e apresentar a Terra como corpo cósmico.

Todas as interpretações externalizadas foram, pelo menos parcialmente, ao encontro das expectativas dos idealizadores. O modelo foi claramente relacionado pelos estudantes entrevistados com o fenômeno dos dias e noites em diversos níveis de complexidade. As interpretações variaram desde as associações não justificadas com os dias e as noites, até aquelas que, além de justificadas, incluíram a identificação do eixo de rotação da Terra; o Sol da meia noite; e a duração diferenciada dos dias e noites. Em particular, tais estudantes foram assistidos por monitores ou professores. Houve ainda um estudante que

interpretou o modelo como mostrando a Terra como corpo cósmico.

Exemplos:

Menina de 10 anos de escola particular

- Estudante : ... Só vi uma caixa lá azul.
- Entrevistador : Uma caixa azul ?
- Estudante : É, uma caixa assim azul que a gente botava o olho ali. E aí, ali uma parte tinha uma luz, uma iluminação da Terra, quando ela ia girando e a outra parte escura. Só isso.

- Entrevistador : Olha só, vou até te mostrar isso que você falou aí. Olha só, não é esse aqui ?
- Estudante : É esse aqui mesmo !

- Entrevistador : É esse aqui mesmo. Bastava e olhar por essa janelinha aqui.
- Estudante : É, aí essa parte aqui era escura e essa parte aqui clara.

- Entrevistador : Foi isso mesmo que você viu, né?
- Estudante : Foi.

- Entrevistador : O que você acha que isso estava querendo mostrar ?
- Estudante : Isso eu não sei direito, mas eu acho que estava querendo mostrar, mais ou menos assim ... o dia e a noite, eu acho.

Menina de 14 anos de escola pública

- Entrevistador : Você chegou usar esse daí ?
- Estudante : Ham ham.
- Entrevistador : O Que foi que você observou quando você olhou pela janela ?
- Estudante : Esse globo daqui girando ... e tinha uma luz que representava o Sol ... que aí a moça (monitora) ia perguntando que estação do ano agente achava que estava acontecendo no local em que estava ... ela ia perguntando ... “ a ... em tal lugar, qual estação está ocorrendo e tal ... “ e agente ia falando.

- Entrevistador : O que foi que você falou ?
- Estudante : Ué ! Aqui, por exemplo, esta região aqui, tá parecendo que é o verão né ? Por causa da inclinação da Terra, aí o calor do Sol pega mais nesta parte do globo.

- Entrevistador : Muito bem. E nesta parte aqui de cima ? Que estação você acha

que esta acontecendo ?

- Estudante : Acho que é a primavera.

- Entrevistador : Tá legal. Por que você acha que é a primavera ?

- Estudante : Porque o calor do Sol tá pegando né ? mas nem tanto né ? tá mais fraquinho né ? que as outras .

- Entrevistador : OK , intendi.

- Estudante : E aqui nesta parte de baixo , é ... tá sempre ... nunca tem noite, que tá sempre pegando a ... os raios de Sol. Sempre pega na parte de baixo do globo.

- Entrevistador : Tá. Você sabe o nome desse ... fenômeno que acontece, que você falou aí ?

- Estudante : Hum hum.

- Entrevistador : Sol da meia noite.

- Estudante : Ah ! é isso mesmo. É, ela falou, é ela falou.

Menino de 10 anos de escola pública

- Entrevistador : Esse aqui você lembra ? É o *Claro e Escuro* ?

- Estudante : Ah !, lembro a gente botava assim o olho aí aparecia a Terra, a metade, depois aparecia a Terra lá girando, com os bonequinhos do ..

- Entrevistador : Você viu os bonequinhos ?

- Estudante : É.

- Entrevistador: Você leu alguma coisa aqui, lembra se perguntava alguma coisa ?

- Estudante : Não.

- Entrevistador : Você via a Terra assim desse jeito ? (foi apontada a imagem que mostra o que se via no interior da caixa)

- Estudante: Só quando a gente apertava aqui (o estudante se refere ao interruptor).

- Entrevistador : O que estava tentando mostrar essa experiência aqui ? O que você acha ?

- Estudante : Que o Sol só ilumina uma parte da Terra.

- Entrevistador : Uma parte... acontece o que ?

- Estudante : O movimento de translação, uma parte é dia e a outra parte é noite.

- Entrevistador : O movimento de translação ?

- Estudante : De rotação.

3) *A Luz Chega a Terra*

Neste modelo o usuário é instruído a usar uma espécie de luva que expõe a palma da mão a um feixe de luz proveniente de uma lâmpada incandescente. A luva pode girar sobre si mesma, de modo que a luz incide frontal ou obliquamente sobre a palma da mão, propiciando uma maior ou menor sensação de calor.

A intenção planejada era levar o visitante a relacionar o ângulo de incidência da luz sobre a superfície da Terra e as estações do ano.

Uma parcela de estudantes desenvolveu interpretações, que embora não coincidentes com as expectativas, podemos dizer que bastante próximas, na medida em que relacionam o ângulo de incidência da luz com o calor proporcionado. Foram estudantes capazes de expor, por meio de gestos ou oralmente, as posições em que perceberam maior ou menor sensação de calor, porém ao invés de relacionarem com as estações, associaram a incidência frontal com o calor do Equador da Terra e a incidência oblíqua com o frio dos pólos.

Exemplos :

Menina de 10 anos de escola particular

- Entrevistador : Olha só, esse aí que você disse que botava a mão. Você colocou a sua mão lá?

- Estudante : Coloquei.

- Entrevistador : Você sentiu alguma coisa?

- Estudante : Senti um calor na mão.

- Entrevistador : Calor?

- Estudante : Por causa da luz que batia aqui na minha mão, eu sentia calor.

- Entrevistador : Tá bom, e quando você mudava ou inclinava mais a mão você sentia mudar ?

- Estudante : É.

- Entrevistador : Você inclinava a mão e ficava sempre a mesma coisa, ou mudava?
- Estudante : Mudava um pouquinho, mas, quando eu ficava sempre assim... a luz vinha menos na direção da palma da minha mão.

- Entrevistador : Ah, quando você ficava bem de frente assim, com a palma da mão acontecia o que?
- Estudante : A luz, o calor da luz vinha na minha mão, aí ficava aquele calor aqui assim.

- Entrevistador : Tá, e quando você inclinava?
- Estudante : Quando inclinava, já não ficava.

- Entrevistador : Interessante.
- Estudante : Teve aquele também da medida.

- Entrevistador : Fala mais um pouquinho dessa aí. Você acha que esse estava tentando te mostrar alguma coisa?
- Estudante : Tava tentando me mostrar como os raios solares batem na Terra.

- Entrevistador : Então, por exemplo, quando a palma estava bem de frente, você acha que aquilo estava representando, o que então?
- Estudante : Que os raios solares batem mais no centro da superfície da Terra.

- Entrevistador : E o que acontece então?
- Estudante : Ali é a zona inter-tropical, ali é que o Sol centra mais, e nos pólos o Sol já não bate muito.

Menina de 14 anos de escola pública

- Entrevistador : E esse aqui ?
- Estudante : Ah... usei sim ! o que esquentava a mão, não era ?

- Entrevistador : Isso ! esquentava a mão. Como você usou esse ?
- Estudante : Sei que tinha de levantar, depois se abaixasse demais esfriava ... pera aí ... aí ... eu não lembro o que qui eu fazia... Ah ... lembrei ! Quando ficava com a mão reta, esquentava mais e quando inclinava esfriava.

- Entrevistador : Entendi , entendi. Você acha que tem alguma coisa haver com o fenômeno que acontece com as estações ?
- Estudante : Acho que sim ... , tem alguma a haver com a inclinação da Terra , né?

- Entrevistador : Ok.
- Estudante : Por que quando ... a Terra é inclinada né ... aí ... sei lá ... se ela fosse assim retinha, não iria haver as estações do ano, porque aí ia pegar no globo todo ... sei lá ...
- Entrevistador : Entendi, tudo bem. Então, por exemplo, em que posição você disse que fica mais quente ?
- Estudante : Com a mão reta.
- Entrevistador : Tá, então isso pode estar associado a qual estação ?
- Estudante : Oi ? não entendi.
- Entrevistador : Isso pode estar associado a qual estação ?
- Estudante : Reta ?
- Entrevistador : É.
- Estudante : Reta ? Com o verão né.
- Entrevistador : E inclinada ?
- Estudante : Com a primavera, porque continua esquentando mais só que moderadamente.

Menino de 13 anos de escola particular

- Entrevistador : E este aqui, você usou ?
- Estudante : É.
- Entrevistador : Quando você colocou a mão lá, o que acontecia?
- Estudante : Aquecia a tua mão, queimava. A tua mão queria dizer a Terra.
- Entrevistador : Ah !, tá bom, queria dizer a Terra.
- Estudante : E o Sol é que aquecia a Terra.
- Entrevistador : Você ficou com a mão parada lá? Ou mexeu?
- Estudante : Deixei a mão assim, e eu fiz assim também com a mão, mas não acontecia nada.
- Entrevistador : Quando você virava a mão não acontecia nada?
- Estudante : Esfriava também.
- Entrevistador : Ah , esfriava !
- Estudante : Fazia assim esfriava, assim deixava um pouco esquentava (simula as posições corretas)
- Entrevistador : É isso mesmo. Você achou que a mão estava representando a Terra?

- Estudante : É.
- Entrevistador : Você acha que isso tem a ver com a Terra, em que sentido?
- Estudante : [...] Dela aquecida.
- Entrevistador : A Terra estando aquecida, tá bom....
- Estudante : Tem o aquecimento do Sol, como um meio de adquirir a vida.
- Entrevistador : É verdade, coloca a sua mão na posição que você acha que estava mais quente?
- Estudante : Botei assim.
- Entrevistador : Bem na frente?
- Estudante : É aqueceu mais aqui.
- Entrevistador : Quando você inclinava...
- Estudante: Quando fazia assim esfriava mais.
- Entrevistador : Perfeito. Isso tem a ver com algum fenômeno que acontece ?
- Estudante: Para baixo era... o pólo mais frio, o pólo sul e para cima o pólo norte, botava no meio e aquecia.

Tivemos ainda presente os dois tipos de interpretações não previstas. Houve estudantes que foram capazes de explicitar a posição em que perceberam maior e menor aquecimento e associaram, de forma justificada, suas experiências ao ciclo dos dias e das noites. Taís estudantes sugerem a idéia de que o aquecimento representava o calor do dia e o resfriamento a chegada da noite. A rotação da mão foi associada ao movimento de rotação do planeta.

Exemplos:

Menino de 10 anos de escola pública

- Entrevistador : E esse você usou ?
- Estudante : Esse aí é aquele da iluminação do Sol para a Terra. A gente botava a mão no negócio, aí a gente ia girando, fazendo os dois hemisférios, assim quando tava reto, a gente sentia mais calor era quando, a nossa ficava no meio, como a nossa mão fosse o Equador. Aí quando a gente girava ficava mais ... a gente não sentia nada, ficava como se fosse assim, noite e dia, dia e noite.

- Entrevistador: Faz de novo com a sua mão a posição que sentia mais calor...Isso.
- Estudante : Reto quando tava reto, quando eu virava para cá tinha menos, para cá também (o estudante inclina a mão para cima e para baixo).
- Entrevistador: Você acha que isso tem a ver com algum fenômeno que acontece?
- Estudante : Sim.
- Entrevistador : Que fenômeno você acha?
- Estudante: É.. quando os raios atingem reto na Terra, e fazem mais calor ou menos frio....

Uma outra parcela de estudantes também percebeu o modelo como abordando o ciclo dos dias e noites, mas por outros motivos. Eles perceberam ou não a sensação de calor e estabeleceram relação com os dias e noites, a partir de uma falsa pista gerada pelo próprio comportamento do modelo: conforme o usuário mudava a inclinação da mão, duas janelas com gravuras informativas acendiam ou apagavam. O acender e apagar das janelas foi associado a alternância dos dias e das noites.

Exemplos :

Menino de 10 anos de escola particular

- Estudante : Esse eu lembro.
- Entrevistador : Você lembra desse aí ? Você usou ?
- Estudante : Usei. Esse aqui, ligava e ia virando a mão aqui. Ia acendendo, ficava de dia e de noite.
- Entrevistador : Você colocou sua mão aqui ?
- Estudante : Coloquei.
- Entrevistador : O que acontecia quando você colocava a mão aí ?
- Estudante : A agente pegava e rodava assim a mão, aí tava de dia e ia ficando noite devagarinho.
- Entrevistador : Aonde você via o dia e a noite aí ?

- Estudante : Aqui (o aluno aponta para as janelas do modelo).
- Entrevistador : O que acontecia com esses negócios aqui, essas imagens ?
- Estudante : Pode ficar claro e escurecia.
- Entrevistador : E quando você colocava a mão lá, você sente alguma coisa ?
- Estudante : [...]
- Entrevistador : Não né ... tudo bem .

3) *Terra Sonora*

O modelo é constituído de um globo terrestre atravessado por uma haste que representa o eixo de rotação do planeta e de um globo amarelo no papel do Sol. O estudante é instruído a imitar o movimento da Terra em torno do Sol e se errar, mudando a direção do eixo de rotação, é avisado por uma campainha. O objetivo idealizado era mostrar que o eixo da Terra mantém-se paralelo a si mesmo ao longo de uma translação.

A maior parte das interpretações desenvolvidas podem ser categorizadas como não previstas. Os estudantes desenvolveram idéias segundo as quais bastava “pegar a malícia” ou “fazer o caminho certo da Terra”. O modelo foi tomado como um jogo, um desafio.

A maior parte dos estudantes não percebeu a haste que atravessa o globo terrestre como uma representação física do seu eixo de rotação. Ao invés disso ele foi percebido como um guia para manter uma distância apropriada da Terra ao Sol , ou ainda para seguir as marcas circulares na mesa que serve de apoio (formadas ao longo dos meses de utilização modelo).

Exemplos :

Menina de 15 anos de escola particular

- Entrevistador : E alguma outra coisa você fez dentro da sala além de ter tentado

fazer isso?

- Estudante : Eu fiz aquele negócio da Terra, que tinha de girar a Terra em torno do Sol assim...

- Entrevistador : Como é que era aí, me conta um pouquinho sobre esse aí, como é que ele era? Esse você usou né?

- Estudante : Esse eu usei, usei quase todos.

- Entrevistador : Ah! quase todos.

- Estudante : Eu tava assim, o Sol tava no centro você tinha que pegar a Terra e girar ela em torno do Sol, mas você não podia sair da órbita da Terra, porque se não ela apitava e você tinha de fazer de novo.

- Entrevistador : E você conseguiu ?

- Estudante : Consegui. (Risos)

- Estudante : Não era difícil não.

- Entrevistador : Olha, eu vou te mostrar uma foto dele, eu trouxe umas fotos, olha só, ele é exatamente esse aqui.

- Estudante : É esse aí mesmo.

- Entrevistador : Não é esse aqui ?

- Estudante : É.

- Entrevistador : Então você pegou a Terra né e conseguiu dar a volta completa sem fazer barulho. Eu não sei se você reparou, mas agente não colocou só a Terra né, agente colocou uma haste, um ferrinho, será que você lembra disso ?

- Estudante : Hum hum.

- Entrevistador : O que você acha que este ferrinho estava representando?

- Estudante : (Silêncio).

- Entrevistador : Porque agente não colocou só a bola né? era bem mais fácil colocar só a bola né?

- Estudante : Não, porque você também não pode chegar mais perto do Sol com a Terra. Você não pode ficar muito perto, você tem que ficar mais acima, se não ia apitar, a Terra ia ficar queimada.

- Entrevistador : Tá bom, você acha que ele estava lá para mostrar ... que o sujeito tinha de fazer...

- Estudante : Mas só que ele não pode, é que as vezes a pessoa chega... ele põe a coisa pertinho do Sol, mas não pode, aí ele ia apitar quando fica perto do Sol.

Menina de 14 anos de escola particular

- Entrevistador : Esse você chegou a usar ?

- Estudante : Cheguei.
- Entrevistador : Você conseguiu fazer ela girar sem apitar ?
- Estudante : Consegui, é fácil !
- Entrevistador : É fácil ? Como é que você fez ?
- Estudante : Ué ...
- Entrevistador : Vou te dar um lápis, faz de contas que o lápis é essa hastezinha aqui (a haste da foto foi apontada).
- Estudante : Ham ham.
- Entrevistador : Toma. Como é que você fazia para não apitar ?
- Estudante : Eu rodava e pronto.
- Entrevistador : Mas se você rodasse de qualquer jeito ela apitava.
- Estudante : Eu sei.
- Entrevistador : Então como é que você fazia para não apitar.
- Estudante : Eu rodava direitinho, devagarinho, assim ...
- Entrevistador : Mas como é esse “devagarinho”, esse direitinho ?
- Estudante : Ah ! , sei lá.
- Entrevistador : Tá bom ! o que você acha que esse experimento estava tentando mostrar ?
- Estudante : A órbita ... sei lá ...
- Entrevistador : A órbita ... isso é uma coisa interessante.
- Estudante : ... da Terra em volta do Sol.
- Entrevistador : Você acha que essa haste aqui estava representando alguma coisa ? Por que agente “espetou” a Terra com esse pedaço de ferro.
- Estudante : (Silêncio).
- Entrevistador : Nem imagina não é ? Mas você conseguiu fazer girar sem apitar não é ?
- Estudante : Consegui, mas uma vez eu não consegui, mas depois eu fui “pegando a malícia “, aí eu consegui.

Somente uma parcela muito pequena dos estudantes entrevistados percebeu a haste como uma representação física do eixo de rotação da Terra, a manutenção de sua direção ao longo da translação. Taís alunos contaram com o apoio de professores ou de monitores.

Exemplos :

Menina de 9 anos de escola particular

- Estudante : O que eu mais gostei.... daquele negócio que você gira e se você errar, você apita, por que você tem obrigação de fazer certo.

- Entrevistador : Você fez esse aí ?

- Estudante : [...]

- Entrevistador : Com você apitou ou não ?

- Estudante : Uma vez.

- Entrevistador : Na segunda vez ? Isso quer dizer que você conseguiu fazer sem apitar ?

- Estudante : É.

- Entrevistador : E como era a maneira certa de fazer ?

- Estudante : Você tem que girar... a Terra não gira ... é ... , ela só gira com a face voltada, então, ela não pode girar é ... conforme a volta.

- Entrevistador : Então olha só ... faz de conta que o lápis que esta aqui na mão é a Terra, qual é a maneira certa ?

- Estudante: A maneira certa é assim... (a estudante reproduz o movimento correto).

- Entrevistador : Tá certo. Ou seja, fica sempre apontando pra o mesmo lugar ?

- Estudante : É para o mesmo lugar, ele não gira é ...

- Entrevistador : Mudando ?

- Estudante : Mudando aqui na frente

.

.

- Entrevistador : Se você percebeu, a gente não colocou só o globo, não. A gente colocou um ferrinho.

- Estudante : É.

- Entrevistador : O que você acha que esse ferrinho tava representando ?

- Estudante : É aí ...

- Entrevistador: Que ferrinho? A Terra não tem um ferrinho, que ferrinho é esse ?

- Estudante : [...]

- Entrevistador : O que você acha que ele pode estar representando ?

- Estudante : [...] É por que tá indicando a direção que a Terra tá indo.

- Entrevistador : E como é que você usava esse aí ?
- Estudante : Ué, aquilo que te falei antes, como assim usar ?

- Entrevistador : O que você fazia quando tava usando ?
- Estudante : Eu girava o globo em volta do Sol, a Terra em volta do Sol

- Entrevistador : Qual a diferença entre a maneira certa e a errada ?
- Estudante : A maneira errada era a reta por que a Terra não é reta é inclinada.

4) *As Estações do ano*

Este modelo é constituído por um globo luminoso representando o Sol, associado a um braço de madeira em cuja extremidade existe um globo terrestre. Quando o braço é girado, o globo terrestre circula em torno do Sol e simultaneamente gira em torno de si mesmo. O objetivo por parte dos idealizadores era abordar as estações do ano e secundariamente o ciclo dos dias e das noites.

As interpretações externalizadas pelos estudantes, foram em sua grande maioria coincidentes com os objetivos dos idealizadores. Porém, de natureza diferenciadas.

Houve estudantes que restringiram a interpretação na valorização de um elemento ou comportamento do modelo, relacionando ou não com algum fenômeno.

Exemplos :

Menina de 10 anos de escola pública

- Entrevistador : Vou te mostrar outra coisa para ver se você lembra. Lembra desse aí?
- Estudante : Lembro.

- Entrevistador : O que esse negócio fazia?
- Estudante : Ele rodava, ele pegava num negócio que rodava.

- Entrevistador : Como é que é ?
- Estudante : A gente pegava num negócio que rodava.

- Entrevistador : Você acha que ele queria mostrar alguma coisa?
- Estudante : Ele tava girando pelo Sol.

- Entrevistador : Como era esse movimento. Você disse que ele estava girando pelo Sol ?
- Estudante : [...]

Outros interpretaram o modelo abordando o ciclo dos dias e noites, inspirados na visão do globo semi-iluminado, e/ou as estações do ano, por meio da distribuição diferenciada de iluminação nos hemisférios e/ou a inclinação do eixo de rotação.

Menina de 15 anos de escola pública

- Entrevistador: Tá bom. E as estações do ano ? Por que acontece as estações do ano ?
- Estudante : Por causa da inclinação do globo da Terra.
- Entrevistador : Tá bom. Tinha algum experimento lá, nesta sala, que fala alguma coisa sobre inclinação, que você pudesse associar com a inclinação da Terra ?
- Estudante : É aquele que tinha até uma foto antes. Que tem aquele... que agente vai passando assim ... Que tava inclinado aí ... tinha alguma coisa a haver com isso, é que eu não lembro.

- Entrevistador : Olha só. Você lembra de como esse experimento era usado ?
- Estudante : Esse eu cheguei usar alavanca.

- Entrevistador:Tudo bem. Eu acho que era esse aqui óh... alavanca ...Esse aqui ?
- Estudante : É.

- Entrevistador : O nome dele era *As Estações do Ano* . Então, me explique como você usou ele.

- Estudante : Caramba, justamente este que eu fiquei mais enrolada.
- Entrevistador : (Risadas) Mas tudo bem.
- Estudante : Ia girando né ? Aí o globo também conforme girava, ia girando, aí esse ... contorno que ele fazia aqui era como se fosse o movimento de translação, né ?
- Entrevistador : OK
- Estudante : Ele devagarinho ia rodando ... que representava de rotação. Aí a Terra está inclinada, como eu falei , aqui embaixo sempre vai pegar os raios Solares e em cima não né ? normalmente.

Menina de 15 anos de escola particular

- Entrevistador : Você usou este modelo?
- Estudante : Foi rápido porque tinha muita gente, mas eu... eu usei.
- Entrevistador : O que foi que você fez ?
- Estudante : Eu girei, esse negocinho pra cá assim, girei, aí fizeram que cada... cada vez que é... , cada hora que eu girava mais o Sol pegava numa parte da Terra, e assim que vinha as e-s-tações (falou demonstrando incerteza), não dia e noite, não estações, estações, estações...
- Entrevistador : Estações, estações... tudo bem, tudo bem, porque você acha que acontecem as estações do ano ?
- Estudante : Eu ?!
- Entrevistador : É você.
- Estudante : Porque é, porque quando a Terra gira em torno do Sol, aí quando ela está girando, por exemplo, mais perto, mais perto não ... assim... ela está fazendo um movimento em torno do Sol.
- Entrevistador : Que movimento ela está fazendo?
- Estudante : Translação.
- Entrevistador : Como é esse movimento de translação?
- Estudante : Ela gira em torno do Sol, aí quando ela... por exemplo, ela está passando perto vamos dizer o ... a parte da Terra que tá pegando mais ... tá tendo mais contato com mais perto do Sol ... mais de frente pro Sol , tá no verão

aí a parte da Terra que tá mais afastada, mais fora da direção do Sol ela já tá numa estação mais fria, no inverno por exemplo e quando está entre os dois assim ela está ou na primavera ou no outono. As estações equilibradas.

Menino de 13 anos de escola particular

- Entrevistador : Você lembra de ter visto este experimento lá?
- Estudante : Lembro. Mexia assim também a Terra girava também, junto.

- Entrevistador : É verdade.
- Estudante : Acho que a Terra mexia aqui.

- Entrevistador : É verdade, era o braço que girava.
- Estudante : Girava aqui.
- Entrevistador : O que acontecia quando girava o braço?
- Estudante : Ocorria as noites e os dias na Terra, girava e fazia assim.

- Entrevistador : Isso mesmo, ao mesmo tempo que ela dava uma volta em torno do Sol.
- Estudante : Isso mesmo, ela fazia os dias e as noites.

- Entrevistador : Olha só (a foto do modelo esta sendo mostrada) .
- Estudante : Esse lado seria noite, esse lado seria dia.

- Entrevistador : Perfeito, tá bem claro o dia e noite (comentário sobre a foto do modelo)
- Estudante : É.

- .
- .
- .

- Entrevistador : Diz aí, por que você acha que acontece ?
- Estudante : Porque a Terra é inclinada.

- Entrevistador : Ah!, por que a Terra é inclinada?
- Estudante : Para cima é mais escuro e mais frio, e para baixo é mais aquecida, ela é assim. Aí o Sol emite raios Solares e aquece mais essa parte tropical.

- Entrevistador : Entendi. Você acha que teve algum experimento nessa sala que mostrou isso?
- Estudante : Teve.

- Entrevistador : Qual ?
- Estudante : Esse daqui também mostrou. Vários mostraram isso, a maioria era disso.

5) O Eixo da Terra e as Estações & Uma Inclinação Diferente

Embora tais modelos sejam independentes, talvez devido a sua semelhança, os estudantes não os distinguiram nas entrevistas. Por isso eles serão tratados conjuntamente. Os modelos em questão consistem de um globo luminoso que representa o Sol, cuja base foi associado um braço de madeira com um segundo globo representando a Terra. Quando o braço é movido, o globo terrestre translada em torno do Sol e gira em torno de si . Uma placa de acrílico com riscos paralelos, que representam os raios de Sol, se estende do globo luminoso ao terrestre. A diferença entre os modelos consiste na inclinação do eixo de rotação do globo terrestre: enquanto no primeiro modelo, o eixo é oblíquo em relação ao plano da órbita de translação, no segundo o eixo de rotação é perpendicular.

Em cada um dos modelos, o usuário é instruído a mover o braço para duas posições diametralmente opostas e comparar, mediante contagem, a distribuição dos raios de luz (riscos no acrílico) entre os hemisférios. Ao mesmo tempo, é solicitado em cada modelo que o usuário visite o outro modelo e compare os resultados.

O objetivo era despertar o usuário para a o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra na ocorrência das estações do ano na Terra.

A maior parte dos estudantes entrevistados declarou lembrar dos modelos, porém poucos externalizaram interpretações. Dentre estes, somente os que contaram com orientação de monitor ou professor, desenvolveram interpretações compatíveis com os modelos científicos envolvidos. As demais interpretações não foram compatíveis com nenhum modelo científico.

Exemplos :

Menina de 10 anos de escola particular

- Entrevistador : Lembra deles?

- Estudante : Lembro sim.

- Entrevistador : Você usou?

- Estudante : Usei.

- Entrevistador : O que foi que você fez?

- Estudante : Eu sei quando eu girava, de acordo com essa posição, que a gente girava os raios solares ficavam até uma certa medida, por aí assim.

- Entrevistador : Tá bom. Foi esse aqui então. Olha?

- Estudante : [?]

- Entrevistador : É, por que normalmente elas são diferentes.

- Estudante : É.

- Entrevistador : Esse que você esta falando, deve ser esse aqui.

- Estudante : Deve ser esse aqui sim, ele girava de acordo com a posição dele, os raios solares ficavam maior ou menor (os gestos dão a entender que o estudante se refere as mudanças de distribuição dos raios no globo terrestre).

- Entrevistador : O que você acha que esse experimento está querendo mostrar?

- Estudante : Como assim, querendo mostrar?

- Entrevistador : Você, olha só, na medida em que você mudava a posição...

- Estudante : É.

- Entrevistador : Os raios Solares ficavam maiores ou menores?

- Estudante : É.

- Entrevistador : Tem razão, é verdade isso tem a ver com o que então? o que isto está querendo mostrar? Que fenômeno está querendo mostrar?

- Estudante : Deve ser quando, como fala? Acho que depende muito da posição da Terra e com a gira dela então, eu acho.

- Entrevistador : Tá bom, você leu o comando aqui?

- Estudante : Li. Mas não estou lembrada dele não.

- Entrevistador : Tudo bem.

- Estudante : Mas, eu li.

- Entrevistador : É pedir demais, você lembra o que está escrito. Mas como é que você soube? que horas tinha mais, e que, hora tinha menos raios?

- Estudante : Quando, de acordo que ele girava, a tela ia virando também, aí a luz, a luz daqui do Sol ia batendo nesses trocinhos aqui.

- Entrevistador : Isso, os raiozinhos.

- Estudante : Os raiozinhos e indo mais de acordo com que eu virasse ele diminuía, entendeu ?

Menina de 9 anos de escola particular

Ao que parece a professora formou um grupo de alunos, no qual a aluna entrevistada participou. A aluna percebeu que a Terra representada nos modelos tinham inclinações diferentes e percebeu isso como causa da iluminação diferenciada dos hemisférios.

- Entrevistador : Teve algum outro experimento dentro da sala, que você tenha feito?

- Estudante : Ah, teve vários, mas eu não lembro de muitos, teve um... é que a Regina mexeu, mas eu não... que dava para você ver a Terra, que fazia o movimento. A Terra, ela fazia o movimento, tinha luz aqui aí dava para movimentar a Terra, dava para ver qual era o hemisfério que tava mais iluminado. Até a Regina fez com a gente que girava para um lado, qual o hemisfério que ficava mais iluminado? girava para o outro, qual o hemisfério que ficava mais iluminado?

- Entrevistador : Eu vou te mostrar como era isso, vê se era esse aqui?

- Estudante : É esse mesmo.

- Entrevistador : Você lembra o que a Regina tava fazendo?

- Estudante : Lembro. Por exemplo, esse daqui a Terra não é reta, senão os dois hemisférios teriam a mesma estação, mas como aqui a Terra tá inclinada, um hemisfério vai ser mais iluminado do que o outro.

- Entrevistador : Você viu isso nesse experimento?

- Estudante : É, por causa de... aqui tá inclinado e aqui tá reto.

- Entrevistador : Vocês faziam alguma coisa? Como você via essa questão de um lado inclinado, e um hemisfério fica mais iluminado do que o outro? Como é que você via isso lá nesse experimento?

- Estudante : Por que tava inclinado, aí aqui tava o Sol, e o Sol ia iluminar, porque tava inclinado. Mas, tava no espaço e o outro tava mais inclinado para cá, que é mais voltado para o Sol.

7) O Eixo da Terra

O modelo constitui-se de um globo terrestre atravessado por uma grande haste que representa o eixo de rotação da Terra. Mediante o acionamento de um interruptor, o globo terrestre translada em torno de uma semi-esfera com o eixo de rotação paralelo a si mesmo.

O texto instrucional procura chamar a atenção do usuário para o comportamento do eixo de rotação ao longo da translação e o remete para o modelo a *Terra Sonora* onde a mesma questão é abordada de forma interativa.

Os poucos estudantes que externaram interpretação, foram aqueles assistidos por monitores ou professores. Tais interpretações foi ao encontro dos objetivos dos idealizadores.

Exemplos:

Menina de 9 anos de escola particular

- Entrevistador : Ao lado dele tinha um outro modelo que era até meio parecido com ele.

- Estudante : Hum, hum.

- Entrevistador : Você usou ele de alguma maneira?

- Estudante : Não, esse aqui... esse não usava.

- Entrevistador : Como é que era esse aí ?

- Estudante : Esse aqui fazia parte desse (*Terra Sonora*)enquanto esse aqui rodava, agente tinha de fazer o mesmo movimento desse aqui, nesse aqui, daqui.

- Entrevistador : Você tem razão, esse aqui ficava rodando sozinho não era para meter a mão. Como era esse movimento que ele fazia?
- Estudante : De rotação?
- Entrevistador : Como é que era o movimento de rotação, explica aí ?
- Estudante : [...]

- Entrevistador : Pode falar o que vier na sua cabeça, não estou te cobrando uma resposta de livro, isso não é uma prova.
- Estudante : Esqueci.

- Entrevistador : Como é movimento que ele fazia?
- Estudante : Como assim, não entendi?

- Entrevistador : Ele ficava parado?
- Estudante : Não, ele fazia o movimento.

- Entrevistador : Como era esse movimento?
- Estudante : Ele ficava em movimento com o seu eixo inclinado.

- Entrevistador : Ah ... Como era esse movimento, com o seu eixo inclinado?
- Estudante : [...]

- Entrevistador : Ele ficava pulando assim?
- Estudante : (Risos) Não.

- Entrevistador : Então, o que ele fazia?
- Estudante : Ele ficava assim...

- Entrevistador : Assim como? imita aí com sua caneta.
- Estudante : Ele ia assim...

- Entrevistador : Ah Tudo bem, é complicado de explicar isso.
- Estudante : Ele não virava, ele ia sempre assim...

- Entrevistador : Sempre apontando para a mesma direção.
- Estudante : É.

- Entrevistador : Sempre apontando para a mesma direção. Isso você não conseguiu falar mas, acabou de fazer aí. Ele sempre apontava para a mesma direção.
- Estudante : Hum. hum.

- Entrevistador : Aí quando você tinha que olhar para cá, ele tinha esse

movimento aqui?

- Estudante : Não. Enquanto ele ia se movendo, você tinha que fazer a mesma coisa que estava fazendo aqui.

- Entrevistador : Tá bom. Teve gente que conseguiu né ? Você falou do eixo, você mostrou que o eixo ele se move sempre apontando na mesma direção.

- Estudante : É.

- Entrevistador : Isso é importante para alguma coisa? ou isso é coisa de escola ou de professor ?

- Estudante : Acho que é importante.

- Entrevistador : Para que você acha que é importante? Importante para algum fenômeno? Importante para alguma coisa que acontece na Terra?

- Estudante : É...

- Entrevistador : Ou não é nada disso?

- Estudante : É importante.

- Entrevistador : Para que isso é importante?

- Estudante : Para as estações do ano.

- Entrevistador : Por que?

- Estudante : Por que ...assim o Sol batendo aí... se fosse ele ... se ele fosse reto seria a mesma estação nos hemisférios diferentes.

Menina de 10 anos de escola particular

- Entrevistador : Esse aqui você viu funcionar, O Eixo da Terra?

- Estudante : Vi!..ficava rodando aqui...(a aluna aponta para o modelo)

- Entrevistador : Ficava rodando...e estava representando o quê?

- Estudante : A estação!

- Entrevistador : E esse movimento aqui, que a Terra faz em torno do Sol, você sabe ?

- Estudante : Translação?! (a aluna responde duvidosa)

- Entrevistador : Translação esse! Você falou que o girar da Terra era translação!

- Estudante : Ééé...rotação!

- Entrevistador : O que é rotação?

- Estudante : Ééé...rotação! Acho que é a Terra girando em torno do Sol.

- Entrevistador : E em torno de si mesma?

- Estudante : Ééé..translação!
- Entrevistador : E esse movimento aqui que ela faz em torno do Sol, causa algum fenômeno?
- Estudante : As estações do ano!
- Entrevistador : Lembra o que ele fazia?
- Estudante : Eu também não cheguei a pegar não, mas eu lembro.
- Entrevistador : Tudo bem.
- Estudante : Meus colegas pegavam e rodavam ele. Aí, eu acho que de acordo que esta aqui, ele rodava sempre com o eixo apontado para cá.
- Entrevistador : Legal.
- Estudante : Sempre para a mesma direção.
- Entrevistador : Ah.. o eixo apontava sempre para a mesma direção. Você acha que isso tem a mesma importância? o fato que a Terra gira em torno do Sol, sempre com o eixo apontado para a mesma direção, você acha que isso tem alguma importância ?
- Estudante : ... Se tem alguma importância?
- Entrevistador : Se é importante par alguma coisa, ou é uma coisa assim....
- Estudante : Não sei.
- Entrevistador : Você não sabe?
- Estudante : É, não sei a importância não.

8) *A Luz do Sol Chega a Terra*

O modelo consiste de um painel negro com dois metros de extensão, com o desenho de um globo terrestre em uma extremidade, enquanto na outra, encontra-se a imagem de um Sol distante (pequeno círculo amarelo). Um feixe de riscos divergentes, representado raios de luz, saem do Sol e chegam a Terra.

O usuário é instruído a mover uma janela para uma posição próxima ao desenho da Terra e depois para próximo a imagem do Sol e comparar os raios que podem ser observadas pela janela nas duas posições determinadas.

O objetivo do modelo era levar o visitante a perceber que embora o Sol se constitua em uma fonte divergente, face a distância entre a Terra e o Sol ser muito maior que os diâmetros destes astros, a luz do Sol chega a Terra praticamente paralela. Nenhum dos estudantes entrevistados externou interpretação compatível com o objetivo intencionado. As interpretações foram no sentido de entenderem o modelo como uma forma de medir a distância da Terra ao Sol, medir a quantidade de raios de luz que chegam a Terra, mostrar como os raios de luz se “abrem” para iluminar toda a Terra, etc.

Exemplos :

Menina de 10 anos de escola particular

- Entrevistador : Perfeito Lígia. Tá legal, e a outra coisa que você disse que fez lá? Outra coisa que você tenha feito lá?

- Estudante : Foi aquele negócinho de medir a distância da Terra pro Sol, fui fazendo assim, a cada medida ia aumentando. A cada medida que a gente andava com o negócio lá, ia aumentando os raios, quando a gente ia pra Terra ia diminuindo.

Menina de 15 anos de escola particular

- Estudante : Esse eu vi. Esse eu usei também.

- Entrevistador : Você usou ? O que foi que você fez nesse painel enorme ?

- Estudante : Eu puxei esse negócio pra cá, fiquei aqui, aí depois eu fui puxando devagarinho, devagarinho, devagarinho, cheguei até aqui.

- Entrevistador : Você viu alguma coisa acontecendo? você percebeu alguma coisa ?

- Estudante : Eu vi que ... aqui eles vai... o ... os raios vão aumentando cada vez mais quando eles vão chegando mais perto da Terra.

- Entrevistador : Aumentado como ?

- Estudante : Ah, aumentando assim... assim... quando eles saem daqui reto entendeu ?, aí, por exemplo, ele não vai... o raio de Sol, esse aqui por exemplo, esse aqui no meio, ele não vai chegar só nessa parte da Terra, ele vai aumentar... ele vai ter é...aqui eles tão tudo junto, aqui eles vão aumentar um pôquinho pra distribuir luz pra toda a Terra e não só nesse se ele... se ficasse a mesma ... a mesma ...dimensão aqui ... ele ia chegar só num pedaço o outro não

ia ter Sol ... aí ele vai e se distância pra poder chegar na Terra toda. Entendeu a explicação toda ?

- Entrevistador : Intendi, intendi... tá ótimo.

Menina de 9 anos de escola pública

- Entrevistador : Lembra não. Eu já te mostrei três coisas. Você viu a foto e se lembrou. É capaz de lembrar outras coisas que tinha lá dentro. Por exemplo, O que você gostou?

- Estudante : Tinha uma coisa que “metrava” o Sol.

- Entrevistador : Como é isso?

- Estudante : Um negócio amarelo que cada número que aparecia o Sol ficava cada vez mais e se mexia.

- Entrevistador : Vê se você acha ele aqui ?

- Estudante : aqui.

- Entrevistador : Repete o que você falou para mim. Você pode falar o que vier na sua cabeça ?

- Estudante : Eu mexia esse negócio aqui.

- Entrevistador : O que acontecia?

- Estudante :[...]

9 - Para Saber Mais e Qual a Sua Impressão ?

Quando as fotos de cada um destes elementos expositivos eram apresentadas aos estudantes, o padrão de repostas era dizer que não lembravam de tê-los visto. Poucos estudantes entrevistados lembraram destes elementos expositivos e nenhum externou nenhum tipo de comentário que pudesse ser tomado como de natureza científica .

O passo seguinte será cruzar os resultados das entrevistas e os resultados relativos ao comportamento dos estudantes com o objetivo de buscar a efetividade dos modelos da exposição em contribuir para a elaboração de modelos compatíveis com o científico por parte dos estudantes.

Capítulo IX - Conclusão

Superando a Interatividade

O passo seguinte será o de cruzar os resultados das entrevistas e o padrão de comportamento dos estudantes com o objetivo de buscar a efetividade pedagógica dos modelos da exposição, ou seja, verificar o quanto os modelos constituintes da exposição foram efetivos em alcançar os objetivos propostos. No caso em questão, promover mudanças nos modelos dos estudantes a fim de compatibilizá-los com os científicos.

Apesar de algumas divergências quanto aos objetivos de uma instituição como um Museu de Ciências, como vimos, é lugar comum entre os especialistas, a noção do papel educativo destas instituições com relação à educação científica da sociedade. Neste sentido, as exposições e atividades sustentadas nos Museus de Ciências, têm, ou deveriam ter, um claro compromisso com a efetividade pedagógica, pois mesmo quando não há consenso sobre os objetivos específicos sobre o que está sendo socializado, busca-se expor um produto cultural, como algo que deve ser aprendido, ou apreendido, ou informado, afim de sensibilizar o público visitante.

A efetividade pedagógica em um Museu de Ciências está contextualizada, como visto anteriormente, através dos elementos objeto, lugar e tempo, que conferem ao museu uma natureza própria, distinta à de qualquer outro espaço institucional com finalidade educativa. A avaliação da efetividade pedagógica destes espaços pode contribuir para a compreensão da própria pedagogia a ser desenvolvida nos Museus.

A comparação entre as entrevistas e o comportamento dos estudantes na interação com a exposição *As Estações do Ano: A Terra em Movimento* trás

algumas considerações importantes para a efetividade pedagógica por meio da questão da interatividade. A interação como forma de comunicação em museus acabou por se tornar uma espécie de selo de qualidade. No atual senso comum na área de Museus de Ciências, a interação tornou-se sinônimo de bons resultados. Ser interativo é bom, pois garante efetividade pedagógica. Esta é uma idéia que merece discussão crítica.

Partimos do pressuposto de que os resultados das entrevistas se constituem em uma expressão da efetividade pedagógica de cada um dos modelos da exposição, na medida em que foram realizadas em um período de dois a três meses após a visita, quando os estudantes expressaram suas interpretações a partir das interações com os modelos constituintes da exposição.

O cruzamento entre as interpretações externalizadas nas entrevistas e o padrão de interação no uso de cada um dos modelos evidencia caminhos e descaminhos na questão da busca da efetividade pedagógica.

Os modelos *O Sol Sou Eu, Claro e Escuro* e *Terra Sonora* foram os modelos que tiveram o melhor desempenho com relação a variável Poder de Atração. A interação dos estudantes com este grupo de modelos, foi caracterizada pela curiosidade, o uso compartilhado (diálogo ou pela contemplação consciente). No entanto, no que se refere a efetividade pedagógica, os resultados não permitem vê-los da mesma forma.

Os modelos *O Sol Sou Eu, Claro e Escuro* foram em geral interpretados como situações experimentais que mostravam como acontecem os dias e as noites, ou seja, o fenômeno da sucessão dos dias e das noites foi bem relacionado e justificado por muitos estudantes a partir destes modelos, embora houvesse outros objetivos por partes dos idealizadores. O que mostra que as experiências vivenciadas na interação com estes modelos foram utilizadas para a construção

de modelos mentais que incorporou elementos importantes do modelo científico sobre o fenômeno. O padrão de interação entre os estudantes e estes modelos é compatível com tais resultados, pois os índices de uso adequado, com ou sem leitura, e uso compartilhado (no caso do *Claro e Escuro*) aconteceram com intensidade, mostrando que estes modelos foram capazes de sustentar a curiosidade e interesse inicial.

O modelo *Claro e Escuro* revela a importância da familiaridade, e do design estimulando o uso compartilhado. No modelo *O Sol Sou Eu* a curiosidade despertada pelo fone e o papel central conferido ao usuário (a iluminação do globo), foi uma atividade que embora passiva, conseguiu mobilizar os estudantes a níveis bastante acima do esperado. Ambos os modelos foram bastante eficientes em engajar intelectualmente os estudantes, mesmo que de forma divergente ou incompleta em relação ao esperado.

O padrão de interação dos estudantes com o modelo *A Terra Sonora* revelou interesse, compartilhamento, a valorização de uma experiência lúdica, criando a expectativa de que o modelo poderia de fato, levar ao engajamento intelectual intencionado. As entrevistas mostram bons resultados que com relação a lembrança e a afetividade. Nestes aspectos, o modelo foi muito positivo.

No entanto, poucos estudantes mostraram ter interpretado o modelo como planejado, ou seja perceber que o modelo mostrava que o eixo da Terra mantém sua direção invariante ao longo do movimento de translação.

O modelo foi interpretado como um desafio lúdico, um jogo. Poucos foram aqueles que interpretaram a haste como uma representação física do eixo da Terra. Na grande maioria das vezes, os estudantes entrevistados a perceberam como um suporte de condução do globo, ou a interpretavam como uma espécie de mecanismo de orientação para seguir as marcas, que com o tempo se

formaram na superfície de apoio do globo. Outros viram a haste como uma forma de indicar a altura e a distância “seguras” em relação ao Sol. É importante destacar que não houve dificuldade por parte dos estudantes em externar tais interpretações. Temos portanto, uma situação na qual um modelo com um alto nível de interatividade, usado de forma compartilhada por muitos apresentou uma efetividade pedagógica bastante aquém de dois outros modelos contemplativos.

Desde já, queremos adiantar que tais diferenças não se devem simplesmente à diferenças no nível de complexidade dos fenômenos abordados. As entrevistas mostram que tais diferenças de resultado se devem basicamente as interpretações que os estudantes desenvolveram para os diferentes modelos. Os estudantes não tiveram dificuldade de expressar suas interpretações em nenhum deles.

O segundo grupo de modelos proposto no estudo do padrão de interação forma um bloco intermediário, com relação ao Poder de Atração e se caracterizam pela possibilidade de teste e introspecção. Tais modelos, não geram tanta curiosidade e o lúdico também é um elemento, em princípio ausente. Como vimos, muitos professores viram nestes modelos uma oportunidade desenvolver abordagens mais curriculares. Este é o caso do modelo *As Estações do Ano*. No modelo *A Luz Chega a Terra* a maior parte das interpretações mostram como uma experiência é apropriada de forma independente pelo visitante. Apesar de divergente ao planejado, as interpretações, em sua maioria, são lógicas do ponto de vista científico. Enquanto que o modelo *O Eixo da Terra* teve um desempenho de uso similar, porém uma efetividade pedagógica aquém dos outros modelos deste grupo.

Um aspecto que chama a atenção é o fato de que os dois modelos que abordavam a inclinação do eixo da Terra de forma isolada, independentemente da forma de comunicação, contemplativa ou interativa (*O Eixo da Terra* e *A Terra*

Sonora), ambos mostraram baixa efetividade pedagógica. A questão do eixo da Terra foi melhor percebida em modelos mais completos como *As Estações do Ano, Claro e Escuro* e *O Eixo da Terra e as Estações do Ano*. O que sugere que selecionar um elemento do modelo científico e isolá-lo em um modelo pedagógico não constitui uma boa estratégia em um espaço não formal de educação como um Museu de Ciências.

Resumindo, a comparação entre os resultados das entrevistas e do padrão de comportamento dos estudantes em cada um dos modelos constituintes da exposição, nos permite concluir que não há relação direta entre nível de interatividade e efetividade pedagógica dos modelos. Obtivemos bons e maus resultados com ambos tipos de comunicação.

Dáí, entendemos que ao invés de procurarmos pelo perfil ideal dos modelos para uma exposição didática de ciências, devemos procurar por uma integração de modelos com perfis diferentes, em uma mesma temática. Uma exposição didática em museu de ciências então seria composta por uma família de modelos com características distintas indo do contemplativo ao interativo, que no seu conjunto contemplem a curiosidade, a familiaridade, o lúdico, a introspecção, a exploração, e o uso compartilhado em linguagem interativa e contemplativa. Propomos que um contexto de abordagem temática, com estas características seja um ambiente frutífero em engajar o visitante intelectualmente e modificar ou enriquecer os seus modelos de forma a compatibiliza-los com os modelos científicos. Ao invés de procurarmos o perfil do modelo *minds on*, propomos a caracterização do ambiente *minds on*. Um ambiente no qual, o visitante tenha a oportunidade de explorar o tema sob vários aspectos e em diversas linguagens.

A análise do comportamento dos estudantes e as entrevistas, nos permite propor a existência de uma dimensão na comunicação entre o visitante e o modelo que está além da forma de comunicação (contemplativa ou interativa). Trata-se da

noção de *envolvimento*. A forma de comunicação possibilitada pelo modelo, seja ela interativa ou contemplativa, integra um conjunto de outros elementos como: o contexto do ambiente, a forma de apresentação, o *design* do modelo, a complexidade do tema. Estes elementos que podemos chamar de elementos expositivos podem ou não envolver o visitante, no sentido de despertar a sua curiosidade e interesse. O engajamento intelectual só acontece se o visitante decodifica e interpreta frutiferamente o que se predispõe a explorar.

Os dados relativos ao comportamento dos estudantes revelam que existe uma clara preferência pela exploração livre dos modelos. Ao mesmo tempo em que os resultados das entrevistas mostram que muitos estudantes foram capazes de gerar interpretações inusitadas, entretanto coerentes, outras parciais em relação ao objetivo idealizado. O que mostra que a exploração é uma forma frutífera de envolvimento.

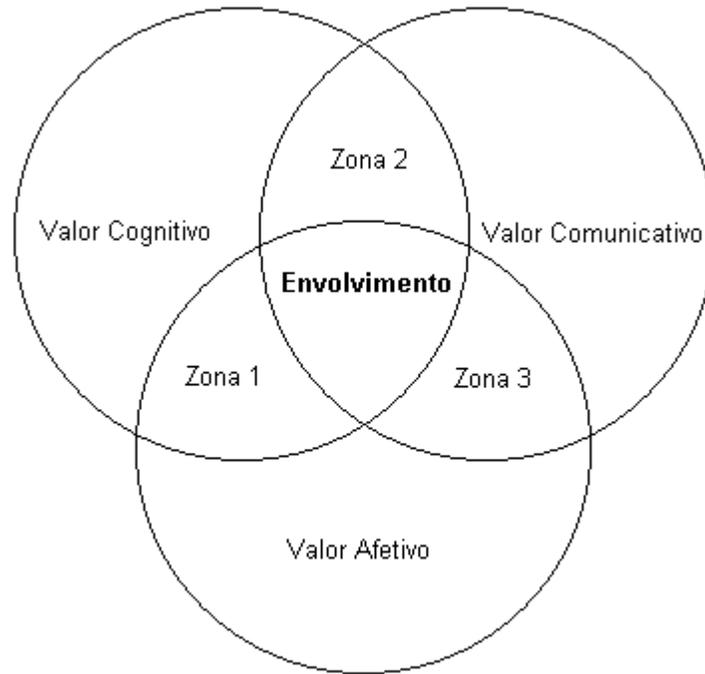
A baixa frequência de leitura dos textos instrucionais não empobrece o envolvimento com o espaço. Na perspectiva do idealizador, evidentemente o texto instrucional é constituinte inseparável do *exhibit*, pois o texto ajuda o visitante a construir a uma interpretação, oferecendo elementos que ajudam a decodificar os elementos estruturais do *exhibit*. No entanto, no olhar do visitante, o mesmo não acontece necessariamente. Minda Borum (1992) defende a idéia de que embora o texto instrucional seja um componente crítico de um *exhibit*, existe uma certa autonomia entre eles. Nas palavras da autora: “Se nos tirarmos o texto instrucional, ainda há um *exhibit*. Nos teríamos objetos, o ambiente, modelos de atividades humanas ou outros cenários e dispositivos para experimentar” Ou seja, o texto instrucional não esgota em si o "texto" da exposição.

A partir destas considerações, justifica-se o fato de que a não leitura dos textos instrucionais não inviabiliza as interpretações dos visitantes, mesmo sem a leitura, existe um *exhibit* a ser explorado pelo visitante em um ambiente e contexto que o ajuda a interpretar o que vivência.

Propomos então que o envolvimento acontece a partir de uma experiência que integra três dimensões simultaneamente: cognitiva, afetiva e comunicativa.

A dimensão cognitiva é guiada pelo interesse e conhecimento anterior que conduzem a interpretação daquilo que se explora, seja pela via interativa ou contemplativa. A afetividade é uma dimensão que particularmente na aprendizagem em museus, se torna de extrema importância, já que o ambiente do museu, da edificação do prédio ao *design* do modelo contém elementos que visam gerar emotividade. Busca-se ultrapassar a cognição, mediante a programação visual, sonorização, etc. A dimensão comunicativa é dada pelo valor interativo que o modelo possibilita, seja ela interativa (do apertar botões até o controle de parâmetros que alteram o comportamento do fenômeno) ou contemplativa. A figura que se segue mostra uma representação gráfica da noção de *Envolvimento* a partir de suas dimensões definidoras.

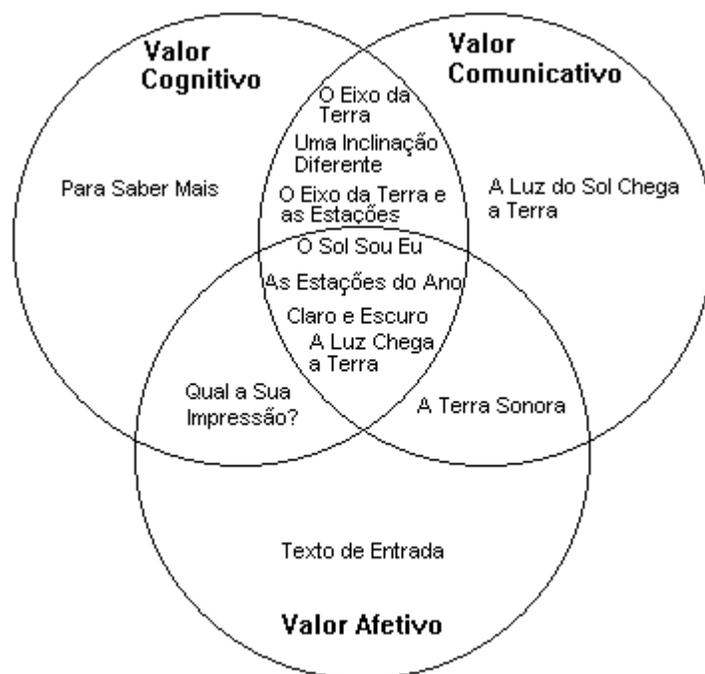
Fig. 32 - Representação da Noção de Envolvimento



As zonas 1,2 e 3 são áreas de interseções parciais e portanto não satisfazem a noção de *envolvimento*. A zona 1, interseção entre o valor cognitivo e afetivo não dispõe do valor comunicação, o que significa a ausência da capacidade do modelo em atrair e sustentar a relação como o usuário. A zona 2, interseção entre as dimensões valor cognitivo e comunicativo é empobrecida pela ausência da afetividade, o que pode tornar a experiência vivenciada em um museu sem brilho, equiparada ao que se vê no cotidiano, tornando-a dependente da mediação e ou de motivações extrínsecas. Por ultimo, a zona 3, interseção entre os valores comunicativo e afetivo não dispõe da dimensão cognitiva, o que significa que embora o modelo possa atrair o usuário pela via da comunicação e da afetividade, a interpretação da experiência vivenciada esta ausente, seja ela correta ou não do ponto de vista do modelo científico. Gregory (1989) afirma que para que a experiência perceptual se torne significativa, ela deve ser interpretada.

O diagrama seguinte mostra a classificação dos modelos e painéis constituintes da exposição em função dos parâmetros formadores da noção de *envolvimento*. A partir das entrevistas e do comportamento dos estudantes, propomos que os modelos que alcançaram o pleno envolvimento, ou seja, a relação entre os estudantes e estes modelos se deu nas três dimensões simultaneamente foram: *O Sol Sou Eu*, *Claro e Escuro*, *As Estações do Ano* e *A Luz Chega à Terra*. Queremos destacar que neste grupo há modelos com valor comunicativo interativo e contemplativo, todos alcançaram uma boa efetividade pedagógica, ou seja, contribuíram para que muitos estudantes compatibilizassem seus modelos com os científicos.

Fig. 33 - Disposição dos Modelos e Painéis no diagrama do *Envolvimento*



No outro extremo, todos os modelos que contemplaram somente uma das três dimensões obtiveram uma baixa efetividade pedagógica. O modelo *A Luz do Sol Chega a Terra* constitui-se em um bom exemplo neste sentido. As entrevistas e a observação do comportamento dos estudantes mostra que os poucos estudantes

que usaram o modelo, o fizeram por via da dimensão comunicativa, no caso particular pela interatividade, no entanto de forma mecânica (sem afetividade) e não associada a elaboração de interpretações frutíferas. O painel *Para saber Mais* é um exemplo de isolamento na dimensão cognitiva. Os textos se referem exclusivamente a conteúdos científicos o que elimina a dimensão afetiva e não conseguiram atrair os estudantes (ausência da dimensão comunicativa).

As zonas de interseção parcial, mostram um quadro mais promissor que as situações de isolamento em qualquer uma das dimensões. O modelo *A Terra Sonora* representa um caso de interseção entre os valores afetivo e comunicativo, via interatividade. Embora apresentando uma baixa efetividade pedagógica, o modelo contribuiu para gerar uma atmosfera mais descontraída e também serviu como um elemento a partir do qual as lembranças da exposição começavam a aflorar. A interseção entre os valores cognitivo e comunicativo também mostraram-se potencialmente positivos desde que assistidos, seja pela monitoria ou pelo professor. A ausência da dimensão afetiva ao mesmo tempo que proporcionou uma relação mais “fria” dos estudantes com os modelos, possibilitou muitas interpretações frutíferas. A interseção entre as dimensões de valores cognitivo e afetivo está representado nos painéis do dispositivo *Qual a Sua Impressão ?* que apresentou uma baixa efetividade pedagógica.

O envolvimento se dá então a partir da relação entre o modelo pedagógico e o visitante, mediado pelo seu conhecimento prévio e interpretação. Neste sentido, um modelo contemplativo pode ser altamente envolvente, enquanto que outro interativo pode não sê-lo, ou vice-versa. O importante então é a significação da experiência desenvolvida pelo usuário na relação com o modelo.

Neste contexto, a interatividade seria mais uma dentre várias outras estratégias de comunicação, todas elas conduzidas no objetivo de promover a efetividade pedagógica num processo de negociação com o visitante, procurando tornar o ambiente *minds on*.

As Mudanças dos Modelos Expressos Pelos Estudantes nos Questionários

Os resultados dos questionários embora mais indiretos que a observação do comportamento dos estudantes e as entrevistas, permite uma análise panorâmica com relação a compatibilização dos modelos mentais dos estudantes a partir da visita a exposição. A tabela seguinte apresenta a distribuição das frequências das categorias relativas as questões abertas sobre dias e noites e estações do ano, no primeiro questionário, agrupadas em respostas Sem Informação e Visão Internalista, Modelos Com Racionalidade Científica não Compatíveis e Modelos Compatíveis.

Tab. 42 - Comparação das Categorias de Análise Para os Ciclos dos Dias e das Noites e das Estações no Primeiro Questionário

Categoria	Dia e Noite	Estações
Sem Informação e Expressa Visão Internalista	19,7%	42,7%
Modelos Com Racionalidade Científica Não Compatíveis	32,2%	33,6%
Modelos Compatíveis	48%	23,7%

Como pode ser observado, as frequências de respostas categorizadas como Sem Informação e Visão Internalista, no ciclo das estações do ano, alcançam uma frequência maior do que o dobro da frequência no ciclo dos dias e as noites. O inverso acontece com relação as frequências dos modelos compatíveis. Enquanto que os modelo não compatíveis com racionalidade científica aconteceram praticamente com a mesma frequência.

As tabelas de migração positiva para os dias e as noites (pág. 131) e para as estações (pág. 156), mostra que das 57 migrações positivas, 50 foram de compatibilização ao modelo científico e 7 expressaram racionalização científica. Enquanto que para as estações, das 64 migrações positivas, 45 foram de compatibilização e 19 de racionalização. Considerando aquelas migrações que expressaram o desequilíbrio de modelos não compatíveis, discutidos na pág. 198 (15 para as estações do ano e 5 para os dias e noites), podemos dizer que com relação as migrações de compatibilização, os resultados foram similares aos dois temas. No entanto, no que diz respeito a racionalização e questionamento, o tema das estações do ano foi mais frutífero.

Este resultado pode ser explicado por fatores como: a maior frequência de respostas desprovidas de informação e modelos não compatíveis como conhecimento prévio (primeiro questionário), a diferença de complexidade entre os fenômenos, a diferença de domínio dos temas por parte dos professores, associado ao fato de que o ciclo dos dias e das noites é um fenômeno experimentado milhares de vezes ao longo da vida dos estudantes, enquanto que o ciclo das estações do ano, por ser um fenômeno de ciclo anual, foi vivenciado algumas poucas vezes, e de forma um tanto quanto difusa por vivermos nos trópicos.

Deve ser mencionado ainda que as migrações que expressaram compatibilização dos modelos expressos envolve aprendizagem no sentido estrito do termo, vale lembrar que literatura aponta para a dificuldade da mudança conceitual até mesmo para no contexto da educação sistemática, portanto, as mudanças aqui observadas não devem ser menosprezadas. Os estudantes passam em média, 30 minutos na exposição.

A atividade de montar um quebra-cabeças pode ser uma analogia útil com relação aos possíveis efeitos da visita a um Museu de Ciências. O visitante

disporia de um acervo de quebra-cabeças, alguns satisfatoriamente completos e outros incompletos em relação aos modelos científicos. Na interação com as exposições o visitante seleciona, personaliza e incorpora elementos disponibilizados pela sua leitura pessoal da exposição, que na nossa analogia, serão como peças e serem potencialmente integradas ao quebra-cabeças.

Nesta analogia, a montagem “completa” corresponderia a construção de um modelo por parte do visitante, que seja compatível com o científico. O visitante quase sempre possui algumas peças relacionadas ao tema abordado, e a partir da interação com a exposição pode adquirir novas que completam parcial ou totalmente o quebra-cabeças. É possível também que o visitante adquira algumas peças e as reinterprete de forma a encaixá-la a outros quebra-cabeças, fazendo portanto, um uso não previsto pelos idealizadores. Mesmo quando o visitante já dispõe do quebra-cabeças suficientemente “completo”, sendo possível vislumbrar a imagem como um todo, a interação com a exposição pode proporcionar uma nova perspectiva do quebra-cabeças, levando a uma outra concepção do conhecido.

Todas essas possibilidades dependem fundamentalmente da interpretação e do conhecimento prévio do visitante. A montagem do quebra-cabeças é um processo contínuo no tempo, que pode já ter sido iniciado antes da visita e que continuará acontecendo para muito além desta, se articulando com todas as outras experiências julgadas familiares ou compatíveis pelo sujeito.

Resumo

A presente pesquisa objetiva contribuir, por meio de um estudo de caráter experimental, para a caracterização de museus de ciências como espaços de educação não-formal. A pesquisa teve como objeto a interação de estudantes com uma exposição sobre o ciclo das estações dos anos e dos dias e das noites. A avaliação foi desenvolvida em três fases distintas: 1) observação do comportamento de 70 estudantes, a fim de estudar o padrão de interação entre estes e a referida exposição; 2) aplicação de questionários antes e após a visita a 152 estudantes; 3) entrevistas cerca de 2 meses após a visita, de 21 estudantes selecionados a partir da análise dos questionários. A observação do comportamento dos estudantes revela que a exploração livre dos elementos expositivos é o tipo de interação mais freqüente e o uso por imitação se constitui em um comportamento comum, a leitura além de pouco frequente está concentrada em menos da metade dos estudantes observados (os de maior idade). A comparação entre o primeiro e o segundo questionário dos 152 estudantes mostra que para o fenômeno das estações, 30 % deles expressaram mudanças em seus modelos de forma a compatibilizá-los com os modelos científicos, enquanto 22% expressaram o reconhecimento de que seus modelos anteriores à visita eram destoantes em relação ao saber de referência ou passaram a expressar modelos que embora não compatíveis com o modelo científico, se caracterizam por estabelecer relações entre variáveis que expressam o desenvolvimento de uma “racionalização científica”. Com relação ao fenômeno dos dias e noites, o nível de compatibilização com os modelos científicos alcançou 33%, enquanto que a racionalização científica e o reconhecimento de modelos não compatíveis como destoantes ao saber de referência alcançou 8%. Observa-se ainda que a estratégia desenvolvida pelo professor(a) para integrar a visita ao contexto escolar é um fator que pode direcionar os efeitos da visita, ao mesmo tempo, verificamos turmas nas quais os professores não desenvolveram nenhuma integração da visita ao contexto escolar e ainda assim a turma evidenciou bons resultados. As entrevistas revelam que as interpretações que os estudantes desenvolvem a partir da interação com os elementos expositivos podem não corresponder às expectativas dos idealizadores, e ainda assim serem pertinentes e criativas do ponto de vista científico. Os modelos que mais contribuíram para compatibilizar os modelos dos estudantes em relação aos modelos científicos são aqueles que despertam curiosidade e/ou introspecção e possibilidade de teste, e que possibilitam ou estimulam o uso compartilhado, independentemente da forma de comunicação, interativa ou contemplativa.

Questionário Piloto

Nome :

Idade:

Escola:

Professor :

Questão 1)

Oque você mais gosta de fazer durante o dia ? E durante a noite ?

Você pode explicar como acontecem os dias e as noites no planeta Terra?

Você pode explicar escrevendo, desenhando ou os dois se você quiser.



Questão 2)

Verão e inverno são diferentes em muitas coisas e são iguais em outras. Marque na lista abaixo os itens que são típicos do verão mas que não acontecem no inverno.

- O Sol Nasce e se põe todo dia**
- Os dias são maiores que as noites**
- Lua cheia todo mês**
- Maré alta e maré baixa todo dia**
- Dias de muito calor**

Questão 3)

Qual a estação do ano que você mais gosta? Por quê ?

Escreva abaixo como são as quatro estações do ano.

Verão:

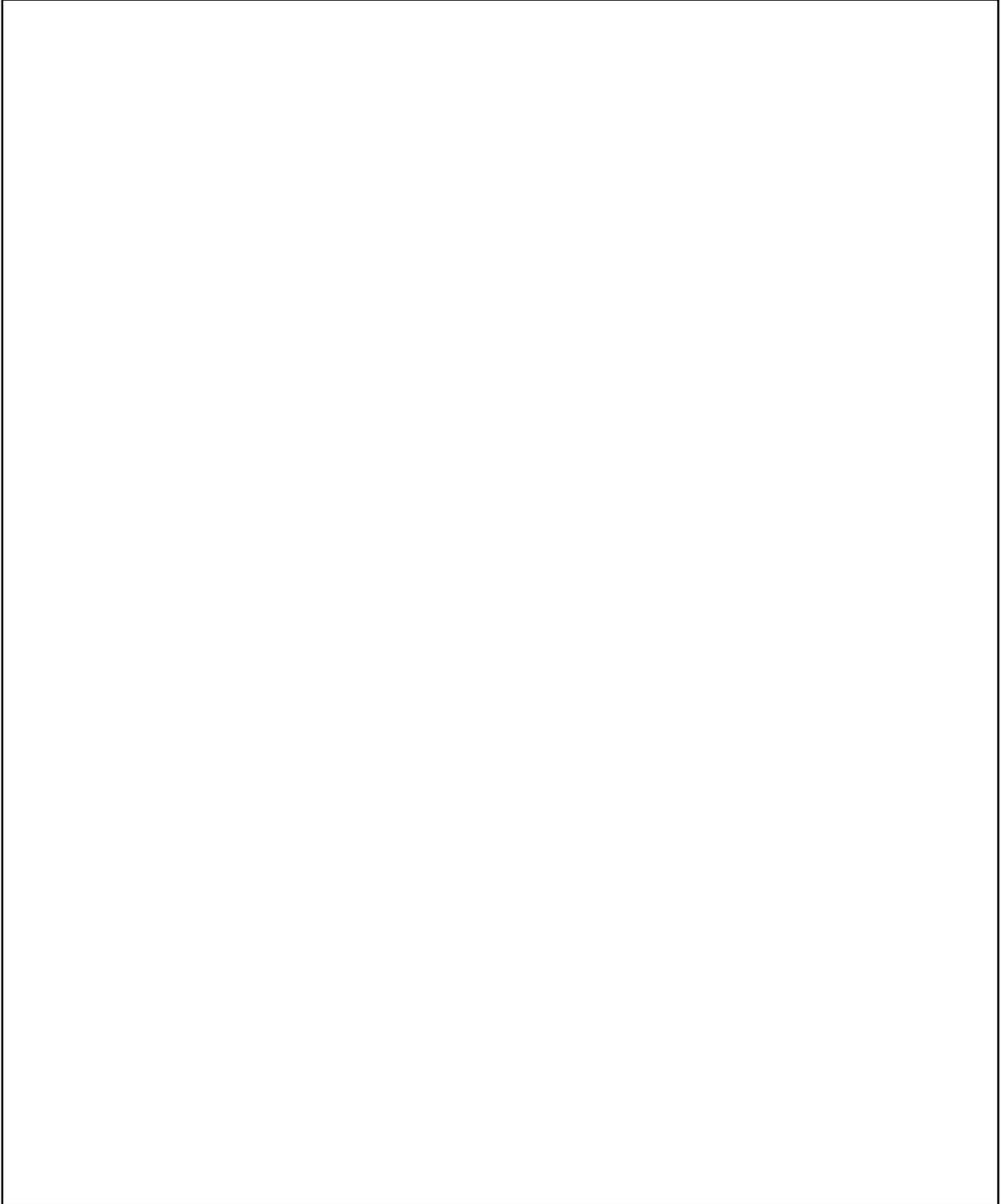
Outono:

Inverno:

Primavera:

Questão 4)

Explique por que acontecem as estações do ano. Você pode explicar fazendo um desenho, escrevendo ou os dois se desejar.

A large empty rectangular box with a black border, intended for the student to provide an explanation or drawing regarding the seasons.

QUESTÃO 5)

Em dezembro no Rio de Janeiro, temos o verão e é comum fazer um calor insuportável, as praias ficam lotadas. Enquanto isso, que estação do ano pode estar ocorrendo em Montreal no Canadá?. Assinale abaixo o evento que representa a estação do ano que você escolheu.



Escolha no ícone abaixo uma opção que representa a estação do ano que

- Falta de água nas casas porque a água no interior dos canos congelou.
- Um calor insuportável.
- Os jardins da cidade estão mais floridos do que nunca.
- Muitas árvores perderam as folhas.

Que estação do ano representa a opção que você escolheu ? _____

Questão 6)

Você acha que as estações do ano afetam a vida dos animais e plantas que vivem em nosso planeta? Como ?

Que estação do ano representa a opção que você escolheu ?

Questão 7)

A foto abaixo mostra uma típica cena de verão em uma praia da cidade de Santiago (Chile).



Escolha na ultima página uma foto que represente a estação do ano que poderia estar ocorrendo ao mesmo tempo na cidade de Nova York.



Foto 1

Foto 2

Foto 3

Foto 4

Que estação do ano representa a foto que você escolheu ?

Fotos



Foto 1

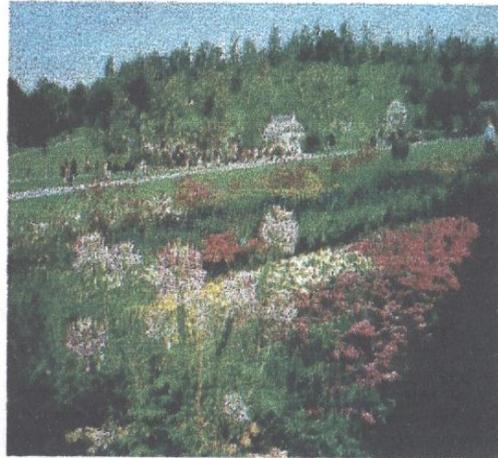


Foto 2

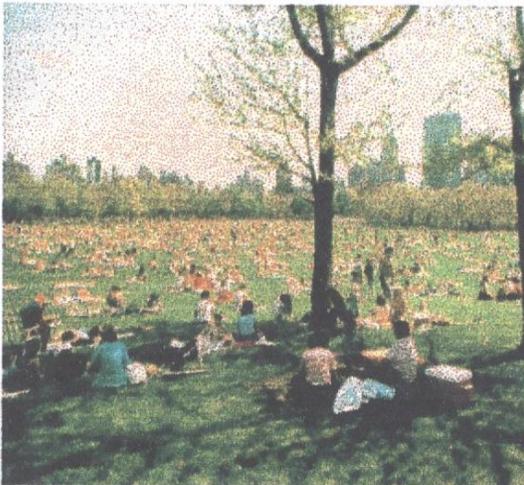


Foto 3

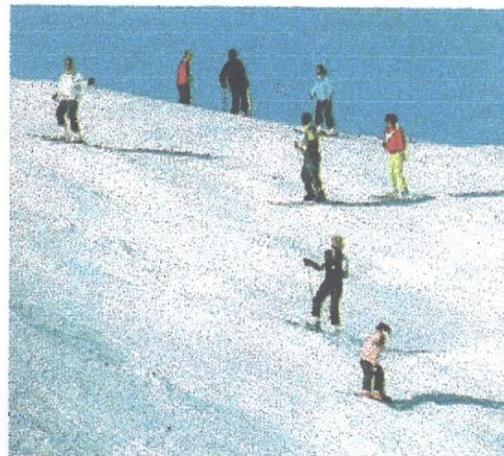


Foto 4

Questionário Definitivo

Nome:

Idade:

Escola:

Professor:

Questão 1)

Oque você mais gosta de fazer durante o dia ? E durante a noite ?

Questão 2)

Você pode explicar por que acontecem os dias e as noites no planeta Terra?

Você pode explicar escrevendo, desenhando ou os dois se você quiser.



Questão 3)

Verão e inverno são diferentes em muitas coisas e são iguais em outras. Marque com um X os fenômenos que costumam acontecer no verão *mas que não acontecem no inverno.*

- O aparecimento de estrelas cadentes no céu
- Os dias são maiores que as noites
- Lua cheia todo mês
- Maré alta e maré baixa todo dia
- Dias de muito calor

Questão 4)

Qual a estação do ano que você mais gosta? Porquê ?

Escreva abaixo como são as quatro estações do ano.

Verão:

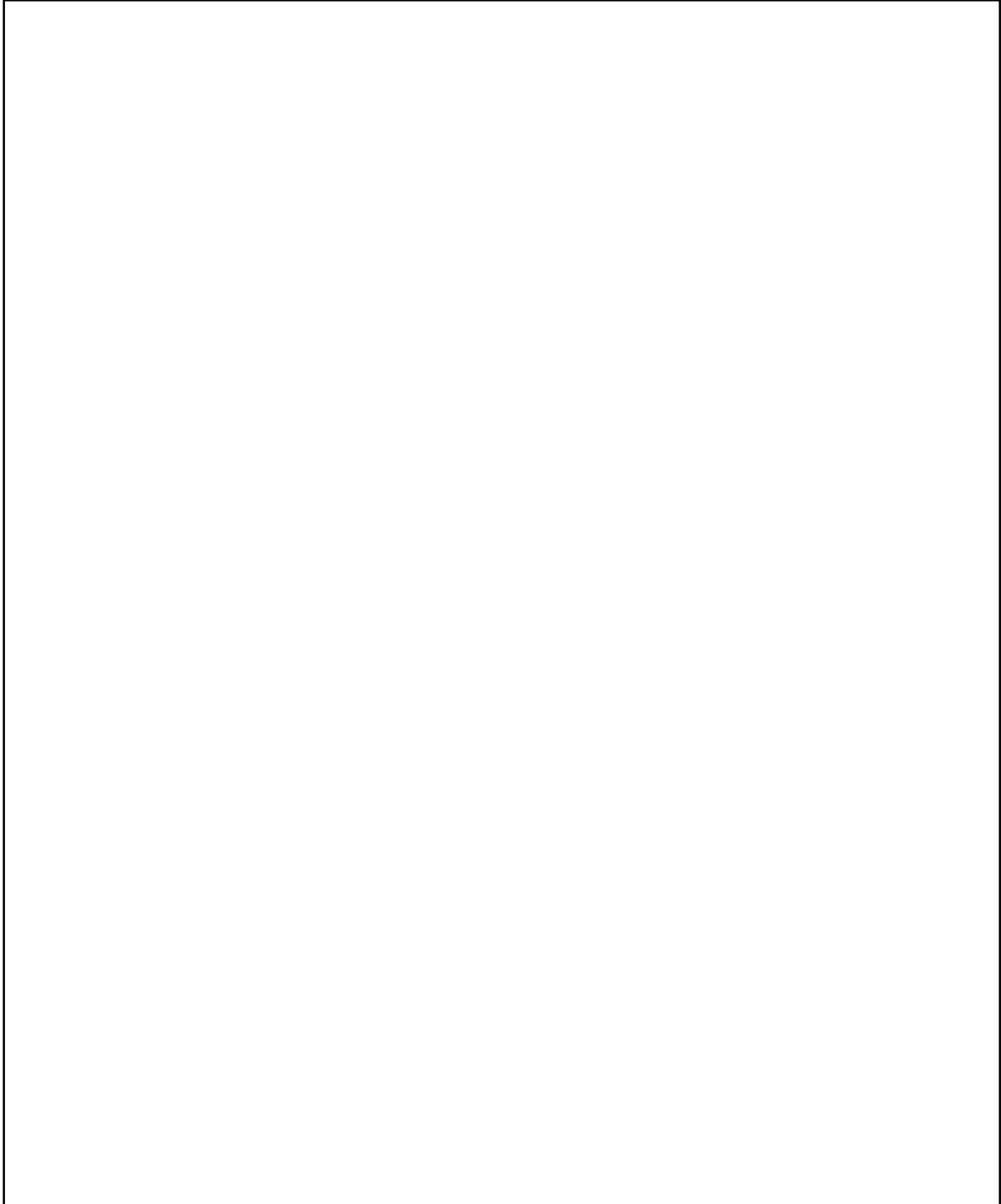
Outono:

Inverno:

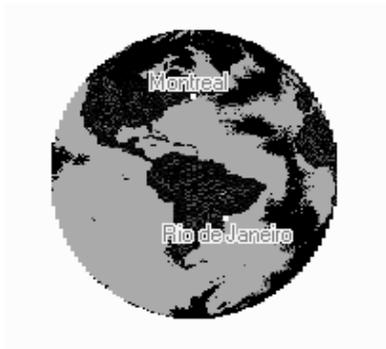
Primavera:

Questão 5)

Explique por que acontecem as estações do ano. Você pode explicar fazendo um desenho, escrevendo ou os dois se desejar.

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to provide an explanation or drawing regarding the seasons.

QUESTÃO 6)



Em dezembro no Rio de Janeiro, temos o verão e é comum fazer um calor insuportável, as praias ficam lotadas. Enquanto isso, que estação do ano poderia estar ocorrendo em Montreal no Canada _____
Agora marque com um X a opção que representa a estação do ano que pode estar acontecendo em Montreal no Canada:

- () Falta de água nas casas porque a água no interior dos canos congelou
- () Um calor insuportável.
- () Os jardins da cidade estão mais floridos do que nunca.
- () Muitas árvores perderam as folhas.

Questão 7)

Você acha que as estações do ano influenciam a vida dos animais e plantas que vivem em nosso planeta? Como ?

Questão 8)

A figura abaixo mostra uma típica cena de verão em uma praia da cidade de Santiago (Chile). Escolha uma foto que represente a estação do ano que esteja ocorrendo na cidade de Nova York .

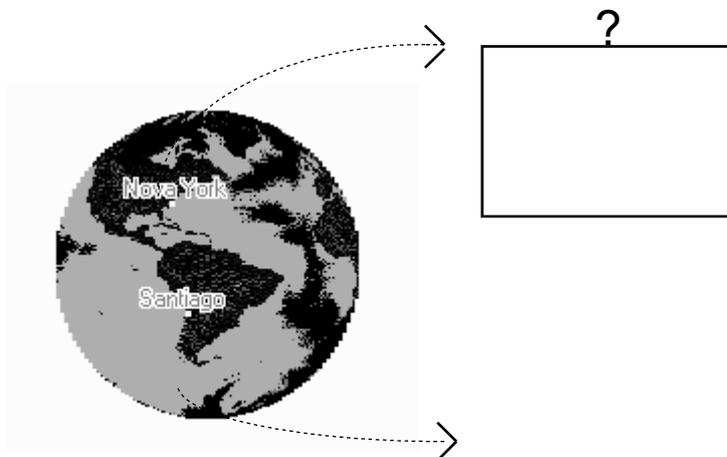


Foto 1



Foto 2



Foto 3

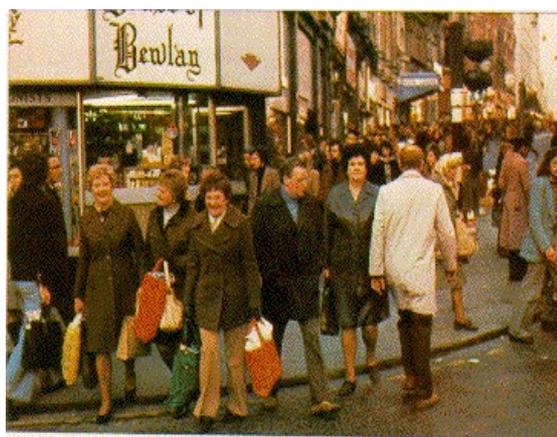


Foto 4

Assinale a foto escolhida:

Foto 1 Foto 2 Foto 3 Foto 4

Que estação do ano representa a foto que você escolheu?

ROTEIRO DA ENTREVISTA

a) Fase de Aquecimento:

Esta etapa tem como objetivo tentar criar um clima menos formal, fazendo com que o estudante se sinta mais a vontade com o entrevistador.

Você mora aqui perto da escola?

A que horas você vai dormir?

A que horas você acorda para chegar na escola?

b) Lembranças da exposição:

Caso o estudante entrevistado venha a citar lembranças relativas a sala azul, a estratégia era tentar aprofundar tais lembranças mediante questionamentos mais específicos. Em um segundo momento, eram apresentadas fotos da sala que mostram desde uma visão panorâmica da sala até closes dos modelos pedagógicos. Neste contexto era perguntado ao sujeito entrevistado:

1) Você contou que foi ao museu para alguém ?

2) O que foi que você contou ?

3) Você lembra de ter visitado uma sala azul cheia de experimentos ?

4) Que experiências que você viu ?

c) A medida em que os estudantes respondiam as perguntas anteriores, fazíamos questionamentos relativos as interpretações que os estudantes desenvolveram a partir do uso dos modelos e painéis.

1) Você usou este experimento ?

2) Como você usou ?

3) O que acontecia?

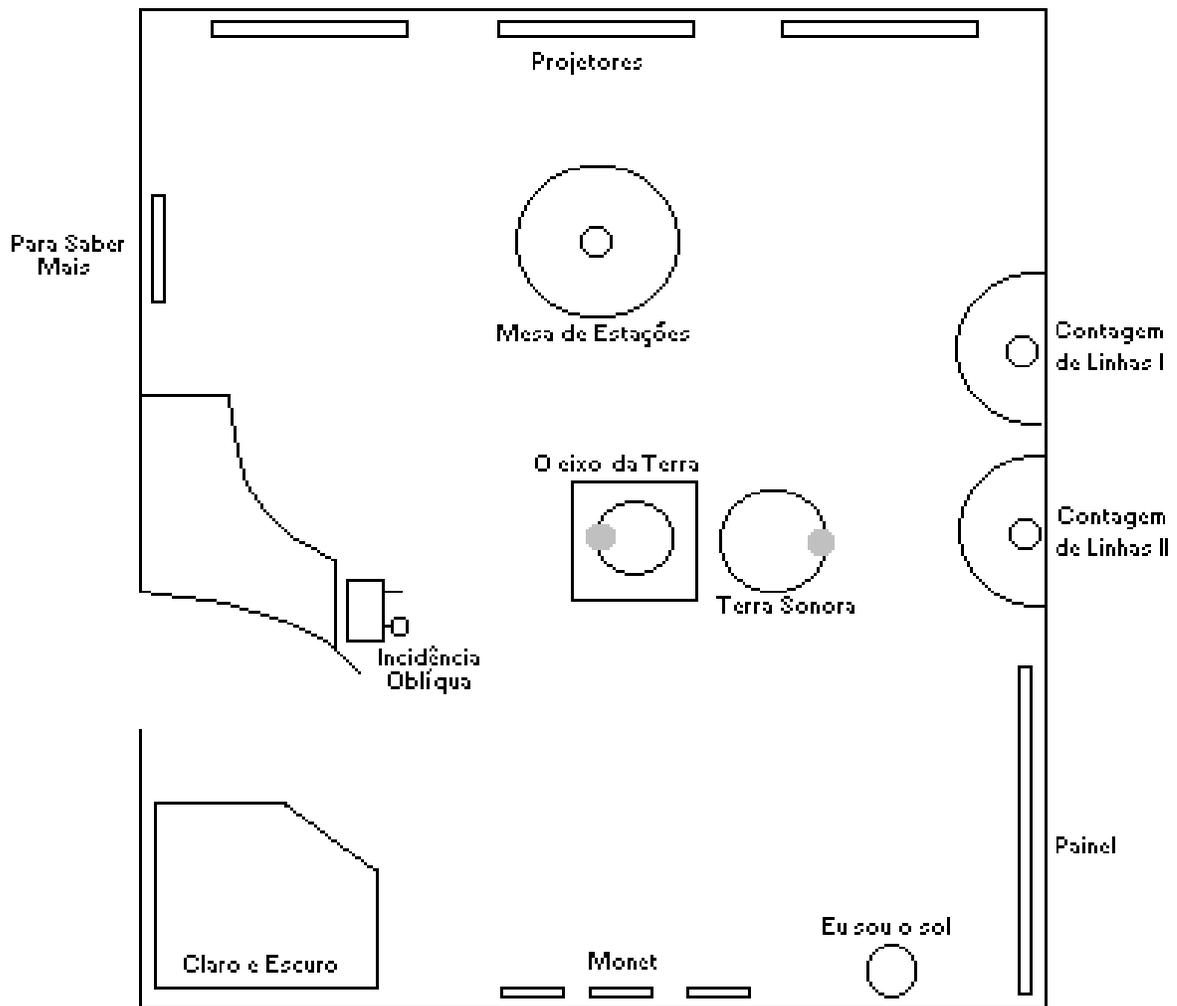
4) O que você acha que este experimento estava querendo mostrar ?

A partir da análise dos questionários, constatamos que em alguns casos, termos como rotação e translação não podem ser aceitos por si só para a construção de uma representação sobre as representações dos modelos das crianças, por isso sempre que tais termos sejam utilizados, pedíamos para que o entrevistado os explicasse , seja oralmente ou ainda por gestos quando havia dificuldade.

Ficha de Registro de Observação Piloto

Data: _____ Nome do Observador: _____

Dados do sujeito observado: Escola: _____
Idade: _____
Gênero : () Masc. () Fem.



O **Nível de engajamento** expressa o nível de envolvimento do usuário com o *exibit*:

A - contemplação (não toca, assiste os outros, não manifesta interesse); usa o modelo inapropriadamente.

B - participação por leitura ou ainda tocando ou manipulando corretamente .

C - discute ou compartilha comentários com colegas e / ou professor.

Campo para descrições gerais sobre comportamento e\ou observações.

Dados do sujeito observado:

Escola:

Nome :

idade:

Gênero : () Masc.

() Fem.

Variáveis a serem determinadas na observação :

1) Nível de engajamento:

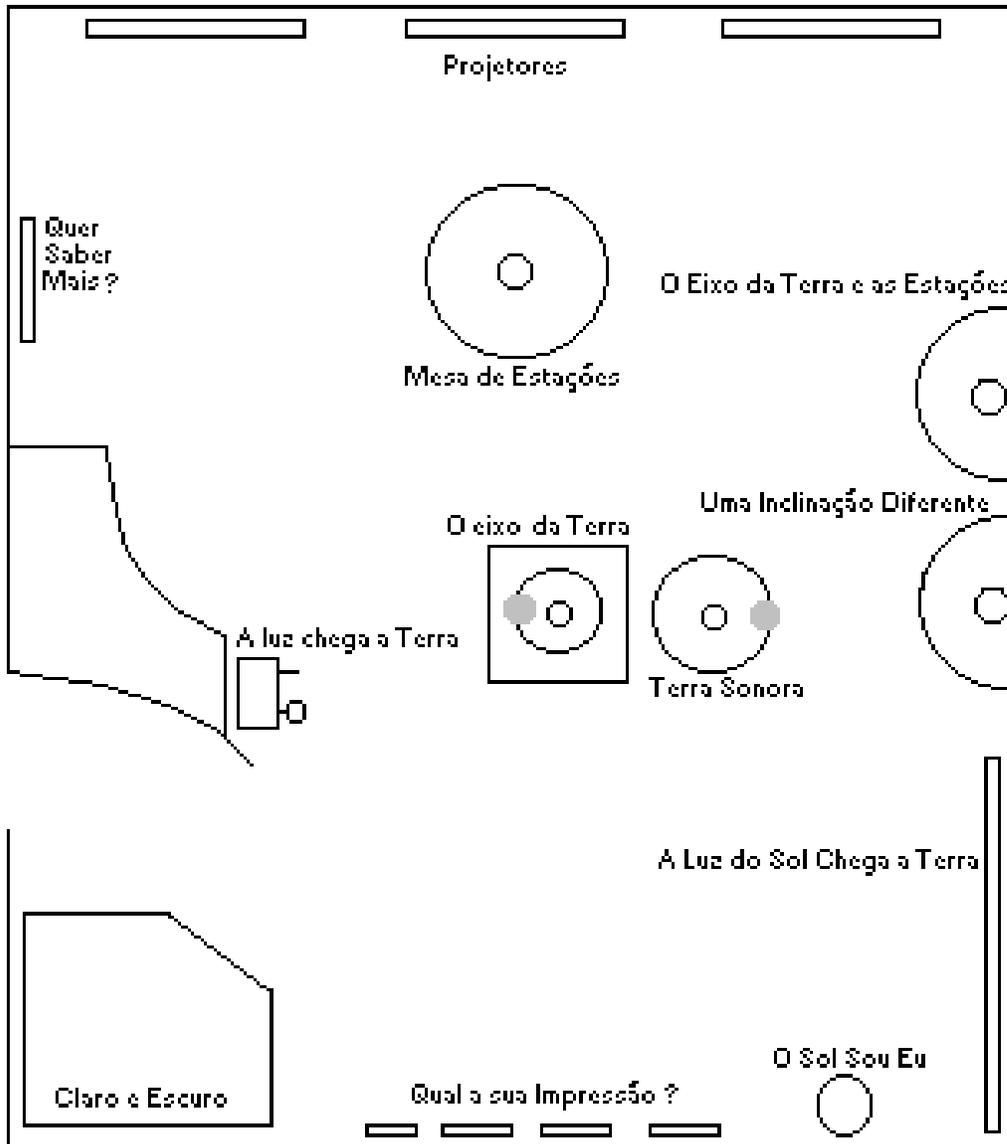
A - Contemplação (observa sem manifestar interesse, assiste aos outros);
usa o modelo de forma inapropriada.

B - Faz um uso adequado do modelo.

C - Opera adequadamente e lê o comando.

D- discute ou compartilha comentários com colegas e / ou professor

2) Tempo de interação.



3) Observações gerais.

Bibliografia

- Alexander, E.P. Museums in Motion. An Introduction to the History of Museums. American Association for State and History, Nashville, 1979.

-Aurélio, Dicionário Eletrônico, 1995.

- Alvet, Marco Antônio Simas; Delizoicov, Demétrio. Ensino de Física Moderna e Contemporânea e a Revista Ciência Hoje. VI EPEF (Encontro dos Pesquisadores em Ensino de Física) , Edição de Resumos, p. 232- 234, 1998.

- Barros, H.L., em Crestana, S., Castro, M.G., Pereira,G.R.M (org.), Centros e Museus de Ciência - visões e experiências - subsídios para um programa nacional de popularização da ciência, Editora Saraiva , p. 197-203,1998.

- Bitgood, S. What do we Know About School Field Trips ? What Research Says ... ASTC Newsletter, January/February, pp.5-6,8. 1991.

- Bizzo, Z., et al, Graves Erros de Conceito em Livros Didáticos de Ciências, Ciência Hoje, nº 121, (21), 26-35, 1996.

- Boisvert and Slez, The Relationship between Exhibit Characteristics and Learning - Associated Behaviors in a Science Discovery Museum. Science Education 79 (5) : 503-518 ,1995.

-Boivert and Slez , The Relationship between Visitor Characteristics and Learning - Associated Behaviors in a Science Museum Discovery Space Science Education 78 (2) : 137- 148 ,1994.

-Black, M. (1962). Models and metaphors. Ithaca, NY: Cornell University Press.

- Black, L. What Research Says About Learning in Science Museums: Applying a Learning Theory in the Development of a Museum Learning Environment, ASTC Newsletters, November/December, p.7-8, 1989.

- Borun , Minda. The Exhibit as Educator: Assessing the Impact, Journal of Museum Education, v.17,n.3,p.13-14,1992.

- Boulter, C. & Gilbert, J. Texts and Contexts: Framing Modelling in the Primary Science Classroom. In Welford, G. ; Osborne, J.; Scott, P. (Eds) Research in Science Education in Europe: Current Issues and Themes. London, Falmer Press p.177-188, 1996.

- Bresler, C. A. Museums and Environmental Education. *NAPEC Quartely* , 2(1),6, 1991.
- Buckley, B. & Boulter, C. J. Taking models apart: towards a framework for analysing representations in teaching and learning science. In: The First Conference of the European Science Education Research Association, 1997, Roma. *Perspectives on models and modelling*, London: University of Reading, 1997.
- Bullock. M., Gelman. R. , & Baillargeon. R, (1982). The Development of Causal reasoning. In W.J. Friedman (Ed.) *The Developmental Psychology of Time*, pp. 209-254. New York: Academic Press.
- Burcaw, G.E. Introduction to Museum Work. America Association for State and History, Nashville, 1983.
- Camino, N. Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna, *Enseñanza da las Ciencias*, 13 (1), pp. 81 - 96, 1995.
- Canalle, J.B.G., Trevisan, R.H. e Lattari, C.J.B., Análise do Conteúdo de Astronomia dos Livros de Geografia de 1º Grau, *Cad. Cat. Ens. Fis.*, v.14, nº 3,p.254-263, dez.1997.
- Cazelli, Sibebe. Alfabetização Científica e os Museus Interativos de Ciência . Rio de Janeiro. . Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica. . Agosto/1992
- Cazelli, S., Gouvêa, G., Sousa, C. N., Franco, C. *Padrões de Interação e Aprendizagem Compartilhada na Exposição Laboratório de Astronomia*. Trabalho apresentado na 19ª Reunião Anual da ANPED, GT Comunicação e Educação, Caxambu, 1996.
- Chagas, Isabel. Aprendizagem Não Formal / Formal das Ciências. Relação entre os Museus de Ciências e as Escolas. *Revista de Educação*, Dep. de Ed. da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, v.3,n.1,p.51-59,jun.1993.
- Chambers, M. Beyond "Aha": Motivating Museum Visitors. In *What Research Says About Learning in Science Museums*, p. 10-11, Washington, D.C: Association of Science Technology Centers,1990.
- Crane, V., Nicholson, T. and Chen, M. Informal Science Learning, in *What the Research Says About Television, Science Museums and Community-Based Projects*, Ephrata,

Pennsylvania, Science Press, 1994.

- Creso, Franco. *Museus Dinâmicos de Ciências e Laboratórios Didáticos*, Documento do Mast. Rio de Janeiro. 1988.

- Csikszentmihalyi, M. *Human Behaviour and The Science Center*. In P. G. Heltne & L.A. Marquardy (Ed.), *Science Learning in The informal Settings* p. 79-87. Chicago: Chicago Academy of Sciences, 1987.

- Csikszentmihalyi, M. & Hermanson, K. *Intrinsic Motivation in Museums: What makes Visitors Want to Learn?* *Museum News*, v.74,n.3, p. 36-42,1995.

- Curtis N. & Goolnik, J. 'Hands on!'. *Journal of Education in Museums*, 16, (11-12), 1995.

- Dierking, Lynn and Martin, Laura, M.W.Martin. *Guest Editorial: Introduction*, *Science Education* 81(6):629-631, 1997

- De Manuel Barbarín, J. *Por qué hay veranes e invernos ? Representaciones de Estudiantes (12 - 18) y de Futuros Maestros sobre Algunos aspectos do modelo sol - tierra*, *Enseñanza da las Ciencias*, 13 (2), pp. 227 - 226, 1995.

- Dierking, L. *Learning Theory and Learning Styles; An Overview*. *Journal of Museum Education*, 16 (1), p.4-6, 1991.

- Duesing, S. *Science Centers and Exploratories: A Look at Active Participation*. In D. Evered & M. O'Connor (eds.), *Communicating Science to the Public* (pp. 131-142). London, J.Wiley & Sons (Ciba Conference Foundation), 1987.

- Dyson, Freeman J. *To teach or Not to Teach*, Freeman J. Dyson's acceptance speech for the 1991 Oerted Medal presented by the America Association of Physics Teachers, 22 January 1991. *American Journal of Physics* v. 59, n.6, June 1991.

- Edeiken, L.R. *Children's Museums: The Serious Business of Wonder, Play and Learning*. *Curator*, 35(1), p. 21-27, 1992

- Falk, J.H., Koran, J.J.Jr., & Dierking, L.D. *The Things of Science: Assessing the Learning Potential of Science Museums*. *Science Education*, 70(5), 503-508. 1986

- Fávero, Osmar, *Tipologia da Educação Extra-Escolar*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, Instituto de Estudos Avançados em Educação, 1980.

- Forquin, Jean-Claude. *Saberes escolares, Imperativos didáticos e dinâmicas sociais*, in *Teoria e Educação*, Nº 5, p.28-49, 1992.

- Gardner, H. Multiple Intelligences: Theory in practice. New York, Basic Books, 1993.

- Gelman, Rachel, Massey, M. Christine, Mcmanus, Mary. Characterizing supporting environments for cognitive development: lessons from children in a museum. In: Resnick, Lauren B., Levine, John M., Teasley, Stephanie D. Perspectives on Socially Shared Cognition. Washington : Ed. American Psychological Association, 1991. p.226-256.

- Gilbert, J. K., Boulter, C.J. Learning Science through Models and Modelling In: The International Handbook of Science Education. Frazer, B., Tobin, K. (eds). Dordrecht, Kluwer. 1998.

- Gil, Fernando Bragança. Museus de ciência: Preparação do Futuro, memória do Passado. Colóquio/Ciências: Revista de Cultura Científica, Lisboa, n.3 out. 1988.

- Ginsburgh, Victor and Mairesse, François. Defining a Museum: Suggestions for an Alternative Approach, 1997, Museum Management and Curatorship, Vol.16, No.1, pp. 15-33, 1997

- Gregory, R. Turning Minds On to Science by Hands-on Exploration: The Nature and Potential of the Hands-on Medium. In M. Quin (ed.) , Sharing Science: Issues in The Development of Interactive Science and Technology Centres (pp.1-9). London, Nuffield Foundation on Behalf of the Committee on the Public Understanding of Science(COPUS), 1989.

- Hofstein, Avi and Rosenfeld. Bridging the Gap Between Formal and Informal Science Learning. Studies in science Education, V.28, p.87-112, 1996.

- Kaplan, F. The Museum and Postsecondary Education. In Z.W. Collins (Ed.), Museums, Adults and Humanities: A guide for Educational Programming(pp. 397-399). Washington, D.C: American Association of Museums, 1981

- Kirrane, S. & Hayes, F. Do it Yourself . Museum Journal, v.93, n.2, p.28-30, 1993.

- Lins de Barros, Henrique. 1992. Quatro Cantos de Origem. Perspicillum, vol. 6, nº 1. p. 57-74.

- Lucas. A. M. Science Literacy and Informal Learning. Studies in Science Education. n.10, p.1-36, 1983.

- Madden, J.C. To Realize Our Museum Full Potential. The Journal of Museum Education, v.10, p.3-5, 1985.

- M.Mcmanus, Paulette. Topics In Museums and Science Education, Studies in Science Education, V.20, p.157-182, 1992.
- Martin, W.W.,Falk, J.H., & Balling, J.D. Environmental Effects on Learning : The Outdoor Field Trip. Science Education, 65(3), p.301-309, 1981
- McLean, K. Planning for People in Museum Exhibitions. Washington, Association of science-Technology Centers, 1993.
- Meis, Leopoldo de, Longo, Paulo H., Falcão, Elane B. The Learning Process in Science: a Study Among Brazilian Biochemists. Biochemical Education. v.127-132, 1989.
- Mike Michael in Misunderstanding Science: The Public Reconstruction of Science And Technology, Irwin, A. J. Wyinne, B (Eds). Cambridge : CUP, 1996
- Irwin, A and Winne B., Misunderstanding Science: The Public Reconstruction of Science and Technology (Eds). Cambridge: Cup. p. 106 - 125, 1996.
- Piano, Dal. Diretrizes Para a Conceituação Do MAST, Documento Interno, 1995.
- Oppenheimer, F. The Exploratorium : A Playful Museum Combines Perception and Art in Science Education. American Journal of Physics, v.40, p.978-984, 1972.
- Oppenheimer, Frank. A Rationale for a Science Museum. Curator. v.11, nº 3 p. 206-209, 1968.
- Ramey-Gassert et A, Reexamining Connections : Museums as Science Learning Environments. Science Education 78 (4) : 345-363, 1994
- Rennie, Leonie J. & McClafferty P. Science Centers and Science Learning. Studies in Science Education,27 p.53-98, 1996.
- Rice, K. and Feher,E. Pinholes and Images: Children's Conceptions of light and vision. 1. Science Education, 71(14): 629-639, 1987.
- Semper, R. J. Science Museums as Environment for Learning. Physics Today, p. 2-8, 1990.
- Shen , Benjamin S.P Science Literacy. American Scientist n. 39, p.265-8,1975.
- Stewart, J. A Museum and its Visitors. Studies in Adult Education V.4 p.46-56, 1972.
- Stevenson, A.& Bryden, M. The National Museum of Scotland's 1990 Discovery Room: An Evaluation. Museum Management and Curatorship,v.10, p.24-36, 1991.

- Thier, H.D. & Linn, M.C. The Value of Interactive Learning Experiences in a Museum. Berkeley, Lawrence Hall of Science, University of California, (ERIC Document Reproduction Service No. ED 182156). 1975.
- Trevisan, R.H., Lattari, C.J.B. e Canalle, J.B.G., Acessoria na Avaliação do Conteúdo de Astronomia dos Livros de Ciências do Primeiro Grau, Cad. Cat. Ens. Fís., v.14, nº 1, p.7,1997.
- Ucko, David A. Science Literacy and Science Museum Exhibits. Curator. v.28, n.4, p.287-300,1985.
- Valente, Maria Esther A. *Educação em museu. O público de hoje no museu de ontem*. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Educação da PUC-RJ, outubro, 1995.
- Van Mensh, P. Museums in Movement. A Stimulating Dynamic on The Interrelation Museology-Museums. Icofom Studies Series 17, 17-20, 1987
- Van-Praet , M. & Poucet, B. Les musées, lieux de contre-éducation et de partenariat avec l'école. *Éducation & Pédagogies*. n.16, p. 22-29
- Weil, S. The Proper Business of Museums : Ideas or Things? In Rethinking the Museum and Other Meditations. Smithsonian Institution Press, Washington, 1990.
- Wellington, J. Formal and Informal Learning in Science: The Role of The Interactive Science Centers, Physics Education V.25 , p. 247-252, 1990.