

FÍSICA E ARTE NAS ESTAÇÕES DO ANO¹

Glória Pessôa Queiroz²

Maria da Conceição Barbosa Lima³

Maria das Mercês Navarro Vasconcellos⁴

Resumo: O artigo trata do tema das Estações do Ano, explorando elementos da Ciência e da Arte como forma de motivar estudantes ou público de museus de ciência e tecnologia a compreendê-lo a partir de vivências culturais atuais e de outras épocas. A Física se junta à Astronomia para explicar o *fenômeno*, enquanto a Música e a Pintura possibilitam a imersão no tema em meio a muitas viagens à imaginação capazes de despertar emoções.

Uma proposta didática é apresentada e justificada por consensos das muitas pesquisas na área de ensino-aprendizagem de ciências, desde os que se referem às persistentes concepções alternativas acerca das causas das mudanças observadas nas diferentes épocas do ano até à modelagem qualitativa de fenômenos que recorre a modelos pedagógicos tridimensionais. Tal proposta foi desenvolvida na atividade “*Bate papo Hiperinteressante*”⁵: *As Quatro Estações, Ciência e Arte*” realizada no primeiro domingo do mês de agosto de 2003 no Museu de Astronomia.

Palavras-chave: estações do ano, concepções alternativas, modelagem, ciência e arte, interdisciplinaridade.

Abstract: *The paper deals with the subject of the Four Seasons, exploring elements of Science and the Art in order to motivate students or public of museums of science and technology to understand it from their current cultural experiences and of old times. Physics joins to Astronomy to explain the phenomenon, while the use of Music and Painting make possible the immersion in the subject in way to many trips to the imagination capable to awake emotions.*

A proposal didactic is presented and justified for some consensus of the research in the area of teaching-learning of science, since that related to the persistent alternative conceptions concerning the causes of the changes observed at the different times of the year until the qualitative modelling of phenomena that appeals three-dimensional pedagogical models. Such proposal was developed in the activity named "Hiper interesting Talk: The Four Seasons, Science and Art" in the first Sunday of August/2003 in the Museum of Astronomy, MAST.

Keywords: *four seasons, alternative conceptions, modelling, science and art, inter-disciplinarity*

¹ Apoio FAPERJ E CNPq.

² Formação em Física UERJ mestrado em Ciência dos Materiais no IME e Doutorado em Educação PUC-Rio - professora Adjunta do Instituto de Física UERJ

³ Formação em Física UERJ Mestrado em Educação PUC-Rio e Doutorado em Educação USP - professora adjunta do Instituto de Física UERJ

⁴ Formação em Biologia FAHUPE e mestrado em Educação PUC-Rio - Chefe de serviço em pesquisas educacionais - MAST/MCT

⁵ O *Bate-Papo Hiperinteressante* é uma palestra participativa, desenvolvida num clima informal, direcionada ao público familiar que visita o museu nos finais de semana. Tem por objetivo levar os participantes a compreenderem as inúmeras temáticas científicas, motivando-os por meio de diversas atividades, sempre conduzidas por profissionais da área de divulgação científica especialistas em diferentes áreas do conhecimento. Essa atividade foi criada em 1998 no MAST, inspirada no programa *Science Show*, do *Science Museum* de Londres. As apresentações do ano de 2001 foram alvo de pesquisa com os objetivos de: identificar padrões discursivos presentes nessa atividade, avaliar as estratégias elaboradas pelos realizadores para divulgar temas científicos e contribuir para discussão sobre os aspectos teóricos relacionados à divulgação científica em espaços não formais. (Gouvêa, Alves e Marandino, 2003)

Introdução

“Numa época em que os progressos científicos e tecnológicos levam a uma transformação das condições de vida (...), torna-se impossível captar a realidade em seu movimento rapidíssimo sem uma fantasia poderosa e aberta aos maiores paradoxos. A imaginação fantástica pode tornar-se um guia para a ação mais eficaz do que o simples raciocínio lógico no mundo de hoje e, sobretudo, no de amanhã”.(Schenberg, 1984)

O tema das Estações do Ano é um excelente exemplo para mostrarmos como a Ciência e a Arte sempre estiveram presentes na cultura humana. Nele, a Física se junta à Astronomia para explicar o *fenômeno*, enquanto a Música e a Pintura possibilitam viagens à imaginação, permitindo ver como esse tema tem estado presente há alguns séculos em várias culturas, principalmente, na cultura ocidental, na qual nos apoiaremos para discutir sobre nossa hipótese.

Portanto, sendo um tema interdisciplinar, é adequado para ser abordado tanto no campo da Educação Formal como no da Não Formal, gerando conhecimento didático que pode estar presente em diferentes contextos educacionais. Um exemplo pode ser encontrado nas exposições que abordam este tema, no Museu de Astronomia e Ciências Afins (MCT/MAST)ⁱ, no Rio de Janeiro, sendo muito procuradas pelos visitantes, em especial pelo público escolar. Nelas, vários fenômenos decorrentes dos movimentos da Terra são tratados visando a ampliação da cultura dos visitantes para além dos conceitos científicos envolvidos⁶.

O tema tem sido motivo de muitas pesquisas na área de ensino-aprendizagem de ciências (Camino, 1995; De Manuel Barrabín, J., 1995), sendo já amplamente divulgadas as persistentes concepções alternativas de estudantes acerca das causas das mudanças observadas nas diferentes épocas do ano. No contexto do MAST também foram realizadas pesquisas sobre os diferentes padrões de relação entre os modelos de estudantes e os modelos dos idealizadores da exposição Estações do Ano, a Terra em Movimento (Falcão et al., 2003).

Professores em visita ao MAST por vezes também pautam suas explicações em concepções alternativas, mesclando conhecimentos que se baseiam nos sentidos com conteúdos escolarizados, assimilando as novas informações fornecidas pelas exposições do museu a seus conhecimentos cotidianos (Pozo e Gomez Crespo, 1998).

Em pesquisa⁷ sobre os *saberes da mediação* de professores da escola básica em visita ao MAST (Queiroz et al., 2003) obtivemos dados esclarecedores que trouxeram elementos cognitivos importantes para a proposta de uma abordagem multidimensional para o tema das estações, que ora relatamos, levando em conta aspectos culturais, afetivos, emocionais. Tal abordagem foi desenvolvida na atividade “*Bate papo Hiperinteressante*”⁸: *As Quatro Estações, Ciência e Arte*” realizada no primeiro domingo do mês de agosto de 2003 no MAST, destinada a público geral.

⁶ Exposições do MCT/MAST – Rio de Janeiro: *Estações do Ano, a Terra em movimento; Astronomia, uma História e Ciclos Astro-nômicos e a Vida na Terra*.

⁷ Pesquisa apoiada pela FAPERJ 2001-2002: *Os saberes da mediação na educação em museus de ciências e suas relações com o contexto escolar* (coordenação de Glória Queiroz). Na pesquisa, professores em serviço e alunos em formação inicial de professores participaram, num primeiro momento, de um curso teórico-prático. Além disso, fizeram visitas aos vários espaços do MAST e planejaram mediações, realizadas posteriormente durante visitas de seus próprios alunos ao museu.

⁸ O *Bate-Papo Hiperinteressante* é uma palestra participativa e desenvolvida num clima informal, direcionada ao público familiar. Tem por objetivo levar o participante a compreender as inúmeras temáticas científicas, motivando-o através de diversas atividades, sempre conduzidas por profissionais da área de divulgação científica especialistas em diferentes áreas do conhecimento. Esta atividade foi criada em 1998 no MAST, inspirada no programa *Science Show*, do Museu de Londres. As apresentações do ano de 2001 atividade foram alvo de pesquisa com os objetivos de: identificar padrões discursivos presentes nessa atividade, avaliar as estratégias elaboradas pelos realizadores para divulgar temas científicos, através do uso de diferentes recursos e contribuir para discussão sobre os aspectos teóricos relacionados à divulgação científica em espaços não formais. (Gouvêa, Alves e Marandino, 2003)

Por ter sido planejado na perspectiva da ampliação da Cultura de um público heterogêneo, o *Bate papo* sobre as Estações do Ano ganhou um formato propositadamente mais livre de formalismos acadêmicos do que o usualmente adotado na escola, sem no entanto se perder a oportunidade de discutir e entender as concepções alternativas à Ciência trazidas pela grande maioria dos presentes, fazendo-os avançar no sentido do modelo complexo, consensual na Ciência. O discurso participativo (Gouvêa, Alves e Marandino, 2003) implementado durante toda a atividade teve como objetivo estreitar a relação do público com a Ciência.

Cientes de que: “ *Em certos momentos cruciais da história do pensamento, a arte antecipa à ciência, ao inaugurar a utilização de noções que posteriormente iriam desempenhar um papel capital em determinadas transformações científicas basilares*” (Oliveira, 2003 p. 39), a Arte foi trazida para criar, no início do *Bate papo*, o clima motivador propício para que a emoção ganhasse um caráter cognitivo associado ao sensorial, tornando-se um guia mais eficaz que o simples raciocínio lógico, como já afirmava Mário Schenberg em 1984, em epígrafe.

Arte e Ciência nas Estações

"A palavra arte vem do latim ars e corresponde ao termo grego techne, técnica, significando o que é ordenado ou toda espécie de atividade humana submetida a regras. Em sentido lato significa habilidade, agilidade. Em sentido estrito, instrumento, ofício, ciência" (Chauí, 1996, p. 317).

Em seu sentido histórico, Arte é um conjunto de regras para dirigir qualquer atividade humana. Segundo Chauí (1996), Platão não fazia distinção entre Arte, Ciência e Filosofia, uma vez que para ele todas são atividades humanas ordenadas e regradas. Uma separação posterior das artes, em liberais (do homem livre) e servis ou mecânicas (do trabalhador manual) determinada pela estrutura social fundada na escravidão, perdurou do século II ao século XV dC.

São Tomás de Aquino (apud Chauí, 1996) traduziu essa classificação em artes que dirigem o trabalho da razão e nas que dirigem o trabalho das mãos. Na linguagem cotidiana a palavra arte foi se restringindo com o tempo ao trabalho humano voltado para o belo, enquanto que as artes mecânicas passaram a ser consideradas simplesmente técnicas oriundas da tradição ou da ciência, transformando-se em tecnologia ou artesanato.

No século XX, o estatuto da técnica ligada à Ciência modificou-se dando origem à Tecnologia, uma forma de conhecimento intimamente a ela relacionada, intercambiando Ciência e Arte papéis importantes em descobertas e na geração de conhecimento novo.

A idéia contemporânea da Arte e da Ciência como realizações humanas que envolvem representação da realidade, nas quais a criatividade e a imaginação estão presentes, nos leva ao reconhecimento, adormecido durante décadas, da aproximação dos campos de Ciência, Tecnologia e Arte que esteve presente nas primeiras análises sobre o conhecimento humano. Cientistas e artistas representam de diversas maneiras os seus objetos de interesse, em razão de suas crenças, linguagens e valores. Muitos foram os momentos históricos de inovações artísticas, científicas ou técnicas nos quais estes três campos exerceram influência uns sobre os outros. Assim, os três não perdem sua ligação com a verdade e com a beleza. Buscam caminhos de acesso ao real, não pretendem-

do imitar a realidade inacessível, mas exprimir uma realidade criada, inventada para em essência resolver problemas e comunicar sentimentos, emoções.

Para Vattimo (2000) a verdade da Arte que a Filosofia deve tentar entender é o significado ontológico para a história do sentido do ser. No nosso caso o ser que desejamos compreender e ensinar é o fenômeno das Estações do Ano. A Arte pode se emaranhar à Ciência e assim “tocar” mais significativamente as pessoas, caracterizando um outro tipo de interatividade além dos tipos mais veiculados em museus de ciência, como o *hands on* ou mesmo o *minds on*.

Há muito tempo, os seres humanos aprenderam que a natureza se repete, as chuvas, e conseqüentemente as cheias, as flores, os frutos, o frio, o calor, tudo se repete com muita regularidade. Essa repetição sempre despertou interesse por permitir a previsão de novas chuvas, novas colheitas e assim, da renovação do alimento para a subsistência da vida. No passado, medir corretamente essa repetição significou prever o futuro.

O conhecimento decorrente das necessidades, interesses e sentidos humanos sobre as estações ganhou tal magnitude que gerou uma explicação plausível do mundo cotidiano, sendo cantada em versos, músicas e prosas, além de registrada por pintores e escultores das mais diferentes regiões do planeta. Contudo os registros da simples observação da periodicidade de fenômenos naturais e das observações obtidas pelos órgãos sensoriais humanos se distanciam das explicações epistemológicas após sucessivas correções e mudanças características do processo evolutivo da produção do conhecimento científico.

Trazemos a seguir, alguns comentários sobre pesquisas relativas às concepções alternativas, às idéias da ciência, apresentadas por estudantes de diferentes níveis de ensino, que se confundem com as aceitas pelo senso comum e que foram levadas em conta ao iniciarmos a elaboração de nossa proposta de abordagem interdisciplinar do tema das estações do ano.

O que diz a literatura

No marco do paradigma construtivista, presente há pelo menos duas décadas na Educação em Ciências, o conhecimento das idéias prévias dos estudantes é o ponto de partida da ação pedagógica acerca de objetos e eventos que envolvem conceitos e teorias científicas nas explicações que a eles se relacionam, tornando-se então muito recomendável que o professor realize levantamentos junto a seus alunos do que a comunidade de pesquisadores ou professores identifica como concepções alternativas às científicas.

Muito familiares aos professores experientes, concepções sobre fenômenos e processos que ocorrem na natureza têm sido sistematicamente estudados e colecionados por pesquisadores (De Manuel Barrabín, 1995) e entre esses fenômenos se destacam os associados ao modelo cosmológico Sol-Terra.

Concepções alternativas de 904 estudantes, 12-18 anos e de 50 futuros professores, relativas ao fenômeno das Estações do Ano foram estudadas por De Manuel Barrabín, na obra citada, a partir de um questionário escrito com três questões:

- a primeira pedia que escolhessem um entre três desenhos representando a órbita da Terra em torno do Sol, sendo duas exageradamente elípticas (com o Sol no centro e com o Sol em um dos focos) e a outra circular (com o Sol no centro);

- a segunda Solicitava uma explicação de porque no verão faz calor e no inverno faz frio.
- a terceira tratava de uma aplicação do modelo e pedia uma explicação para a diferença de estações (verão ou inverno) em uma mesma época do ano de acordo com o hemisfério (norte ou sul).

A opção preferida por todas as faixas etárias na primeira questão foi a órbita elíptica, com o Sol ocupando um dos focos, exceção feita ao grupo de 12-13 anos, que escolheu a opção de órbita elíptica com o Sol no centro.

O modelo que corresponde praticamente à órbita da Terra (circular) foi escolhido por entre 5 e 10 % dos estudantes.

As respostas dadas à segunda questão geraram categorias, sendo que respostas aceitáveis foram dadas por uma faixa entre 6,8% (14-15 anos) e 22% (estudantes do magistério). A categoria que abrigou as respostas que usaram como justificativa para verões e invernos a distância Terra-Sol foi a preferida em todos os grupos etários, variando de 71,6% (15-16 anos) a 46% (estudantes do magistério). Uma categoria que reuniu as respostas que atribuem esse fato ao movimento de rotação da Terra em torno de si mesma ficou com entre 4,1% (14-15 anos) e 11,7 % (12-13 anos).

Outra categoria, que reuniu respostas que associam distância Terra-Sol à inclinação do eixo terrestre⁹ nas explicações, teve entre 6,3% (12-13 anos) e 14 % (alunos do magistério). Na terceira questão, esse mesmo modelo/argumento é o usado por um percentual que cresce para 30%, no caso dos estudantes de magistério, quando tiveram que explicar porque é verão em um hemisfério e ao mesmo tempo é verão em outro. Tal concepção nos causou estranheza por pensarmos que a aprendizagem da inclinação do eixo terrestre pudesse acabar com a explicação da distância como geradora de maior ou menor aquecimento da Terra.

Vemos com naturalidade a explicação que encontra respaldo nas impressões sensoriais do cotidiano, afinal, qualquer um que já se aqueceu junto ao fogo, ou em outros casos, precisou dele se afastar. No entanto, julgávamos que aqueles estudantes que já demonstravam conhecer a inclinação do eixo terrestre em relação à órbita da Terra no seu movimento de translação em redor do Sol poderiam abandonar a explicação da distância Terra-Sol por entenderem que tal inclinação gera incidências diferenciadas quando um hemisfério recebe a radiação Solar — mais frontal no verão e mais inclinada no inverno. Essas incidências diferenciadas estão ilustradas na figura 1.

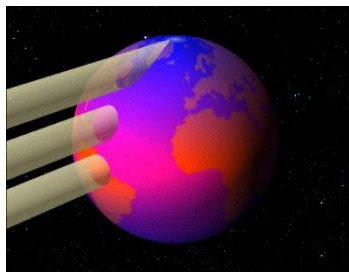


Figura 1: desenho da incidência da luz Solar sobre a superfície da Terra

⁹ Nessas respostas os sujeitos conhecem a inclinação do eixo da Terra e a usam para justificar a mudança na distância de um determinado hemisfério ao Sol ao longo do ano.

Uma Pesquisa Recentemente Realizada

É comum a testagem de concepções alternativas sobre temas ligados à Astronomia em sujeitos jovens e, normalmente em idade escolar, nos níveis Fundamental e Médio (Nussbaum & Novak, 1976; Nussbaum, 1979; Albanese, Danhoni Neves e Vicentini, 1997). É também conhecido e pesquisado sistematicamente o fato de se encontrarem em livros didáticos as mesmas concepções alternativas apontadas pelas pesquisas (Canalle et al., 1997).

Mais recentemente, em uma pesquisa realizada (Queiroz et al 2003) com professores da escola básica que acompanham seus próprios alunos a uma visita ao MAST, realizando mediações video-gravadas¹⁰ na exposição Estações do Ano do MAST, percebemos em uma das professoras o argumento da distância associado ao da inclinação do eixo para explicar as diferenças climáticas ao longo do ano. Nesse aspecto, podemos perceber no trecho abaixo o que nos chamou de início a atenção quando a professora usou inadequadamente um modelo pedagógico, enfatizando o elemento distância como causador de raios Solares mais fortes ou mais fracos.¹¹ Essa professora acompanhava sua turma de terceiro ano do nível fundamental de uma escola pública da cidade do Rio de Janeiro.

Professora: *Quando eu encosto, o aparelho tem muito mais claridade ou mais escuridão?*

Aluno: *Claridade.*

Professora: *E quando eu afasto?*

Aluno: *Vai ficando mais escuro.*

Professora: *Agora a claridade é menor por causa de quê?*

Aluno: *Da força.*

Professora: *Da força?*

Aluno: *Por causa da distância.*

Professora: *Isso! Quanto mais próximo, mais fortes os raios Solares, quanto mais distantes mais...*

Aluno: *Fracos.*

Professora: *Muito bem!*

Vemos nesse pequeno trecho um diálogo cuja estrutura é do tipo *triádico*, de acordo com Lemke¹²(1997), ou *IRF ou IRA* (Indagação-Resposta-"Feedback"/avaliação), como chamam Mercer (1997) e outros autores. A estrutura desse tipo de diálogo é caracterizada pela *iniciação*, feita pelo professor, seguida pela *resposta* do aluno e a *re-avaliação* do professor sobre a resposta dada.

É perceptível que a professora induz a resposta de seu aluno, principalmente através da entonação que utiliza ao falar. Tudo isso traz à tona sua concepção ligada à distância como responsável pelo aquecimento maior ou menor do nosso planeta.

¹⁰ As fitas das visitas video-gravadas foram transcritas pelos bolsistas PIBIC/MCT/MAST Alessandra Menezes e George Lopes e em seguida analisadas no seu conteúdo.

¹¹ Professora 1 – Exposição *Estações do Ano: A Terra em movimento* - Modelo: Raios Paralelos (modelo que procura mostrar que os raios do Sol podem ser considerados paralelos uns aos outros devido à grande distância Terra-Sol. Nesse modelo o visitante ao aproximar a fonte de luz torna os raios divergentes).

¹² Lemke elabora com maiores detalhes a caracterização do diálogo triádico ao afirmar: “O que temos, então, tanto aqui como reiterativamente no diálogo dentro da sala de aula, não é uma simples estrutura dupla pergunta-resposta, mas um padrão de pelo menos três partes: pergunta-resposta-avaliação, ao que denominarei diálogo triádico. (1997, p. 24)

Por meio de uma entrevista de explicitação realizada com a professora, ao mesmo tempo em que se assistia ao vídeo da sua visita, pudemos esclarecer o modelo gerador da concepção categorizada por De Manuel Barrabín (1995) como a categoria na qual existe uma associação entre a distância e a inclinação do eixo.

Durante a entrevista conseguimos conhecer de forma mais completa o pensamento da Professora que nos apresentou as causas da diferença na *quantidade de raios* que atinge hemisférios opostos da Terra devido à inclinação do seu eixo. Apesar de admitir a importância da inclinação ela não consegue abrir mão do argumento da distância:

Entrevistadora: ... *você está dizendo que é mais perto e ainda por cima está inclinado. É mais perto só porque está inclinado. Por estar inclinado fica mais perto do Sol? É isso?*

Professora: *Com certeza. E mais distante lá, no Norte porque a ponta está mais próxima do Sol do que ali, com certeza.*

A professora se refere a algo que de fato ocorre, a distância Terra-Sol varia, como se vê na figura 2, sendo menor no Equador e maior nos Polos, sendo verão e inverno alternadamente nos hemisférios Sul e Norte ao longo do ano:

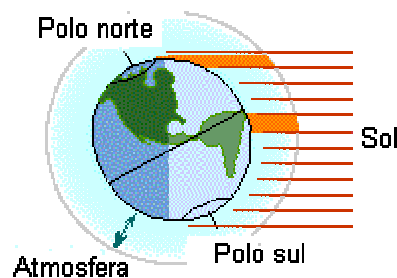


Figura 2: Raios paralelos do Sol chegando à Terra no verão do hemisfério sul.

Prosseguindo a entrevista, ao perceber o modelo da professora, a entrevistadora faz o desenho abaixo:

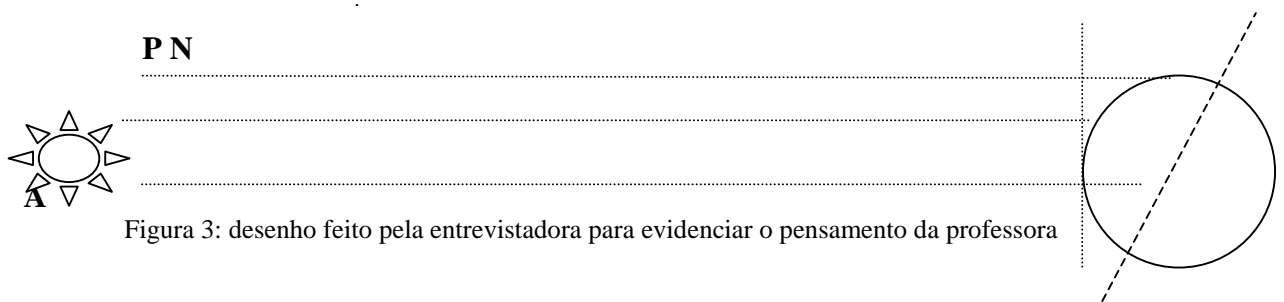


Figura 3: desenho feito pela entrevistadora para evidenciar o pensamento da professora

Entrevistadora: *Agora, se você tivesse que dizer ... quanto um dois fatores é mais importante do que o outro, a proximidade ou a inclinação?*

Professora: *Os dois.*

Entrevistadora: *Você acha que é igual, estão em pé de igualdade?*

Professora: *Pé de igualdade. É, devido à inclinação é que acontece isso.*

Entrevistadora: *Você acha que mesmo isso acontecendo bem lá distante do Sol ? ..A órbita da Terra faz um ângulo de inclinação de 23°, quer dizer, você acha que num raio aqui de...*

Professora: *Num, num raio de um planeta de, diâmetro que é o nosso, com certeza tem uma diferença...*

Entrevistadora: *Mas, você sabe a distância do Sol para a Terra?*

Professora: *Sim, não que seja...*

Entrevistadora: *Isso aqui (indicando a distância ocasionada pela inclinação) vai dar uns mil quilometrosinhos...*

Professora: *Mas é porque eu acho que você tem que contar, quando esse raio chega aqui (ponto A) em diante, não daqui para cá (de A para o Sol). Porque daqui (ponto A) para cá (Sol), se você fosse cortar aqui (ponto A), ela seria a mesma. A distância mesmo, o que conta é daqui (ponto A), como se fosse, se você colocasse aqui uma tangente aqui (ponto A). Daqui (ponto A) para cá (PN - Polo Norte) é que você vai ver a diferença. Aí é enorme.*

Entrevistadora: *– Entendi. De lá (Sol) para cá (ponto A) é igual para os dois.*

Professora: *É, isso aí. Tem que começar a contar daqui (ponto A) em diante, é essa distância aqui que pede. Entendeu? Essa faz a diferença, na minha opinião.*

Entrevistadora: *Tanto quanto da inclinação?*

Professora: *Tanto quanto da inclinação. A inclinação é hiper-importante. Se não acontecesse a inclinação, não poderia ser discutido isso agora. Por isso, a inclinação estaria em primeiro lugar, mais importante, e aí sim, a partir daqui (ponto A), por causa dessa inclinação é que os raios Solares atingem com menos intensidade, ou com mais intensidade. É isso, que você está querendo entender?*

Entrevistadora: *É esse fator distância você está considerando importante mesmo, não é?*

Professora: *É, com certeza.*

A partir deste trecho da entrevista, ficou claro que a concepção alternativa de perto e longe do Sol como geradora das estações não estava superada, apesar da incorporação na sua explicação da noção de inclinação do eixo da Terra. Esta nova noção serviu para a professora reforçar a idéia de que a distância interfere no aquecimento maior ou menor, sendo isso o que vai gerar o verão ou o inverno.

Da análise da entrevista, chegamos à conclusão de que ela não havia conseguido perceber o quanto a distância do ponto A até o ponto PN (Polo Norte) é desprezível em relação à distância entre o Sol e a Terra, e por também não possuir modelo mental para representar a distribuição diferenciada da radiação proveniente do Sol - que pode ser tida como formada por raios paralelos (em função do Sol poder ser considerado no infinito). Apenas após a construção mental de tal modelo, e apenas com ele, a distância entre a fonte e o objeto aquecido por ela poderá se tornar um fator irrelevante para as explicações sobre o aquecimento terrestre responsáveis em primeira instância pelas estações do ano.

Tudo isso nos levou a propor que fossem introduzidos modelos pedagógicos para explorar este modelo mental durante a compreensão da categoria ontológica¹³ astronômica das estações do ano, passando a partir daí a trabalhar outros diferentes fatores a serem considerados no clima de um determinado local: latitude, altitude etc. Com isso a

¹³ Categorias Ontológicas – Categorias para os objetos do mundo, a partir das quais nossa compreensão sobre o mundo é determinada – exemplos: matéria, processos, eventos etc. No caso das estações do ano, as características ambientais de uma dada estação compõem a categoria ontológica climática, enquanto as diferentes posições do planeta Terra em sua órbita em torno do Sol e suas relações com o clima compõem a categoria ontológica astronômica.

relação entre a categoria ontológica climática e a astronômica pode ser melhor trabalhada.

Abaixo nossa proposta desenvolvida no contexto não formal do *Bate papo hiperinteressante*. Nela perceberemos as concepções alternativas trazidas pelo público e forneceremos exemplos de como trabalhá-las de forma a alcançar as concepções científicas, sem no entanto desvalorizá-las.

O Bate-papo HiperInteressante

A Primavera, o primeiro concerto das Quatro-Estações de Vivaldi, já soava no aconchegante auditório do MAST, anunciando o início da atividade da tarde de domingo no MAST durante a entrada de um público de cerca de 30 pessoas, na maioria em grupos familiares: pai, mãe, filhos, avós... Anuncia-se então o tema com uma tela:

Quatro Estações: Ciência e Arte. Excelente exemplo para mostrarmos como a Ciência e a Arte sempre estiveram presentes na cultura humana. A Física se junta à Astronomia para explicar com modelos tri-dimensionais o fenômeno das estações do ano, enquanto ouvindo música e apreciando réplicas de quadros de pintura vemos como esse tema tem estado presente há alguns séculos na Arte.

Apresentadora: *_ Enquanto vamos ouvindo a música e apreciando algumas réplicas de quadros famosos de alguns pintores, nós vamos ver como este tema justamente têm estado presente há tantos séculos na Arte, assim também como na Ciência. Essa música que vocês estão ouvindo, não sei se vocês já haviam reconhecido, é uma música de Vivaldi, um italiano nascido em Veneza em 1678. Ele era padre, formou-se para ser um sacerdote, mas bem no início abdicou desta profissão propriamente dita de ser padre, de fazer missa... ele abdicou e se dedicou exclusivamente à Música. Inclusive trabalhou durante anos em um orfanato para moças na cidade de Veneza, onde ele tinha a obrigação de realizar dois concertos por mês para que elas executassem, além de ensinar os instrumentos musicais para as moças. Então esse é o Antônio Vivaldi que escreveu As Quatro Estações. ...*



Figura 4: Antonio Vivaldi - 1678-1741

Em seguida o público é levado a comparar a seqüência das estações do ano na obra de Vivaldi e no cotidiano. Animadamente as crianças presentes falam sobre as estações do ano, fazendo uso claro da *categoria ontológica* que chamaremos de *ontologia climática*, fortemente ligada ao clima europeu ou americano do norte. Nela, a Primavera é descrita como a estação das flores, o Outono a da queda das folhas e do nascimento dos frutos das árvores, o Verão a estação do calor e o Inverno a da neve e do frio inten-

so. Quanto à ordem em que as estações se sucedem, os adultos ajudam às crianças que confusas embaralham as quatro estações.

Apresentadora: *_Eu não tinha falado das quatro estações ainda não é? Então, ele têm uma obra que ficou muito conhecida que é a Quatro Estações, que vocês estão ouvindo aí no fundo musical. O que está tocando é a primeira estação, vocês sabem qual é a primeira estação?*

Público: *_Verão.*

Apresentadora: *_ Por que verão é a primeira ?*

Público: *_ Porque em janeiro é verão.*

Apresentadora: *_ Em janeiro é verão. Para a gente a primeira estação é o verão.*

Criança: *_ É! A primeira estação é o verão ...*

Público: (inaudível)

Apresentadora: *_Só que na época de Vivaldi, a considerada primeira estação..., escutem o nome, PRIMAVERA. Esse prima aí é de primeiro porque era a estação mais importante para eles, vinha justamente depois do inverno, que era um período de muita neve e muito frio. Então a primavera era uma época de festa, em que a natureza começava a aparecer de novo. Então vocês estão ouvindo a primavera.*

Nessa transcrição inicial podemos perceber que a apresentadora do *Bate papo hiperinteressante* não só permite como parece estimular o surgimento de argumentações, em lugar de respostas “de escola”, como se dá em um diálogo triádico.

Por se saber que a Arte tem sido muito relacionada à *ontologia climática* prossegue-se o *Bate-papo* apresentando-se mais acerca da obra de Antonio Vivaldi, fazendo-se de início uma interpretação do título da obra na qual se inserem as Quatro Estações: “Il cimento de la harmonia e da invencione”.

Apresentadora: *_ ... então, nessa obra composta por doze concertos, chamada “Il cimento de la harmonia e da invencione”, estão incluídos quatro concertos para as Estações, um para cada uma das estações do ano. Nesse título ele está dizendo que é o cimento da harmonia e da invenção; o quê que ele quer dizer com isso? Cimento para a gente é aquilo que o pedreiro usa para colar o azulejo, para fazer o piso.. . o que a gente coloca no cimento? Uma porção de coisas diferentes não é? Mistura com pedra...Mas cimento em italiano também dá essa idéia de contenda, de uma briga, de uma luta. Então ele dizia que era o cimento da harmonia com a invenção. Com isso ele estava querendo dizer que a música tinha que ter duas preocupações ao mesmo tempo. Uma era com a razão, com a forma, com as regras para compor uma obra musical, mas ao mesmo tempo para compor alguma coisa diferente ele tinha que trazer a fantasia, a criatividade, a “invencione”. A “invencione” tinha que se submeter de alguma forma a razão mas tinha que ser algo diferente. Então o cimento da harmonia com a invenção é justamente o que está presente nesta obra do Vivaldi.*

Apresenta-se logo a seguir na tela um soneto escrito em italiano antigo (ou algum dialeto não identificado por nós), encontrado nas partituras das Quatro Estações, relatando-se ser tal texto um dos quatro atribuídos por muitos ao próprio Vivaldi, sendo um para cada uma das estações.

Apresentadora: *_ Bem o Vivaldi fez bem mais do que isso, que é interessante contar aqui. Ele escreveu uns sonetos.*

Menino: *_ O que é um soneto?*

Apresentadora: *_ Soneto é uma poesia, que tem uma forma bem arrumadinha, ela tem uma forma especial ... antigamente todo namorado tinha que escrever um soneto para sua namorada para se declarar. Era bonito o negócio! Hoje não de usa mais ... mas ainda E tem gente que faz poesias ...existe os poetas . Mas o Vivaldi...*

Menino: *_ O namorado da minha irmã fez isso!*

Apresentadora: *_ Então ele é um romântico. Mas o Vivaldi, a poesia dele não era para nenhuma namorada, ainda mais que era um padre, a poesia dele foi para as quatro estações. Ele fez uma poesia para cada estação, começando pela primavera. E ao mesmo tempo que ele fez a poesia, ele deu a idéia para gente de como era a vida lá na Itália na época que ele viveu, porque a poesia retrata os costumes dos homens e das mulheres na época e ao mesmo tempo mostrando como isso mudava de estação para estação. Então a primeira estação para eles qual é?*

Menino: *_ Primavera*

Na tela aparece o primeiro soneto:

PRIMAVERA¹⁴

PRIMAVERA – Mi maior

I Allegro

"Giunt' è la Primavera e festosetti
La Salutan gl' Augei con lieto canto,
E i fonti allo Spirar de' Zeffiretti
Com dolce mormorio Scorrano intanto:
Vengon' coprendo l' aer di nero amanto
E Lampi, e tuoni ad annuntiarla eletti
Indi tacendo questi, gl' Augelletti;
Tornan' di nuovo al lor canoro incanto:"

II Largo

"E quindi sul fiorito ameno prato
Al caro mormorio di fronde e piante
Dorme 'l Caprar col fido can' à lato."

III Allegro

"Di pastoral Zampogna al suon festante
Danzan Ninfe e Pastor nel tetto amato
Di primavera all' apparir brillante."

PRIMAVERA

I Allegro

Chegada é a primavera e festivos
A saúdam os pássaros com alegre canto
E os rios, ao sopro dos zéfiros,
Correm entrementes doce murmúrio:
"Venham cobrindo o céu de negro manto
Raios e trovões, escolhidos para anunciá-la
E quando estes se aquietam;
Voltam os pássaros ao seu canoro encanto"

II Largo

E depois sobre o prado ameno e florido
Ao caro murmúrio das folhagens e das frondes
Dorme o Caprar¹⁵ com o fiel cão ao lado.

III Allegro

Ao som festivo de rústicas flautas
Dançam ninfas e pastores sob o amado
E luminoso céu da Primavera.

Original e tradução do soneto Primavera de Vivaldi

Apresentadora: *_ Primavera. ... e a primavera deles começava no dia 21 de março. Diferente da nossa, a nossa começa no dia 21 de setembro, mas a deles começa no dia 21 de março. Por que será isso? Por que eles moram em que?...No ouro hemisfério. A gente mora em um hemisfério e eles moram no outro. A gente vai ver depois como é que isso faz mudar ... faz cada hemisfério ter uma estação diferente...Tudo isso que está se passando não é em nenhuma das Américas. Apesar de que nessa época a*

¹⁴ Os demais sonetos - Verão, Outono e Inverno encontram-se no Anexo 1.

¹⁵ Caprar, Pastor de cabras.

América já havia sido descoberta, não é? Mil e seiscentos, mil e setecentos... A época que esta música foi feita, olha lá 1725. O Brasil já havia sido descoberto.

O Menino A intervém e com rapidez mostra que sabe fazer contas de subtrair.

Menino: *_ Há 225 anos !*

A apresentadora começa a interpretação do soneto, buscando a participação do público:

Apresentadora: *_É, 225 anos depois. Olhem só esse soneto da primavera, Olhem só o que ele diz da primavera: “chegado a primavera e festivas saúdam os pássaros com alegre canto...” O que está dizendo para a gente que a primavera era alegria, festa ...os pássaros cantavam... “e os rios ao respirar dos zéfiros...” – zéfiros era um dos ventos, eles dão um nome para cada vento. Tinha um vento que vinha do norte e um vento que vinha do sul. Então zéfiro era o vento que vinha do sul. Se a gente pudesse voltar a música no início vocês poderiam perceber os raios e trovões na melodia anunciando a primavera que está chegando. Depois ele vai falando primavera ... “sobre o prado florido ... Tudo está indicando como era a primavera, como Vivaldi via a primavera.(...)*

Prosseguindo, a apresentadora mostra reproduções de Pintura relativas às estações do ano, procurando questionar a ontologia climática dos participantes:

Apresentadora: *_ Gente isso aqui é uma outra coisa, voltando mais atrás no tempo, não foi só na música que as estações do ano estiveram presente, mas também na pintura. Vocês estão achando bonito isso aí? Essa aí é primavera. Foi assim que esse pintor Giuseppe Arcimboldo, que viveu entre 1530-1593, descreveu a primavera. Reparar, o que têm lá na cabeça dele? Uma porção de florezinhas. Então mais uma vez confirmando isso, que a gente vê que a primavera é a estação das flores. Apesar de que no Brasil hoje nós estamos no inverno agora e olhando lá fora está cheio de flores. Mas isso é aqui no Brasil.*



Figura 5: Tela PRIMAVERA de Giuseppe Arcimboldo

Como forma de trazer a ligação entre o que ocorre nos céus com as mudanças climáticas vivenciadas na Terra, a tela que se segue na apresentação ao público mostra algumas reproduções das interessantes e famosas iluminuras¹⁶ góticas feitas pelos irmãos Limbourg para o "Livro das horas do duque de Berry" no século XV. A obra completa reproduz aspectos da vida aristocrática da idade média europeia ao longo dos doze meses do ano. Escolheu-se o mês de março, o primeiro da Primavera e chamou-se

¹⁶ Iluminuras gótica são pinturas a guache de estilo gótico. As apresentadas durante o bate-papo fazem parte do livro As mais ricas horas do Duque de Berry exposto em um museu francês na cidade de Chantilly e foram ampliadas e pintadas em uma abóboda que serve de teto à sala que retrata a astronomia na idade média em uma das exposições do MAST – *Astronomia uma História*.

atenção em primeiro lugar para aspectos agrários retratados na iluminura, para, em seguida, comentar os símbolos que aparecem na parte superior, retratando as constelações nas quais o Sol “se encontra” – Peixes e Áries.



Figura 6: Iluminura do Duque de Berry –Irmãos Limbourg - 1416

Apresentadora: *_ Voltando mais atrás no tempo ainda, olhem só. Vamos para 1416, o Brasil não estava descoberto ainda. (apontando para o data show) Isso são as iluminuras do livro das horas do Duque de Berry. Esses irmãos Limbourg., foram três artistas que fizeram esses desenhos, são umas iluminuras muito bonitas num livro que conta como era a vida na época. Numa exposição lá em cima no Museu, numa sala branca, se vocês olharem para o céu, para o alto, para o teto, vocês vão ver todas essas iluminuras do Duque de Berry. E essa aí está representando justamente a primavera. Quando acabou o inverno a Terra começa a ser arada para se fazer a plantação das sementes e de todas as plantas. Vocês estão reconhecendo alguma coisa ali em cima, dá para ver alguma coisa?*

Menino: *_ Dá para ver uma cidade.*

Apresentadora: *_ Lá no final tem uma cidade. Mas lá em cima de tudo, o que será aquilo ali? Alguém falou Zodiaco? Parece um pedaço do Zodiaco, não parece? O Zodiaco é o caminho por onde o Sol passa ao longo do ano. Ele já sabiam em 1416 que, olhando aqui da Terra para o Sol, ele estava na constelação de peixes... estão vendo aqueles dois peixinhos ali ... eles já sabiam, eles já conheciam.*

Menino: *_ As pessoas faziam isso para orientar o gado, não é?*

Apresentadora: *_ Para se orientarem, para saber o que estava acontecendo ... eles se orientavam pelo céu.... para cuidar do gado também, não é? Isso é uma outra demonstração de como é que o assunto das estações do ano estava presente no século XV, 1416. Aqui um pouquinho para frente, ainda na primavera, os passeios que eles podiam fazer, as festas que eles falavam... aquelas festas que Vivaldi falou estão presentes aqui, todo mundo arrumado e bonito para festa, porque a primavera é a época de festa ... aqui no céu você já tem Touro e aqui Gêmeos... quem quiser ver melhor isso vai ver lá na exposição....*

É muito fácil perceber o envolvimento das crianças com a apresentação. As interrupções feitas à apresentadora são em geral para apresentar um raciocínio, o que mostra o interesse do público.

Procedimento análogo foi feito para cada uma das estações, para se abordar de forma mais específica a categoria ontológica que chamaremos de *ontologia astronômica*. Ela não foi mencionada inicialmente pelo público, apesar do encaminhamento do bate papo ter propiciado seu surgimento entre alguns participantes. Segundo essa categoria, as estações do ano são reconhecidas como posições diferenciadas do planeta Terra em relação ao Sol, durante o seu movimento de translação, estabelecendo-se uma analogia às estações por onde passam os trens. Os aquecimentos diferentes do planeta ao longo do ano se relacionam às diferentes posições orbitais ou, no análogo, diferentes estações de parada.

Voltando-se aos sonetos de Vivaldi, elementos para a construção da ontologia astronômica para as estações do ano foram trazidos ao público nos versos relativos ao Verão¹⁷:

*“Sob a dura estação incendiada pelo Sol
Dorme lânguido o homem, repousa o rebanho e arde o pinheiro;”*

Pediu-se que o público interpretasse o que Vivaldi quis dizer com *estação incendiada pelo Sol*:

Apresentadora: *_ O que será que Vivaldi está chamando de estação incendiada pelo Sol? Será que nas outras estações não têm Sol?*

Menino: *_ É que o Sol está mais quente.*

Apresentadora: *_ Ah! É que o Sol está mais quente, muito bem! Isso mesmo! Mas a Primavera têm Sol também. Só que o Verão é a estação incendiada pelo Sol.*

Neste momento, a apresentadora entrega a um menino da platéia um modelo pedagógico que usa uma bola de isopor atravessada por uma haste metálica para representar o planeta Terra com seu eixo imaginário e uma luminária de pé para representar o Sol. Entrega também um prego pintado de amarelo, que chama de bonequinho.

Apresentadora: *_ Olha só, bota aqui esse “bonequinho” amarelinho aqui. (o menino prende o “bonequinho” na bola de isopor).*

Apresentadora: *_ Muito bom! No hemisfério sul, não é? Então, o quê você está vendo? Dirigindo-se ao público: Vocês estão vendo a sombra daí do bonequinho?*

Menino: *_ Tô!*

A apresentadora quer que o público observe no modelo da Terra, que está sendo iluminado por uma fonte de luz, as sombras ao longo de um dia do “bonequinho”, enfatizando a menor sombra ao meio-dia:

Apresentadora: *_ Olha aqui a sombra dele, ó!*

Menino: *_ Caraca!*

Apresentadora: *_ Repara só, como que é que eu vou fazer ele ficar de noite. O quê que acontece pra ele ficar de noite? (Neste momento, o Menino A gira o modelo da Terra nas mãos da apresentadora). Rodou, rodou, rodou. Tem que rodar, aí ele tá de noite. Aí agora vai começar a chegar de manhã. Qual é o tamanho da sombra dele de manhã, ó? Não é grandona?*

¹⁷ No Anexo 3 apresentamos versos do poeta brasileiro Mário Quintana. Tais versos também propiciam análise análoga ao realizado com os sonetos de Vivaldi.

Menino: *_ Pô, de noite nem aparece.*

Apresentadora: *_ De dia, a sombra dele, ao meio-dia é que você tem a menor sombra, não é?*

Menino: *_ É.*

Apresentadora: *_ Isso é o que é o meio-dia, a menor sombra.*

Logo em seguida o tema das estações é explicitamente questionado pela apresentadora que insiste na participação do público:

Apresentadora: *_ Eu não sei se vai dar para todo mundo ver. (mostra o modelo da Terra ao público presente no auditório). Bom, o quê que a estação do ano tem a ver com o Sol e com a Terra? Por que temos estação do ano?*

Menino: *_ Ah, eu sei!*

Apresentadora: *_ Por que acontecem as estações do ano? Hein, gente! Por que que vocês sabem que tem estação do ano? Alguém pode ajudar? Quem é que pode ajudar? Dá uma “dicazinha” qualquer.*

As respostas do público são uma a uma comentadas pela apresentadora:

Menino: *_ Já sei, eu acho que é pra fazer frio e calor.*

Apresentadora: *_ Ah, é para fazer frio e calor que tem estação do ano? Tudo bem! Agora, mas por que tem estação do ano? Eu não perguntei para quê, eu perguntei por que? O quê que acontece? Você tá pensando estação aquilo tudo o que a gente viu ali, né? Na primavera tem flores, no inverno bate um monte de frio.*

Menino: *_ A primavera é para ficar boa.*

Apresentadora: *_ É. Agora eu estou querendo uma ajuda é por que que tem? Só ele que participa. Aí, vamos ver se todo mundo participa também. Ele está querendo participar.*

Menino: *_ O verão é para ficar quente.*

Apresentadora: *_ É para ficar quente, para ficar frio, para ter flores, para ter frutos, tudo bem! Agora, eu não perguntei para quê, eu perguntei por que? Não muda a minha pergunta. Eu perguntei por que*

Outra criança: *_ Para dividir o ano.*

Apresentadora: *_ Para dividir o ano. Bom, muito bom! Porque contar dia a dia é muito difícil mesmo. Dia 1, dia 2, dia 3, dia 4, aí fizeram as estações. Dentro das estações tem os meses, tem as semanas. Mas isso ainda é uma resposta de para quê, não é? Mas, eu quero saber o porquê. O quê que acontece com a Terra, pois vocês sabem que a gente mora nesse planeta daqui, não é? Aqui nosso planetinha até com os continentes todos aqui. (A apresentadora traz um outro modelo da Terra, este mais detalhado, mostrando os continentes).*

Mulher: *_ Rotação.*

Apresentadora: *_ Rotação. Rotação, aonde?*

Mulher: *_ Em torno do Sol.*

Apresentadora: *_ Em torno do Sol. Rotação em torno do Sol. Quer dizer a Terra (A apresentadora simula o movimento de rotação em torno do Sol) além de fazer os dias e as noites rodando assim, ela ó, vai, lá vai ela no seu caminho, na sua órbita, não é? Na sua órbita em torno do Sol, ela vai fazendo assim. Bom, se ela vai fazendo assim,*

por que tem uma época que o pessoal fica morrendo de frio e outra época fica todo calorento, com calor? O que acontece?

Algumas pessoas respondem, mas é inaudível.

Apresentadora: *_ Vocês tem uma dica? Isso aqui... (aponta para o modelo da Terra) o Sol é quente pra caramba, não é? Tem alguma coisa a ver com ele?*

Público responde, mas é inaudível.

Apresentadora: *_ Aproxima e afasta?*

A maioria do público concorda apesar de alguém responder Não.

Uma criança: *_ Isso leva um ano.*

Apresentadora: *_ Isso leva um ano. Isso mesmo? Essa voltinha aqui eu dei muito rápido. Isso leva um ano, um tempão para passar, não é? Até chegar o Papai Noel de novo demora, não é? Mas eu quero saber: está aqui Terra, está aqui o Sol, estamos combinados, não é? Terra, Sol. Por que ela fica quente, por que ela fica fria?*

Menino: *_ Por causa do verão e do inverno.*

Apresentadora: *_ Daí você deu a volta na volta. Eu quero saber o que está por trás disso?*

A apresentadora prossegue formulando questões capazes de gerar outros modelos mentais além daqueles que estão ligados de forma mais simples aos sentidos, como o que associa diretamente o verão à maior proximidade da Terra ao Sol:

Apresentadora: *_ Por que verão? Por que inverno? Por que frio? Por que quente? Vamos lá! Vamos lá! Então espera um pouquinho.* (A apresentadora dirige-se pra o Menino A) *Espera um pouquinho para ver se outro alguém ajuda. Vamos ver quem quer ajudar? Vamos lá gente! Para ajudar um pouquinho.*

Um adulto resolve participar.

Homem: *_ A distância, não é?*

Apresentadora: *_ A distância. O quê que tem a distância?*

Homem: *_ Ela (a Terra) vai girar elipticamente. Vai ter uma hora que ela vai estar mais próxima, outra hora que vai estar mais perto.*

A apresentadora traz o argumento que tenta atacar a concepção que relaciona o aquecimento à distância:

Apresentadora: *_ Assim mais próximo, assim mais afastado, assim mais próximo, mais afastado. Aí depois mais próximo aqui embaixo, mais afastado. Não ia ser verão para o pessoal todo aqui na Terra? Para todo mundo ao mesmo tempo?*

Neste momento veremos aparecer uma concepção igual à trazida pela professora participante da pesquisa sobre os saberes da mediação em museus, relatada anteriormente neste trabalho. Apesar de, como ela, o participante do Bate papo já mostrar que conhece a inclinação do eixo da Terra em relação ao plano da sua órbita em torno do Sol, o argumento da distância se sobrepõe e usa a inclinação do eixo para o papel de responsável pelas diferenças de distâncias.

Homem: *_ A Terra mantém a rotação em torno do seu próprio eixo e a inclinação.*

Com as sugestões do rapaz, a apresentadora posiciona a Terra em torno da fonte luminosa, que está representando o Sol, e dá início a uma argumentação com o objetivo de construir uma representação para diferentes aquecimentos da Terra que não requeiram a maior ou menor distância entre a Terra e o Sol:

Apresentadora: *_ Bom... mas então o importante disso aqui é como ele falou, é a inclinação, não é? Porque olha só! (pega uma folha de papel e a posiciona de frente para a fonte luminosa, em vários ângulos). Se eu tenho uma folha assim, recebendo os raios assim (perpendicularmente), ela tá recebendo uma quantidade grande de incidência de radiação. Se ela estiver assim (ângulo de 0°) o quê que acontece?*

Público: *_ Nada.*

Apresentadora: *_ Nada, não é? Por que está passando direto. Não passa nem por ela. Se eu começar a inclinar assim, aí é que começa a chegar alguma coisa, não é? Então como ele falou, olha só, quando você está aqui, o quê que acontece? Você tem uma incidência grande aqui, e aqui está inclinado.*

A apresentadora coloca a folha de papel sobre o modelo da Terra sendo iluminada pela fonte de luz, usando-a como se fosse um campo de futebol e colocando-o ora no hemisfério norte ora no sul:

Apresentadora: *_ Olha a inclinação como é diferente, estão vendo? Imagina um campo de futebol no hemisfério sul, no verão deles, no nosso. Aqui é o verão, aqui é o inverno, não é? No verão, uma incidência grande, pouca sombra ao meio-dia, muito calor!. Aqui, no inverno, uma incidência, ó! Os raios vem raspando...*

Menino: *_ Em cima, eles não vão poder jogar futebol, porque no verão só se vai à praia.*

Um argumento que leva em conta a grande distância do Sol à Terra é também utilizado para convencer o público de que a explicação para as estações é outra:

Apresentadora: *_ Então, acaba que aquela explicação da distância, ela é até supérflua, porque o Sol tá muito, muito, muito distante, né? O que é mais importante mesmo é a inclinação. A inclinação já é uma justificativa que dá conta, você não precisa entrar ainda com essa coisa da distância. Porque isso, aqui ou aqui para o Sol, que está tão longe, você pode dizer que isso se torna mesma distância. Mas o fato de que isso aqui está de cara com o Sol. No verão, por que o Vivaldi fala lá, que o Sol é... como é que ele fala? Porque o Sol, ele está a pino, não é? Ao meio-dia, o Sol bem forte, bem a pino. Mas a tarde diminui, mas assim mesmo já esquentou tanto a Terra durante o dia, né? E no meio do caminho aqui então você tem a primavera pra quem saiu do inverno, né? E o outono pra quem saiu do verão.*

A apresentadora procura então fazer com que o público perceba no modelo da bola de isopor as diferentes iluminações. Antes, na ausência de um modelo mental para a diferença de aquecimento de uma superfície em função do ângulo de incidência do fluxo luminoso proveniente de uma fonte o suficientemente distante para que seus raios

sejam considerados paralelos (ver figura 1), ficava muito difícil perceber diferentes iluminações ou aquecimentos, por meio de qualquer experiência realizada com modelos pedagógicos (seja uma bola de isopor atravessada por uma haste, iluminada por uma lâmpada representando o Sol ou um modelo no qual a palma da mão receba iluminação de forma frontal ou oblíqua).

Durante o bate papo tentou-se então com os participantes encaminhar a construção de um modelo mental a partir a representação mental de um campo de futebol nas diferentes regiões da Terra (figura 1). Associou-se a isso a sensação de maior ou menor aquecimento ao longo de um dia, estando o Sol mais alto no céu (ao meio-dia) ou mais baixo (ao amanhecer ou a tardinha), comparando-se em seguida o mesmo horário no verão e no inverno, para então possibilitar que conseguissem perceber diferenças na iluminação dos diferentes hemisférios ao longo de um movimento completo de translação da Terra em torno do Sol quando se mantém o eixo (haste) inclinada em relação ao plano da órbita.

A tentativa de se levar os aprendizes a desprezarem a pequena diferença de distância na chegada da luz Solar aos dois hemisférios, causada pela inclinação, diante da imensa distância que nos separa do Sol, só surte efeito para aqueles que já estão convencidos da importância do ângulo de incidência do fluxo sobre uma superfície e que construíram um modelo mental convincente. Nos demais casos, a ontologia climática para as estações do ano permanece ligada fortemente aos sentidos humanos, os mesmos que fazem com que nos aproximemos de uma fogueira no frio e nos leva a evitar o forte calor de uma fonte luminosa nos afastando dela.

Considerações Finais:

O objetivo deste trabalho foi o trazer um tema que tem sido motivo de muita dificuldade didática tanto para professores quanto para mediadores em museus de ciência: as Estações do Ano. Tal dificuldade levou o MAST a elaborar uma exposição dedicada exclusivamente ao tema. Uma professora participante da pesquisa sobre os saberes da mediação, ao apresentar de forma bastante clara sua concepção alternativa, ajudou-nos a refletir sobre a importância e a dificuldade da construção de um modelo mental que gerasse a concepção aceita pela Ciência.

A aridez do tratamento do tema sob o ponto exclusivo da Ciência com um público heterogêneo que frequenta o *Bate Papo Hiperinteressante* do MAST nos levou a uma proposta para ser usada tanto na divulgação como na sala de aula que parte da ontologia climática por ser ela facilmente reconhecida na nossa cultura, mesmo que seja artificial por trazer estereótipos do clima europeu (flores na primavera, neve no inverno, frutos no outono...).

Partindo de objetos e eventos da Arte, que se harmonizam com a vivência cultural ocidental, pudemos recuperar fragmentos de ambas ontologias, climática e astronômica, presentes nas obras de Vivaldi, Arcimboldo e dos irmãos Limbourg para assim motivar a construção de um modelo mental epistemológico que tem suas bases na Física-Matemática. A construção desse modelo foi feita a partir de modelos pedagógicos tridimensionais e da rememoração de fatos do cotidiano, como observação de sombras ao longo de um dia ou do ano, relacionando-as à altura em que o Sol é visto no céu e às diferentes posições da Terra no seu movimento de translação.

Tal construção se deu em meio a um entrelaçamento entre a ontologia climática e a ontologia astronômica, possibilitando o trabalho didático dos diferentes climas nas

quatro estações do ano em diferentes regiões do planeta Terra, ficando mais claro para os participantes que pelo fato do planeta estar em diferentes posições ao longo do seu caminho em torno do Sol, as diferentes inclinações de áreas localizadas mais próximo ao equador ou aos polos (N e S) farão ainda com que os climas locais sofram menores ou maiores mudanças ao longo de um ano.

Como afirmam Pozo e Gomez Crespo (1998), no momento de gerar representações específicas para prever ou explicar qualquer fenômeno no cotidiano, nosso conhecimento intuitivo assume de forma implícita certos princípios sobre a natureza da realidade e atua conforme eles. No caso das estações do ano o que se mostra como implícito para os seres humanos é o aquecimento maior ou menor de acordo com a distância do objeto à fonte. O modelo da distribuição da radiação pela superfície de acordo com o ângulo de incidência foi elaborado pela ciência para dar sentido a uma realidade que não é facilmente percebida pelo senso comum imerso em figurações estéticas culturais.

Referências

- ALBANESE, A DANHONI NEVES, M. C. AND VICENTINI, M. Models in Science in Education: A Critical Review of Research on Student's Ideas about the Earth and its place in the universe **Science & Education** 1997 (6) 573-590
- CAMINO, N. Ideas Previas y Cambio Conceptual en Astronomía. Un Estudio com Maestros de Primaria sobre el Día y la Noche, las Estaciones y las Fases de la Luna. **Enseñanza de las ciencias** vol 13, nº 1, p. 81-96, 1995.
- CANALLE, J.B.G.; TREVISAN, R.H.; LATTARI, C. J. B. Análise do Conteúdo de Astronomia de Livros de Geografia de 1º Grau – **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol. 14, nº 3, p. 254-263, 1997.
- CHAUI, M. **Convite à Filosofia**. São Paulo: Editora Ática S.A, 1996.
- DE MANUEL BARRABÍN, J. Por que hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Terra. **Enseñanza de las ciencias** vol 13, nº 2, p. 227 – 236, 1995.
- FALCÃO, D. COLINVAUX, D; KRAPAS, S.; QUEIROZ, G.; CAZELLI, S.; ALVES, F.; GOUVÊA, G. e VALENTE, E. "A Model-Based Approach to Science Exhibitions Assessment in Museums: A Study Carried out in a Brazilian Astronomy Museum" aceito para publicação em *International Journal of Science Education* em 2003.
- GOUVÊA, G.; ALVES, F. e MARANDINO, M. Programas de Divulgação Científica e Interações Discursivas comunicação oral apresentada no **II Encontro Internacional de Linguagem, Cultura e Educação**, UFMG, 2003.
- LEMKE, J.L **Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores** Barcelona: Paidós 1997
- MERCER, N. **La Construcción Guiada del Conocimiento** Buenos Aires/ Barcelona: Paidós. 1997
- NUSSBAUM, J. Children conceptions of the earth as a cosmic body, **Science Education**, 65 (1), p. 83-93, 1979.
- NUSSBAUM, J. NOVAK, J.D. Na assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interview, **Science Education** 60 (4), p. 535-550. 1976.
- OLIVEIRA, L.A **Imagens do Tempo In: Tempo dos Tempos** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

G. Queiroz, M. C. Barbosa Lima e M. das M. Vasconcellos

POZO, J.I. E GOMEZ CRESPO, M. A **Aprender y enseñar ciencia** Madrid: Morata, 1998. 331p.

QUEIROZ, G.; VASCONCELLOS, M.M.; KRAPAS, S.; MENEZES, A e DAMAS, E. Saberes da Mediação na Relação Museu-escola: Professores Mediadores Reflexivos em Museus de Ciências. Submetido ao 4º ENPEC Bauru, 2003.

SCENBERG, M. **Pensar Criativo: Natureza e Universo** São Paulo: ECA/USP, 2000

VATTIMO, G. **Para Além da Interpretação**. Rio de Janeiro: ESPAÇO E TEMPO, 2000.

Figuras

Figura 4: Antonio Vivaldi - 1678-1741

<http://www.antonio-vivaldi.org/>

Figura 5:Tela PRIMAVERA de Giuseppe Arcimboldo

<http://www.illumin.co.uk/svank/biog/arcim/arcidx.html>

Figura 6: Iluminura do Duque de Berry –Irmãos Limbourg - 1416

<http://www.kfki.hu/~arthp/html/l/limbourg/>

ANEXO 1 - Sonetos de Vivaldi para os concertos As Quatro Estações (1725)

<p>VERÃO Sol Menor I Allegro non molto "Sotto dura Staggion dal Sole accesa Languè l' huom, languè 'l gregge, ed arde il Pino; Scioglie il Cucco la Voce, e tosto intesa Canta la Tortorella e 'l gardelino. Zeffiro dolce Spira, mà contesa Muove Borea improvviso al Suo vicino; E piange il Pastorel, perche sospesa Teme fiera borasca, e 'l suo destino;"</p> <p>II Adagio e piano - Presto e forte "Toglie alle membra lasse il Suo riposo Il timore de' Lampi, e tuoni fieri E de mosche, e mossoni il Stuol furioso!"</p> <p>III Presto "Ah che pur troppo i Suo timor Son veri Tuona e fulmina il Ciel e grandioso Tronca il capo alle Spiche e a' grani alteri."</p>	<p>VERÃO Sob a dura estação incendiada pelo Sol Dorme lânguido o homem, repousa o rebanho e arde o Pinheiro; O cuco Solta sua voz que tão logo ouvida Libera o canto da pomba e do pintassilgo <u>Zeffiro</u> respira, mas contido Mas súbito se aproxima, disputante e rumuroso o <u>Boreal</u> ; Lamenta-se o pastor: terrível tempestade Ameaça-lhe o seu destino;</p> <p>II Adagio e piano - Presto e forte Não tem repouso seus membros cansados Pelo temor dos raios e dos ferozes trovões E de moscas, e moscardos furioso zumbido!</p> <p>III Presto Lástima! Têm fundamento seus temores: <u>Trovoa e fulmina o céu grandioso</u> Devasta o trigal maduro.</p>
<p>Outono Fá Maior I Allegro "Celebra il Vilanel con balli e Canti Del felice raccolto il bel piacere E del liquor de Bacco accesi tanti Finiscono col Sonno il lor godere"</p> <p>II Adagio molto "Fà ch' ogn' uno tralasci e balli e canti L' aria che temperata dà piacere, E la Staggion ch' invita tanti e tanti D' un dolcissimo Sonno al bel godere."</p> <p>III Allegro "I cacciator alla nov' alba à caccia Con corni, Schioppi, e canni escono fuore Fugge la belua, e Seguono la traccia; Già Sbigottita, e lassa al gran rumore De' Schioppi e canni, ferita minaccia Languida di fuggir, mà oppressa muore."</p>	<p>Outono I Allegro Com danças e cantos o camponês Celebra alegre a feliz <u>colheita</u> E pelo <u>licor de Baco</u> (vinho) Acaba por adormecer no sono o seu prazer</p> <p>II Adagio molto Todos vão se aquietando Inebria a fragrância do ar suave A tantos a <u>estação</u> A um dulcíssimo repouso de um profundo sono</p> <p>III Allegro O caçador ao amanhecer vai à caça Coma armas, trompas e cães se movimentam. Foge a fera e lhes seguem os rastros; Aterrorizada e aturdida Pelos tiros e latidos Ferida tenta escapar, mas dominada morre.</p>
<p>INVERNO Fá menor I Allegro non molto "Aggiacciato tremar trà neri algenti Al Severo Spirar d' orrido Vento, Correr battendo i piedi ogni momento; E pel Soverchio gel batter i denti;"</p> <p>II Largo "Passar al foco i di quieti e contenti Mentre la pioggia fuor bagna ben cento"</p> <p>III Allegro "Caminar Sopra 'l giaccio, e à passo lento Per timor di cader gersene intenti; Gir forte Sdruzziolar, cader à Terra Di nuove ir Sopra 'l giaccio e correr forte Sin ch' il giaccio si rompe, e si disserra; Sentir uscir dalle ferrate porte Sirocco Borea, e tutti i Venti in guerra Quest' é 'l verno, mà tal, che gioja apporta."</p>	<p>INVERNO I Allegro non molto <u>Tremar</u> de frio na neve alva Ao sopro rigoroso do <u>horrível vento</u>, Correr batendo os pés a todo momento E ante o gelo, tiritar, <u>bater os dentes</u>;</p> <p>II Largo Passar junto à <u>lareira</u> os dias calmos e contentes Enquanto a <u>chuva</u> cai em torrentes.</p> <p>III Allegro Caminhar sobre o <u>gelo</u> e a passo lento Cuidadoso pelo temor de cair; Voltar-se abruptamente, escorregar, cair De novo andar sobre o gelo e correr Até que ele rompa e se fragmente; E escutar rugir através das portas de ferro O Sirocco, Boreal e todos os ventos em guerra Este é o <u>inverno</u>, estas as suas alegrias.</p>

ANEXO 2 - As Estações do Ano do pintor italiano Giuseppe Arcimboldo (1530-1593)



VERÃO



OUTONO



INVERNO

ANEXO 3 - Poesias sobre as Estações do Ano escritas por Mário Quintana (1906-1994) -Antologia Poética, Porto Alegre: L&PM, 1997

PRIMAVERA	VERÃO	CANÇÃO DE OUTONO	CANÇÃO DE INVERNO
<p>Primavera cruza o rio Cruza o sonho que tu sonhas. Na cidade adormecida Primavera vem chegando. Catavento enlouqueceu, Ficou girando, girando. Em torno do catavento Dancemos todos em bando. Dancemos todos, dancemos, Amadas, Mortos, Amigos, Dancemos todos até Não mais saber-se o motivo... Até que as paineiras tenham Por sobre os muros florido!</p>	<p>Quando os sapatos ringem - quem diria? São os teus pés que estão can- tando</p>	<p>O outono toca realejo No pátio da minha vida. Velha canção, sempre a mesma, Sob a vidraça descida... Tristeza? Encanto? Desejo? Como é possível sabê-lo? Um gozo incerto e dorido De carícia e contrapelo... Partir, ó alma, que dizes? Colher as horas, em suma... Mas os caminhos do Outono Vão dar em parte nenhuma!</p>	<p>O vento assobia de frio Nas ruas da minha cidade Enquanto a rosa-dos-ventos Eternamente despeta-se... Invoco um tom quente e vivo _ o lacre num envelope? - e a névoa, então, de um outro século no seu frio manto envolve-me Sinto-me naquela antiga Londres Onde eu queria ter andado Nos tempos de Sherlock - o Lógico E de Oscar - pobre Mágico... Me lembro desse outro Mário Entre as ruínas de Cartago, Mas só me indago: - Aonde irão Morar os nossos fantasmas?! E o vento, que anda perdido Nas ruas novas da Cidade, Ainda procura, em vão, Ler os antigos cartazes...</p>

ⁱ "O Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast) caracteriza-se como uma instituição de pesquisa em história da ciência e educação; de organização e preservação de acervos instrumentais e documentais relevantes para a história da ciência e de promoção da educação não formal em ciências. Em educação em ciência realizou nos últimos anos investigações sobre os padrões de interação entre professores-estudantes-exposições e as formas de apropriação dos conteúdos das exposições, acompanhando os referenciais teóricos adotados nas pesquisas de ensino-aprendizagem de ciências. Aprofundou também estudos relativos à especificidade educacional dos museus de ciência e tecnologia, enquanto espaços de comunicação e voltados para a educação não formal."(Gouvêa, Alves e Marandino, 2003)