

Concepções de calor e temperatura de alunos cegos Conceptions of heat and temperature of blind students

Máira Costa Santos¹

Fabiana Fernandes da Silva², André Luis Tato³ e Maria da Conceição Barbosa-Lima

Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Instituto de Física Armando Dias Tavares, e-mail: mcs.maira@gmail.com

Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Instituto de Física Armando Dias Tavares, e-mail: fabianfern@hotmai.com

Colégio Pedro II/ RJ, e-mail: andretato@yahoo.com.br

Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Instituto de Física Armando Dias Tavares, e-mail: mcablima@uol.com.br

Resumo:

O artigo comenta a tradição em pesquisa de mudança conceitual, baseando-se no perfil epistemológico bachelardiano. Comentamos também a necessidade de inclusão de alunos portadores de deficiência visual em classes regulares e do conhecimento que o professor de física deve adquirir para trabalhar com estes estudantes. Porém, esse problema foi respondido através das atividades de cientistas deficientes visuais que contribuíram para o desenvolvimento da ciência. Este trabalho, foi realizado em um colégio federal do Rio de Janeiro com quatro estudantes, com cegueira severa, do Ensino Médio sobre os conceitos de calor e temperatura. Teve como objetivo conhecer suas concepções espontâneas e compará-las com as de estudantes que enxergam. Os quatro alunos foram submetidos a uma entrevista semi-estruturada, um por vez. Conclui-se que os alunos cegos estudados apresentam os mesmos conceitos encontrados na literatura, além de serem influenciados pela linguagem cotidiana, usando calor e temperatura como sinônimos de um mesmo fenômeno. Sendo assim, ratifica-se a possibilidade da aprendizagem de terminologia por parte destes sujeitos.

Palavras chave: deficiência visual, calor e temperatura, concepções espontâneas.

Abstract:

The article says the tradition of conceptual change research, based on the epistemological profile Bachelardean. We comment also the need for inclusion of students with visual disabilities in regular classes and the knowledge that the physics teacher should get to work with these students. However, this problem was answered through the activities of the visually impaired scientists who contributed to the development of science. This work was carried out in a college federal Rio de Janeiro with four students with severe blindness, high school on the concepts of heat and temperature. The main, objective was their spontaneous conceptions and compare them with those of students who see. The four students were submitted to a semi-structured, one at a time. We conclude that blind students have studied the same concepts found in literature, besides being influenced by everyday language, using heat and temperature as synonyms of the same phenomenon. Thus, it confirms the possibility of learning thermology by these subjects.

Keywords: visual impairment, heat and temperature, spontaneous conceptions.

¹ Aluna de graduação – Licenciatura em Física, bolsista FAPERJ.

² Aluna de graduação – Licenciatura em Física, bolsista FAPERJ.

Introdução

Durante os anos 80 e os primeiros da década dos 90 do século passado, a tradição de pesquisa em Mudança Conceitual (ANDERSON, 2007) ocupava um espaço bastante significativo nas pesquisas em Ensino de Física, sendo alguns de seus principais referenciais os trabalhos de Viennot (1979), Posner, Hewson & Gertzog, (1982) e de Driver, Guesne e Tiberghien (1992).

Buscava-se nesta ocasião conhecer os conceitos sobre os diversos fenômenos físicos e suas explicações trazidas pelos alunos às salas de aula com o intuito de substituí-los por aqueles cientificamente aceitos.

De acordo com Mortimer (2000) duas eram suas principais características:

1. A aprendizagem se dá através do ativo envolvimento do aprendiz na construção do conhecimento;
2. As idéias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, já que essa só é possível a partir do que o aluno já conhece. (p. 36)

Muitos trabalhos foram realizados buscando conhecer os conceitos prévios dos estudantes, como os trabalhos desenvolvidos por Driver, Guesne e Tiberghien (op.cit). Com o caminhar das pesquisas o foco foi sendo alterado para o sócio-construtivismo, sob influência de Vygotsky, e os conceitos prévios mantiveram a sua importância para a aprendizagem, embora outros elementos tenham sido incorporados.

A simples substituição de um conceito espontâneo por um cientificamente aceito não lograva o êxito esperado, a partir deste ponto passou-se então à teoria da evolução conceitual (MORTIMER, op.cit.), fundamentada na teoria do perfil epistemológico apresentado por Bachelard (1972). Com esta teoria, aqueles conceitos trazidos pelos estudantes para a escola não necessitariam mais ser substituídos, mas sim passavam a uma convivência consciente com os cientificamente aceitos como corretos. A linguagem teve aí um papel primordial. Palavras empregadas no cotidiano e que representavam uma dificuldade a mais para a compreensão do aluno passou a fazer parte de uma nova “língua”, a científica (Lemke, 1997; Scott, Asoko & Leach, 2007).

Mesmo com os avanços nas pesquisas sobre a evolução conceitual a busca dos conceitos espontâneos dos estudantes continuava tendo importância e muitos testes foram realizados no período considerado. Porém, sempre com crianças e/ou jovens em sua plenitude de capacidades intelectuais, sensoriais e motoras.

Com o surgimento da Lei 9394/96, Lei de Diretrizes e Bases, (BRASIL, 1996), com alguma influência da Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994), crianças e jovens com necessidades educacionais especiais devem, segundo o texto da Lei, ser matriculadas preferencialmente em escolas regulares. Sendo este tema tratado em seu Art. 59º que preconiza dentre seus incisos que deve ser estabelecida uma organização específica para atender às necessidades dessas crianças e jovens, através de currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e que os professores do ensino regular devem ser capacitados para a integração desses educandos nas classes comuns.

Como afirmam McGinnis & Stefanich (2007):

Se a educação deve oferecer oportunidades para que todos os estudantes consigam escolaridade suficiente possibilitando-os a fazer escolhas na vida e a tornarem-se membros produtivos da sociedade, é essencial que os professores conheçam adequadamente as adaptações a fazer de maneira que todos os alunos com

necessidades especiais ou deficiência possam tornar-se um participante ativo no processo de aprendizagem. (p. 287).

Os mesmos autores comentam a respeito do ensino colaborativo entre o professor de conteúdo e o de educação especial que Cawley (1994) relata:

Que professores de ciências geralmente têm pouca experiência ou preparação para o ensino de alunos com deficiência, e, em geral, educadores especiais têm pouco ou nenhum aprendizado sobre educação científica. (p. 297)

Sendo assim, além de uma formação mais acurada dos professores de ciências, neste caso, o de ensino de física, torna-se necessária uma investigação em relação à formação conceitual destes alunos que ora estão matriculados nas escolas regulares e que para a maioria dos professores em exercício, sem formação específica, são ainda estranhos.

Por esse motivo e por encontrar uma literatura ainda pobre no que diz respeito a concepções alternativas deste público, que ocupa há algum tempo os bancos escolares, decidiram-se verificar que conceitos os jovens cegos, matriculados no Ensino Médio Regular, trazem para a escola sobre os conceitos de calor e temperatura, suas semelhanças e diferenças em relação aos outros, se é que elas existem.

Uma pergunta que não quer calar: Podem os deficientes visuais aprender física?

Responde-se a esta pergunta com exemplos.

Para iniciar, recorre-se ao caso de três antigos cientistas deficientes visuais. O primeiro deles é Johannes Kepler (1571-1630), astrônomo teórico, considerado o Pai da Mecânica Celeste que descreveu as órbitas planetárias e estabeleceu as três leis fundamentais sobre os movimentos planetários. De acordo com seus relatos, ele não podia realizar observações, por isso realizava cálculos baseados em dados observados por outro, neste caso Tycho Brahe, de quem foi herdeiro científico. Kepler devido à varíola e a outras enfermidades não enxergava longe e sofria de visão múltipla como afirma seu biógrafo Caspar (1993). Feyerabend (2007) esclarece em nota de rodapé, à página 134, que Kepler sofria de poliopia, a chamada visão múltipla, e de acordo com uma citação do próprio Kepler contida nesta nota e retirada da obra *Kepler's Conversation with Galileo's sidereal messenger*: “a uma grande distância, em vez de um único objeto pequeno os que sofrem desse defeito enxergam dois ou três. Por isso, em vez de uma única Lua, dez ou mais se apresentam a mim”.

O caso de Kepler é exemplar porque demonstra que deficientes visuais podem, não só compreender as aulas de física, mas contribuir profissionalmente de maneira bastante forte com a evolução desta ciência e de outras.

A segunda é a de Nicholas Saunderson (1682-1739), renomado cientista inglês e professor de Cambridge. Saunderson criou, na idade de 25 anos, uma aritmética tátil, através de uma tabela com alfinetes nela cravados para designar os números. Mas não parou na aritmética. Escreveu *Elements of arithmetick, The Method of Fluxions*. Em Cambridge, “lecionou óptica, falando da natureza da luz e das cores, explicou a teoria da visão, tratou dos efeitos das lentes, dos fenômenos do arco-íris e de várias outras matérias relativas à vista e a seu órgão” (DIDEROT, 2006, p. 40). Além de ter estudado geometria e de ter legado várias figuras geométricas concretas aos seus discípulos.

E o terceiro, o primeiro agraciado com o Prêmio Nobel, em 1901, é Wilhlem Conrad Röntgen, que em 1895, aos 50 anos, observou os Raios X. Röntgen era daltônico, o que dificultava as suas observações já que trabalhava com o espectro eletromagnético, em outras palavras luzes com frequências diferentes e conseqüentes cores diversas. O daltonismo o levava a ter muito cuidado com a montagem de suas experiências a fim de compensar seu problema visual. Assim como Röntgen, os indivíduos deficientes visuais tendem a,

inconscientemente compensar a sua deficiência correlacionando formas, tons e texturas de objetos familiares com as suas verdadeiras cores (SELIGER, 1995).

Na época em que viveram Kepler, Saunderson e Röntgen os deficientes eram vistos pela sociedade como um encargo, doentes, sem possibilidade de decisão, principalmente se além da deficiência física e/ou sensorial havia atrelado a elas problemas socioeconômicos. Atualmente pode-se acrescentar a estes nomes de Ken Culler e Jonh Gardner, ambos cegos.

Gardner, para poder dar continuidade a seu trabalho, desenvolveu o que denominou de “Braille melhor” (O’BRIEN, 1995) e contribuiu no desenvolvimento de uma tecnologia computacional para tornar figuras táteis e gráficas matemáticos (Sahyun et al, 1998).

Culler, cego de nascença, trabalha com cosmologia e afirma: *“Minha cegueira não é uma deficiência para mim. É um incômodo ... Não posso dirigir um carro, mas isto é insignificante comparado a meu trabalho e a minha família” (WILLIAMS, 2001 qual a página??).*

Estes cinco homens servem, agora, para ratificar que se a deficiência visual não é proibitiva às atuações profissionais científicas, muitos menos é a sua aprendizagem.

O trabalho realizado

Já foram comentadas no início deste artigo a mudança conceitual e a evolução conceitual, remetendo-as às concepções alternativas, espontâneas, ou ainda vivenciais como chamam alguns. Também, a possibilidade do aprendizado da física por pessoas cegas já foi demonstrada, através dos feitos de cientistas de renome, o que admite a conclusão de que, mesmo não tendo a intenção de tornar-se profissional da área, qualquer um a pode aprender. Certamente alguns enfrentam maiores dificuldades e necessitam de maiores cuidados nas explicações.

Sendo assim, nosso objetivo neste trabalho foi conhecer as concepções sobre os conceitos de calor e temperatura de estudantes cegos de um colégio federal situado no Rio de Janeiro e identificar suas semelhanças e diferenças com aquelas trazidas por estudantes que enxergam.

Nosso campo de estudo foi um colégio federal situado no Rio de Janeiro, que atende a todos os níveis de escolarização. Esse colégio tem em vigência, há alguns anos, um convênio com o Instituto Benjamin Constant, que permite que os alunos concluintes do ensino fundamental no Instituto sejam diretamente matriculados em seu ensino médio. Assim sendo, o colégio recebe estudantes com deficiência severa (cegos), e de baixa visão. O total de alunos hoje matriculados são 20, sendo 07 moças, 3 com baixa visão e as demais cegas. Dos 13 rapazes, 08 são cegos e os demais têm baixa visão.

Para a coleta de informações, foram entrevistados quatro alunos cegos, dois rapazes e uma moça, matriculados no 2º ano, e uma moça do 1º ano. A faixa etária dos estudantes está entre 19 e 21 anos.

A todos eles foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que foi assinado por três deles, já que a moça da primeira série não sabia a escrita cursiva ensinada no Instituto Benjamin Constant para ser empregada exatamente em ocasiões como esta. Mesmo assim, ela consentiu em ser entrevistada.

Essa entrevista foi semi-estruturada, baseada quase em uma entrevista clínica, realizada na sala de educação especial do colégio, tendo durado entre quinze e trinta minutos. Além da identificação geral do estudante vinham três perguntas básicas sobre calor e temperatura, duas situações- problemas às quais se esperava que respondessem e, por fim, duas experiências de fácil execução.

A análise das entrevistas

Os alunos entrevistados serão identificados pelas duas primeiras letras de seus nomes, sendo assim, tem-se:

- **GL**, 21 anos, cursando o 1º ano, cega de nascença, usuária do Braille, áudio e ledores;
- **JO**, 20 anos, cursando o 2º ano, cego de nascença, usuário do Braille, áudio (gravações), informática e ledores;
- **CI**, 20 anos, cursando o 2º ano, cego de nascença, usuário do Braille, áudio (gravações) e ledores;
- **MA**, 20 anos, cursando o 2º ano, cega a partir dos cinco meses de vida devido a erro médico, usuária do Braille, áudio (gravações) e ledores.

Quanto ao oferecimento de material de apoio, **GL** afirma: “*Sim, materiais impressos quem vêm da sala de Educação Especial*”, para **JO**, “*Sim, com um pouco de dificuldades, mas tem. Porque não tem materiais em Braille de todas as matérias*” **CI** diz que “*Sim, pouco, mas tem. Geralmente são os próprios professores que fazem ou às vezes somos nós.*” E **MA** informa que “*Sim, muitas coisa quem tem que fazer somos nós*”. Pelas falas destes estudantes, pode-se perceber que os recursos necessários, apesar do esforço do colégio, não estão sendo oferecidos a contento, havendo uma carência que necessita ser suprida o mais rápido possível.

Os quatro estudantes apontaram como maior dificuldade enfrentada em sala de aula o enfrentamento de desenhos e gráficos, apenas **MA** acrescentou que quando precisava realizar uma leitura rápida tinha dificuldades. as mesmas dificuldades foram relatadas em relação às aulas de física especificamente, com relação a esta questão. Em particular **GL** comentou:

Não, na de física as explicações que são baseadas nos desenhos e o professor só coloca no quadro, já nas outras, por ex. geografia quando aparecem os gráficos, mas tem mais parte teórica que não é tão complicado assim. Hoje a professora de matemática começou a dar desenho para mim e não foi tão difícil, porque ela desenhou na tela. Basicamente, é a física a minha maior dificuldade.

É conveniente lembrar que, para usuários da escrita e leitura Braille, o tempo para anotações e leitura deve ser maior que o destinado a estudantes que podem ler normalmente a tinta.

Questionados se gostavam de física, apenas **GL** disse que não, devido aos desenhos, às explicações dadas e ao pouco estímulo recebido por parte de seu professor; os demais afirmaram gostar, principalmente de terminologia, justificando este gostar por julgarem esta parte da disciplina mais conceitual e o professor ser mais acessível.

As três perguntas diretas a que deveriam responder eram: Você pode me explicar o que é temperatura? E o que é calor? Construa uma frase com a palavra temperatura e outra com a palavra calor. Existe alguma diferença entre calor e temperatura?

JO, **MA** e **CI** responderam às perguntas com definições existentes em seus livros texto, utilizando inclusive termos do gênero de discurso da física (BAKHTIN, 1997), como por exemplo, agitação entre as moléculas, troca de calor, etc., por isso nada pode ser afirmado além de que os três têm uma boa memória.

Já GL ofereceu algum material para análise:

Para essa aluna, temperatura “É o que mede o quente ou o frio de um determinado corpo”, calor “É o esquentar de uma coisa!” Ou seja, a temperatura mede o quanto alguma coisa pode ser quente ou fria, o que de certa maneira concorda com o cientificamente aceito.

Suas frases estão destacadas a seguir:

“Se a rua está quente, é por causa do calor!”

“Pode estar chovendo, mas está calor lá fora.”

Estas frases são referentes à palavra calor, e nas duas há uma relação entre calor e clima. GL faz um sinônimo entre calor e quente (temperatura elevada).

Com referência à frase usando a palavra *temperatura*, continua aparecendo a relação calor com temperatura elevada.

“Não fui à praia hoje, porque estava muito calor; a temperatura estava em torno de 40”.

Quanto à diferença entre calor e temperatura, GL afirma que há diferença, no entanto a utilização científica dos termos continua não aparecendo como deveria. Calor é, para GL, temperatura alta, e frio, temperatura baixa, além de o calor ser o aquecimento de alguma coisa, como destacado em suas frases:

“Sim, Temperatura: Tanto no calor ou no frio, é o que mede o quanto que está quente ou frio”,

“Calor: é o esquentar de alguma coisa, quando está quente ou abafado.”

Mas as frases construídas pelos demais alunos podem indicar alguma coisa a mais:

Para JO: “A temperatura varia em relação à troca de calor” e há diferença entre calor e temperatura, a qual é assim descrita pelo estudante: sim, o calor é consequência da temperatura, logo um é a consequência do outro.

Pode-se perceber que há a continuação do discurso de livro e que há a compreensão da inter-relação entre as duas grandezas.

As frases de CI são as seguintes:

Eu coloquei um refrigerante com temperatura ambiente em um copo com gelo para o gelo ceder o seu calor.

Sim, a temperatura é medida, e o calor é o que podemos trocar com um outro corpo.

Nas frases de CI, aparece claramente a idéia de calórico. O verbo ceder e o verbo trocar são indícios mais que suficientes para que se perceba a concepção do estudante.

As frases de MA estão a seguir:

“A temperatura de ontem estava mais alta do que a de hoje, mas já havia muito tempo que não fazia esse calor”.

Novamente temperatura e calor relacionam-se ao clima. Apesar de MA ter utilizado expressões corretas para expressar-se em relação à temperatura, não logrou o mesmo êxito em relação ao calor.

Com relação à solicitação de explicar se há ou não alguma diferença entre calor e temperatura, MA confundiu-se em suas palavras...

“Eu sei que tem, mas estou confusa (.....) um é a agitação e o outro é a energia que passou para o outro corpo”.

MA repete, sem saber a diferença, as definições usualmente dadas durante as aulas. Mas é impossível afirmar que esta diferença tenha sido de fato aprendida.

Após estas questões diretas sobre calor e temperatura, os quatro foram submetidos a situações em que deveriam responder através de raciocínio, foram elas:

- 1) No interior de um quarto que não foi aquecido nem resfriado durante vários dias:
 - a temperatura dos objetos de metal é inferior a dos objetos de madeira;
 - a temperatura dos objetos de metal, das cobertas e dos demais objetos é a mesma;
 - nenhum objeto apresenta temperatura.
- 2) Dois cubos metálicos A e B são postos em contato. A está mais “quente” do que B. Ambos estão mais “quentes” do que o ambiente. A temperatura final de A e B será:
 - igual à temperatura ambiente;
 - igual à temperatura de B;
 - uma média entre as temperaturas de A e B.

As respostas dos quatro alunos a estas duas situações variaram. Para a primeira situação, **GL** optou pela letra “a”, **JO** afirmou que ficaria “a temperatura ambiente”, opção não existente, de maneira explícita, na situação; **CI** escolheu a segunda alternativa e, **MA** pareceu bastante confusa, sendo sua resposta a que vem a seguir:

Tudo tem uma temperatura. O metal é mais gelado sempre haverá uma temperatura e essa temperatura irá fazer com que o metal fique mais geladinho.
O metal é um bom condutor de calor ele irá absorver melhor a temperatura ambiente do que em relação aos outros objetos.

A resposta de **MA**, apesar de confusa, mostra que ela sabe que há temperatura, mas confunde a condutibilidade térmica dos metais com o “poder” de absorvê-la e ignora os demais objetos da situação dada.

As respostas à segunda situação foram as mesmas: a média entre as duas temperaturas.

Para terminar a entrevista, dois experimentos foram propostos. Um deles o idealizado em 1690 por John Locke (MEDEIROS, 1999), e o outro retirado de um livro de introdução à física (KENT & WARD, s/d). São eles:

Experiência 1: experiência de Locke

Há três potes cheios de água. O da direita com água quente, o da esquerda com água gelada e o do meio com água à temperatura ambiente. Coloque sua mão direita no pote de água quente, ao mesmo tempo a mão esquerda no pote com água gelada. Deixe um tempinho, por exemplo, conte até dez. Em seguida retire as duas e imediatamente as introduza no pote com água a temperatura ambiente.

- a) Descreva o que você sentiu.
- b) Que conclusões você pode tirar desta experiência?
- c) Colocar sua mão na testa de alguém para saber quanto de febre ele está é válido?

Experiência 2:

Em um copo de plástico cheio de água gelada, colocamos três peças: uma de madeira, uma de plástico e outra de metal. Esperamos algum tempo.

- a) Ao tocar cada um dos três objetos o que você sente?
- b) Por quê?
- c) Como você explica suas sensações?

Em relação à primeira experiência, **GL** respondeu da seguinte forma:

a) “Quando eu retirei da água fria senti um formigamento antes de colocar na água em temperatura ambiente” “Um alívio imenso quando a mão foi retirada da água gelada e a mão da água quente não senti nada, somente uma água gelada de repente...” “... Eu creio que pode ser o principio de choque térmico, porque as águas tinham temperaturas diferentes a da água da temperatura ambiente...”

(b) ... E deu para perceber como o nosso corpo é fascinante, tirei daqui e coloquei logo aqui, senti uma "formiguinha" e quando entrou na água da temperatura ambiente passou logo. Como estivesse entrado em equilíbrio."

"Eu mesma não faria. Eu já fiz isso uma vez e não faria de novo, porque notei que o nosso corpo pode estar mais frio do que da outra pessoa sem significar que essa pessoa esteja com febre." Agora mesmo a minha mão está gelada e nós podemos confundir que a pessoa está com febre, mas ela não está"

As respostas de **GL** são bastante interessantes. Sem esquecer que o tato para o cego é utilizado de maneira diferente daquele feito por quem enxerga, é mais apurado e relatando que o dia em que foi realizada esta experiência estava frio, para os moldes cariocas, e que as águas estavam uma quase congelada e a outra ainda fumegando, **GL** ainda assim conseguiu perceber a diferença de sensação em suas mãos, apesar de seu relato não ter sido muito linear e facilmente compreensível.

No item b, **GL** quase fala o que se desejava ouvir. Seu corpo é fascinante, mas não conclui que não serve como instrumento de medida de temperatura.

No último item há uma "confusão biológica". **GL** desconhece que seu corpo está sempre à temperatura constante e não relaciona a experiência e a incapacidade de o corpo humano ser medidor de temperatura e sim uma fonte térmica.

Sua resposta à segunda experiência segue abaixo:

O metal está hiper-gelado, o plástico está em temperatura normal (.....) como se chama: em temperatura ambiente, a madeira está normal.

[questiono o que é normal para ela, ele diz:] não está quente e nem está frio, está na temperatura ambiente.

[ela encosta os objetos no antebraço.]

Porque o metal por ele mesmo já é geladinho e na água gelada fica mais ainda.

[ela é questionada por que o metal é mais geladinho em relação aos outros objetos, ela diz]: porque eu acho mesmo, não sei se é por causa do material. O plástico continua com a mesma temperatura e a madeira (.....) Após 5 minutos estou começando a sentir a madeira mais gelada, mas não gelada como o metal.

[questiono-a a me dizer que a mão não é um medidor de temperatura, como ela pode me garantir que todos os objetos que estão expostos à mesma temperatura não estão com as temperaturas iguais ou próximas, ela diz:] *eu senti que o metal é bem mais gelado do que os outros e estou fazendo essa comparação através disso.*

O plástico não mudou nada na sua temperatura e na madeira já comecei a sentir alguma coisa diferente na sua temperatura.

A condutibilidade térmica não é conhecida por **GL**. Para ela o metal será sempre mais "geladinho". Mesmo estimulada pela pesquisadora a pensar, ela não ratifica sua idéia. Com o passar do tempo, e lembrada pela pesquisadora que dissera que as mãos não serviam para medir temperatura, **GL** utiliza os pulsos para essa função, e, assim, começa a sentir alguma diferença no objeto de madeira, mas, apesar disso, não consegue chegar a uma conclusão aproximada da cientificamente aceita.

JO foi mais positivo em suas respostas.

1. Um Alívio. A minha mão estava gelada continua gelada e a quente melhor. Um formigamento da mão da água quente. O calor da temperatura mudou, meio que desapareceu da minha mão.

2. Eu não consigo sentir nada, só senti quando a pessoa está muito quente (.....), mas é melhor usar o termômetro, porque a temperatura varia das nossas mãos. A temperatura de nossa mão e da temperatura ambiente influencia no sentir da temperatura.

Uma expressão que chama a atenção e que mostra a confusão entre os dois conceitos está na fala de **JO**: O calor da temperatura mudou, meio que desapareceu da minha mão. O calor da temperatura mostra com veemência a confusão do estudante em relação aos conceitos.

Com relação à segunda parte da experiência **JO** é taxativo: melhor usar o termômetro, mas sua justificativa deixa a desejar, porque ele não se reconhece como fonte térmica e mistura a temperatura ambiente com a possibilidade de sentir outra diferente.

Na segunda experiência ele afirma que o plástico e a madeira estão à temperatura ambiente, mas o metal está “gelado” porque é um bom condutor de calor. Justifica dizendo que o calor está se expandindo para o metal o que não acontece com relação à madeira e ao plástico e por esse motivo sente-se esta diferença.

CÍ responde as questões da experiência da seguinte maneira:

Muita dor na mão que recebeu a água gelada. E a outra ficou normal. A mão fica com sensação que tivesse prendido os dedos. Como se tivesse recebido um choque. Quando uma pessoa está congelada vai para a temperatura ambiente recebe um choque e quando esta na temperatura quente e vai para uma temperatura ambiente não sente muita diferença.

(c) Se a minha mão está quente eu vou sentir a pessoa quente e a temperatura ambiente influencia no tato, mas é melhor usar o termômetro.

A experiência não foi eficiente e tampouco eficaz para **CI**. Suas conclusões não o levaram a construir qualquer conceito sobre física, tanto em relação às primeiras partes quanto em relação à segunda. Da mesma forma que **JO** sugere o uso do termômetro, mas também como o seu amigo sua justificativa é insuficiente para conclusões.

Sua resposta para a segunda experiência demonstra que o estudante é dedicado em suas tarefas e consegue utilizar o gênero de linguagem correto, mas mesmo assim não é possível uma conclusão sobre seu aprendizado.

Metal fica gelado, madeira fica mais ou menos e o plástico mantém a temperatura ambiente Por causa do material há essa diferença. O metal fica gelado por que cede calor com a água e os outros não trocam calor.

As respostas de **MA** são as seguintes:

Um alívio na mão gelada e a outra a temperatura já estava normal não estava muito quente, não senti muita diferença não.

(c) não, porque a minha temperatura pode estar diferente em relação a outra pessoa

Deve-se ressaltar que as experiências foram realizadas todas no mesmo dia, então a água que no início estava fumegando, quando chegou à hora de **MA** já estava tépida e o dia continuava frio para os padrões cariocas. Talvez por isso a estudante não tenha observado grandes alterações de sensação de temperatura quando retirou sua mão da água quente e a colocou na de temperatura ambiente.

Em relação à segunda resposta continua prevalecendo à idéia de que o corpo humano não é fonte térmica e tampouco tem uma temperatura definida.

Na segunda experiência **MA** afirmou que somente o metal absorveu temperatura e para os outros objetos nenhuma mudança foi notada. Pode-se então perceber que calor e temperatura para esta estudante permanecem sendo sinônimos.

Considerações finais

Nosso objetivo foi o de identificar as concepções espontâneas de alunos cegos e, além disso, compará-las aquelas já estudadas anteriormente tendo como sujeitos de pesquisa alunos que enxergavam. Sendo assim, para algumas destas considerações finais o texto de Erickson & Tiberghien (1992) será utilizado como balizador.

Neste texto, são apontadas as idéias trazidas por estudantes de várias idades, a respeito de calor e de temperatura, antes da escolarização.

- O material retém calor ou frio, melhor ou pior;
- O material tem a propriedade de estar frio ou quente por natureza;
- O material está quente, porque se esquentava;
- O material se esquentava ou esfriava mais rapidamente;
- O material retém melhor ou pior, deixa passar dentro ou fora o ar quente ou frio.
- O material absorve, retém, repele, melhor ou pior, o calor;
- O material transmite o calor mais ou menos rapidamente, o calor se propaga, se move dentro do material, com uma maior ou menor velocidade, o material transmite a agitação térmica com mais ou menos rapidez;
 - O material toma a temperatura de seu entorno
 - O material é condutor ou isolante. (p. 120).

Deste fragmento do trabalho dos autores citados pode-se verificar que os sujeitos pesquisados para este trabalho têm concepções que se assemelham bastante aos aqui expostos.

Os metais retém calor melhor que madeira e plástico, sendo de sua natureza ser “geladinho” como afirmou **GL**.

Os materiais são categorizados como condutores ou isolantes, como foi possível perceber-se nas falas de **JO** e **CI**. Ou ainda como comenta **JO** aliando duas concepções: mas o metal está “geladaço” porque é um bom condutor de calor.

Uma concepção também presente nos sujeitos pesquisados e freqüentes nos estudantes que enxergam, é certa indissociação entre temperatura e calor, ou seja, calor é quando um corpo está aquecido, faz calor quando a temperatura está alta. É a linguagem cotidiana ocupando o espaço do gênero discursivo científico em um momento errado e sem discriminação (MORTIMER, op. cit.).

Outra lista de concepções alternativas encontra-se em Barbosa-Lima (1993, apud Vasquez Diaz, 1987; Brook et al., 1984 e Erickson & Tiberghien, op. cit).

- Os conceitos de calor e temperatura não são claramente diferenciados, podendo em algumas ocasiões ser sinônimo;
- Calor é contrário de frio;
- Calor é algo contido em um corpo;
- Algumas substâncias são naturalmente mais frias que outras. (p. 75-6)

Um exemplo que se pode destacar é a frase de **MA**: A temperatura de ontem estava mais alta do que a de hoje, mas já havia muito tempo que não fazia esse calor.

A frase exemplificada acima remete ao fato que o uso da palavra calor no cotidiano interfere em seu aprendizado conceitual científico como apontado por Scott, Asoko & Leach (op. cit.).

Sendo assim pode-se ratificar que não há diferenças substanciais entre os públicos a quem se deve ensinar física no que diz respeito à intelectualidade, já que as demais concepções já foram exemplificadas.

Referências Bibliográficas:

ANDERSON, C. W. - Perspectives on science learning in: ABELL, S. K. & LEDERMANN, N. G. (eds.) **Handbook of research on science education** Lawrence Erlbaum: Londres, 2007.

BACHELARD, G. - **A filosofia do não**. Lisboa: Presença, 1972.

BAKHTIN, M. - **Estética da criação verbal** Martins Fontes: São Paulo, 1997.

BARBOSA-LIMA, M. C. - **A Influência da relação professor/aluno no aprendizado de conceitos de física**. (DISSERTAÇÃO) 140 fls. Departamento de Educação – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1993.

BRASIL - **Lei de Diretrizes e Bases**. MEC, DF. 1996.

CASPAR, M. - **KEPLER** New York: Dover, 1993.

DIDEROT, D. - **Carta sobre os cegos endereçada àqueles que enxergam** (Trad. Antonio Geraldo da Silva) São Paulo: Escala 2006.

DRIVER, R. GUESNE, E. TIBERGHIE, A. - **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia**, Madri: Morata, 1992.

ERICKSON, G. & TIBERGHIE, A. - Calor y temperatura in: DRIVER, R. GUESNE, E. TIBERGHIE, A. **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia**, Madri: Morata, 1992.

FEYERABEND, P. - **Contra o Método**. (Trad. Cezar Augusto Mortari) São Paulo: UNESP, 2007.

KENT, A. & WARD, A. - **Introdução à física** (Trad. Ronaldo Sérgio de Biasi) Rio de Janeiro: Lutécia, S/D.

LEMKE, J. L. - **Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores** Barcelona: Paidós 1997.

MCGINNIS, J. R. & STEFANICH, G. P. - Special needs and talents in science learning. In: ABELL, S. K. & LEDERMANN, N. G. (eds.) **Handbook of research on science education** Lawrence Erlbaum: Londres, 2007.

MEDEIROS, A. - **A termometria: de Galileu a Fahrenheit** Recife: Líber, 1999.

MORTIMER, E. – **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**, UFMG – Belo Horizonte, 2000.

O'BRIEN, M. - **Blind physicist creates better Braille** disponível em < http://cgi.cnn.com/TECH/9511/new_braille/> Acesso em 23/09/2008.

SAHYUN, S; BULATOV, V. GARDNER, J. A. & PREDDY, M. - **Dotplus: a how-to demonstration for making tactile figures and tactile formatted math using the tactile graphics embosser**. disponível em: < http://www.dinf.ne.jp/doc/english/Us_Eu/conf/csun_98/csun98_103.htm> .Acesso em 23/09/2008.

SCOTT, P., ASOKO, H. & LEACH, J. - Student conceptions and conceptual learning in science in: ABELL, S. K. & LEDERMANN, N. G. (eds.) **Handbook of research on science education** Lawrence Erlbaum: Londres, 2007.

SELINGER, H. H. Wilhelm Conrad Röntgen and the glimmer of light. **Physics Today** p. 25-31, november, 1995.

UNESCO - **Declaração de Salamanca**, Espanha, 1994.

VIENNOT, L. - **Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire**. Paris, Hermann, 1979.

WILLIAMS, J. M. - **The blind physicist who may find ET** disponível em http://www.businessweek.com/bwflash/may2001/nf20010516_176.htm acesso em 23/09/2008.