



INTER-RELAÇÃO ENTRE FÍSICA E BIOLOGIA: UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR PARA O ESTUDO DA TRANSMISSÃO DE CALOR

A MULTIDISCIPLINARY APPROACH USING PHYSICS AND BIOLOGY TO STUDY HEAT EXCHANGE

Maria Neuza Almeida Queiroz^{1,2}
Adriana Gomes Dickman²

¹ Escola Estadual Argelce Carvalho Santos da Mota – Pirapora - MG/
neupira@hotmail.com

² Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais /
adickman@pucminas.br

Resumo

Neste artigo apresentamos uma breve discussão sobre a importância da contextualização no ensino de física e relatamos uma atividade, elaborada para alunos do ensino médio, sobre transferência de calor e suas consequências no corpo humano. A atividade se baseia na realização de estudos dirigidos, experimentação simples e discussões integradas dos resultados obtidos, envolvendo os processos de produção e perda de calor corporal com fenômenos simples observados no nosso cotidiano, promovendo, assim, uma abordagem multidisciplinar entre a física e a biologia. A atividade foi aplicada em uma turma de 2ª ano do Ensino Médio em uma escola estadual no município de Pirapora no estado de Minas Gerais. A discussão gerada a partir da atividade possibilitou a compreensão das formas de transferência de calor de um corpo a outro, permitindo a construção de um conhecimento global e mais significativo para os alunos.

Palavras-chave: Multidisciplinaridade. Transferência de calor. Ensino de Física. Contextualização.

Abstract

In this work we discuss the importance of contextualization in physics education, and report an activity, applied to High School students, about heat exchange and its consequences to the human body. The activity consists of guided studies, simple experiments and discussions about the data collected, connecting the processes of heat production and loss by the body with simple phenomena observed in everyday life, thus, contributing to a multidisciplinary approach between physics and biology. The discussion of the results helped to improve students' understanding about heat exchange processes, promoting a global and therefore meaningful knowledge construction.

Keywords: Multidisciplinary. Heat exchange. Physics education. Contextualization.

INTRODUÇÃO

Quando pensamos em multidisciplinaridade, em termos de educação escolar, é inevitável não associar um método de planejamento pedagógico que visa uma abordagem de um mesmo tópico de conteúdo em disciplinas distintas, na maioria das vezes, consideradas no ensino tradicional como dissociadas uma da outra.

A integração de dois ou mais componentes curriculares na construção do conhecimento constitui a forma mais simples de praticar a multidisciplinaridade, e possibilita uma articulação entre as disciplinas promovendo o conhecimento global. A fragmentação do conhecimento é um entrave na efetivação da aprendizagem, uma vez que a interação do aprendiz com o meio em que vive não se dá de forma dicotomizada.

No que diz respeito à ciência e mais especificamente à Física, faz-se necessária a busca por metodologias de ensino que privilegie o todo em detrimento das partes, que busque a compreensão da mesma como algo presente na vida humana e que interage de forma interdisciplinar com o indivíduo. O todo pode não estar restrito a apenas uma área do conhecimento e a possibilidade de estabelecer relações constitui um recurso de imensurável importância para a compreensão de determinados tópicos do ensino. Para Santomé,

“Em vários campos da ciência, principalmente a física, a biologia e a filosofia da ciência, surgem progressos para assentar as bases de um novo paradigma menos rígido e mais respeitoso da complexidade que vem sendo detectada na matéria, nos seres vivos e na sociedade em geral. Portanto, além de pesquisas centradas no estudo das propriedades das partes, é preciso realizar trabalhos centrados na análise e compreensão das relações entre elas; da interdependência entre as partes surgem, normalmente, novas propriedades que essas partes, consideradas isoladamente, antes não possuíam.” (grifo nosso). (SANTOMÉ, 1998, p.66).

A fragmentação e confinamento do conhecimento em disciplinas dificultam que sejam cumpridas as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) quando afirmam que o ensino deve implicar na apresentação dos conteúdos explorando a sua inter-relação entre várias disciplinas, de maneira a promover sua contextualização com o cotidiano do aluno. (BRASIL, 2002). Segundo Peña (2005, p.61): “O conhecimento adquirido por meio dos conteúdos específicos das diferentes disciplinas na escola deve perpassar o ter de aprender, o saber sistematizado, fragmentado, isolado do todo, da vida.”

A contextualização no tratamento dos temas de estudo constitui um dos eixos básicos da perspectiva apresentada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio. (BRASIL, 1999) Ao analisar esses documentos, entende-se como esse eixo se articula com o compromisso da escola em contribuir para o desenvolvimento das competências consideradas como essenciais para a formação geral de todo cidadão. Estimula-se, portanto, a realização de projetos curriculares que incorporem abordagens práticas e problematizadoras das ciências, contextualizadas na vivência do estudante. (FINKELSTEIN, 2005).

Vários trabalhos sugerem a utilização de recursos didáticos que inter-relacionem as disciplinas Física e Biologia. Acedo e Júnior (2008) fazem um estudo das concepções dos alunos de Ensino Médio sobre a respiração humana, relacionando as áreas de física e biologia. De uma maneira geral, os autores constataram que os alunos não têm conhecimento dos princípios básicos de Física e Biologia para o entendimento do processo da respiração humana. Também detectaram deficiência na articulação de conceitos dessas duas áreas e a presença de concepções alternativas que dificultam o aprendizado do tema.

Na mesma linha Sodré e Mattos (2005) fizeram um levantamento das concepções dos estudantes de licenciatura em Física e Biologia sobre os conceitos físicos ligados à alimentação. O objetivo é identificar as dificuldades destes grupos para a produção de material didático interdisciplinar ou a produção de cursos sobre o tema.

Neste trabalho, portanto, propomos uma iniciativa para diminuir a fragmentação do conteúdo em disciplinas, mostrando para os alunos a inter-relação entre física e biologia por

meio de uma sequência didática que propicie a discussão contextualizada de conceitos das duas áreas. Para exemplificar a importância de um trabalho multidisciplinar no ensino de Física, consideramos o tópico calorimetria, que é tratado na maioria das vezes de forma puramente teórica no 2º ano do ensino médio, e com poucas sugestões de experimentos simples que colaborem para uma melhor compreensão do tema.

Diante da inquestionável importância da interação do indivíduo aprendiz com o objeto a ser apreendido, não se justifica o tratamento de tópicos que envolvem transferência de calor de modo fragmentado, desconsiderando a interação do ser humano no processo.

“A compreensão dos processos de transferência de calor é essencial para que possamos explicar e prever inúmeras situações práticas em nossas vidas cotidianas. O simples fato de optarmos por roupas leves e claras no verão e roupas mais espessas e de cor escura no inverno justifica-se em termos das taxas de transferência de calor (taxas de emissão e absorção). Da mesma forma a escolha dos materiais de acabamento de uma casa deve levar em conta as sensações de quente e de frio que os futuros proprietários desejam. A busca por novos materiais, que produzam os efeitos desejáveis com relação aos processos de transferência de calor nas indústrias de construção civil, de moda, ou de materiais esportivos, etc. tem evidenciado a importância que este tópico possui para mercados emergentes.” (MINAS GERAIS - Orientações pedagógicas de Física - Ensino Médio, 2007.)

Elaboramos nossa proposta de modo a permitir que o aluno construa o conhecimento, a partir da sua participação em experimentos simples, cuja análise dos resultados contribua para a discussão e inter-relação dos tópicos de física e biologia, previamente estudados pelos alunos, para uma consequente compreensão do fenômeno como parte de situações comumente vivenciadas por eles.

ESTABELECENDO RELAÇÕES ENTRE A FÍSICA E A BIOLOGIA

Na intenção de contextualizar a aprendizagem em relação ao estudo de transferência de calor e as consequências geradas pelo fenômeno, optou-se por trabalhar o tema numa abordagem contextualizada com a biologia, com a realização de um estudo dirigido e experimentos simples, dando ênfase ao tópico da biofísica relacionado com as trocas de calor corporal, evidenciando as funções orgânicas responsáveis pelo controle de temperatura do organismo humano, buscando estabelecer relações com a apresentação do tema na Física.

O organismo humano, assim como os de outros animais homeotermos¹, possui mecanismos reguladores que controlam de forma eficiente a produção e a perda de calor corporal (GARCIA, 2000). No caso específico do ser humano, a perda de calor ocorre pelos mecanismos de: evaporação, irradiação, convecção e condução. Garcia destaca:

“Quando se estuda a regulação térmica humana é preciso levar em consideração que o homem, tal como outros animais, adota atitudes ativas que visam à manutenção do seu equilíbrio térmico². Assim, se há, por exemplo, necessidade de aumentar a perda de calor, o indivíduo busca locais mais frios ou mais ventilados. A ventilação, como

¹ Animais homeotermos são aqueles capazes de controlar a temperatura interna do seu corpo.

² O uso do termo “equilíbrio térmico” neste contexto é distinto daquele feito em termodinâmica, ou seja, atingir temperatura igual quando dois corpos estão em contato.

se sabe, aumenta a taxa de troca de volume de ar que está em contato com o corpo, permitindo que o ar mais frio se aproxime, o que melhora a transferência de calor por condução. Além disso, a ventilação também reduz a tensão do vapor de água presente no ar que está próximo à pele. Por isso, ela facilita a evaporação do suor e promove uma melhor transferência de calor para o ambiente.” (GARCIA, 2000, p.187),

Acredita-se que a abordagem do tema citado, de forma multidisciplinar com a biologia, possibilita estudar as trocas de calor por irradiação, convecção e condução térmica, compreender o fenômeno de evaporação, o conceito de equilíbrio térmico, entre outros fenômenos relacionados. Dessa maneira, constitui uma oportunidade de proporcionar ao aluno uma aprendizagem que privilegie a associação de informações contextualizadas com o seu cotidiano.

Vale ressaltar que os experimentos utilizados no planejamento da atividade proposta neste trabalho não são inéditos, contudo, são experimentos simples que promovem uma aula dinâmica e participativa, dando margem para uma rica discussão a respeito do tema proposto.

METODOLOGIA

População pesquisada

A proposta foi aplicada em uma turma com 43 alunos cursando o 2º ano do Ensino Médio na Escola Estadual Argelce Carvalho Santos da Mota no município de Pirapora-MG.

Etapas

A atividade foi realizada seguindo as etapas abaixo durante quatro horas/aulas, excetuando o tempo gasto pelos alunos para pesquisa extraclasse:

Etapa 1: Estudo preliminar do tema calorimetria (1ª aula)

Foi realizado um estudo preliminar sobre o tema calorimetria, de forma a assegurar que os alunos tivessem um entendimento a respeito dos conceitos que seriam trabalhados durante a atividade contextualizada.

Foram abordados temas como calor, energia térmica, temperatura, calor específico, equilíbrio térmico e transmissão de calor. Essa etapa foi feita em sala de aula, com apresentação dos tópicos e discussões de situações-problema cuidadosamente escolhidas para evitar que os alunos confundam conceitos como calor e temperatura.

Etapa 2: Estudo dirigido e elaboração de um resumo de tópicos da Biologia (2ª aula)

Foi solicitado aos alunos, um estudo dirigido a respeito do tratamento teórico dado ao assunto na biologia, esclarecendo a finalidade da atividade proposta. Este estudo consistiu em pesquisa e leitura dos tópicos em livros de biologia e em outras fontes, e elaboração de um resumo que foi entregue após a discussão como requisito parcial na avaliação da atividade.

O objetivo do estudo dirigido foi promover no aluno o contato com os termos relacionados à biologia e que seriam abordados na discussão que seria realizada após a aula experimental. A intenção é fazê-los refletir sobre a inter-relação entre as duas disciplinas.

Segundo depoimento dos próprios alunos, este estudo também serviu como revisão de alguns assuntos que estes haviam estudado em séries anteriores na disciplina de biologia.

Os tópicos que contemplaram o estudo dirigido foram: metabolismo basal, termogênese biológica, termólise biológica, hipotermia e hipertermia, o hipotálamo e suas funções no controle da temperatura corporal, vasos capilares e fístulas arteriovenosas, o papel da pele como órgão refrigerador do corpo e glândula sudorípara.

Etapa 3: Aula experimental (3ª aula)

Vencido o prazo para realização do estudo dirigido, executou-se uma aula experimental para:

1. Verificar sensações térmicas analisando a eficiência ou ineficiência do tato como medidor de temperatura. Para isso, foi realizada uma experimentação utilizando recipientes contendo água em temperaturas diferentes de modo que, após contato com cada um deles, o aluno percebesse que as sensações térmicas podem gerar conclusões errôneas a respeito da temperatura de um corpo ou substância.

2. Medir a temperatura corporal de alguns alunos utilizando termômetro clínico, para verificar se os resultados conferem o valor médio citado nos livros.

3. Medir a variação da temperatura corporal de um aluno antes e após realização de uma atividade física (pular corda). Nesta parte da aula experimental, foi pedido a um aluno que pulasse corda por alguns minutos, porém antes disso foi medida a sua temperatura corporal, repetindo-se a medição após o término da atividade. O objetivo deste procedimento foi verificar se há ou não aumento na temperatura corporal após realização de atividade física.

4. Medir a temperatura do ambiente e de objetos contidos nele. Nesta etapa foram medidas as temperaturas de cadernos, mesas, pé da mesa, mochilas e parede. Com isto pretendeu-se verificar se todos os objetos estavam à mesma temperatura inclusive o pé da mesa, que é de metal, e que provoca uma sensação errônea de que está com temperatura mais baixa que o tampo de madeira da mesa.

Etapa 4: Análise de dados e discussão (4ª aula)

Nesta etapa final foram discutidos em sala de aula os resultados obtidos. O objetivo foi envolver a turma em uma discussão científica, analisando os dados coletados, comparando-os com a teoria revisada nos estudos anteriores.

Procedimentos para a aula experimental

Nesta subseção descrevemos o material utilizado e os procedimentos seguidos na aula experimental.

Material utilizado

1. Termômetro clínico de mercúrio.
2. Termômetro digital a laser da Minipa modelo MT-350.
3. Termômetro medidor de temperatura ambiente.
4. Três recipientes de plástico.
5. Água
6. Corda
7. Ebulidor

Procedimentos experimentais

Experimento 1- Verificando a precisão de medidas feitas por meio de sensações térmicas

Para esta atividade foram utilizados três recipientes de plástico enumerados, cada um contendo água em temperaturas diferentes. As temperaturas da água estão descritas na tabela 1. Na bacia 1 colocamos água morna aquecida com o ebulidor; na bacia 2 colocamos água da torneira à temperatura ambiente; e na bacia 3 colocamos água gelada retirada da geladeira. As bacias foram organizadas conforme mostra a figura 1:

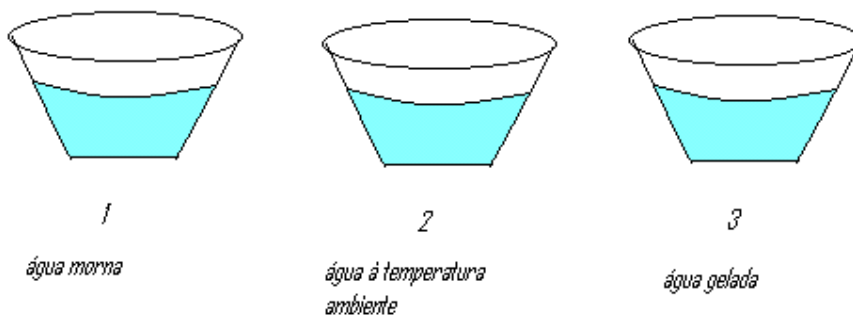


Figura 1: Arranjo das bacias contendo água em diferentes temperaturas.

Recipientes	Temperatura da água em °C
Bacia 1	58,0
Bacia 2	27,0
Bacia 3	7,5

Tabela 1 - Medida das temperaturas da água contida nos recipientes.

Solicitou-se que três alunos participassem do experimento, para que fosse possível confrontar as sensações descritas por cada um deles. O restante da turma observou e anotou os resultados. Foi pedido que cada aluno, um de cada vez, seguisse os procedimentos abaixo relacionados:

1º - Colocar as duas mãos no recipiente 2 e aguardar alguns instantes. Desta forma era possível garantir que as duas mãos estariam à mesma temperatura quando fossem colocadas nos outros recipientes.

2º - Retirar as mãos do recipiente 2 e colocar a mão esquerda no recipiente 1 e a mão direita no recipiente 3. Descrever as sensações térmicas sentidas em cada mão.

3° - Retirar as mãos dos recipientes 1 e 3 e voltá-las para o recipiente 2. Descrever novamente as sensações térmicas que sentiu.

Foi perguntado aos três alunos se eles seriam capazes de estimar um valor de temperatura para a água de cada recipiente. Nenhum deles arriscou um palpite.

Os dados coletados do experimento 1 estão descritos nas tabelas 1 e 2.

Etapas	Descrições das sensações		
	Aluno A	Aluno B	Aluno C
1° momento (as duas mãos no recipiente 2)	Descreveu que a água estava “normal”	Descreveu que a água estava “fria”	Descreveu que a água estava “fria”
2° momento (mão esquerda no recipiente 1 e direita no 3)	Descreveu que a água do recipiente 1 estava “quentinha” e do recipiente 3 estava gelada.	Mesma sensação descrita pelo aluno A.	Mesma sensação descrita pelo aluno A.
3° momento (retorno das duas mãos ao recipiente 2)	Descreveu que estava sentindo sensações diferentes em cada mão. Na mão esquerda teve sensação de que a água estava fria e na mão direita sentiu a água morna.	Mesma sensação descrita pelo aluno A	Mesma sensação descrita pelo aluno A

Tabela 2- Dados coletados do primeiro experimento.

Experimento 2- Medida da temperatura corporal

Foi medida a temperatura corporal de alguns alunos para verificar se os valores encontrados estão em acordo com aqueles mencionados nos livros didáticos, que apresentam o valor médio da temperatura do corpo humano em torno 36°C a 37°C.

Os alunos se apresentaram voluntariamente para a experimentação. Para esta atividade foi utilizado um termômetro clínico de mercúrio, comumente encontrados em farmácias. Mediu-se a temperatura de quatro alunos e os resultados obtidos estão na tabela 3 a seguir:

Alunos Voluntários	Temperatura corporal medida na axila em °C
Aluno A	36,5
Aluno B	36,7
Aluna C	35,8
Aluna D	35,5

Tabela 3: Valores obtidos das medidas da temperatura corporal dos alunos.

Experimento 3- Medida da temperatura corporal após a realização de atividade física

Para este experimento, mediu-se a temperatura de um aluno, que se apresentou voluntariamente, antes e após a realização de uma atividade física cuja duração foi de cinco minutos.

A atividade física escolhida foi pular corda, por se tratar de algo que pode ser feito em espaço pequeno. Durante a execução da atividade foi solicitado aos alunos que observassem uma possível mudança na coloração da pele do aluno voluntário. Os dados obtidos estão descritos na tabela 4.

Temperatura antes da atividade	Temperatura depois da atividade
36,5 °C	35,5 °C

Tabela 4: Temperatura corporal de um aluno antes e após a realização de uma atividade física.

Experimento 4- Medida da temperatura de objetos contidos na sala de aula

Este experimento consistiu em medir a temperatura do ambiente e de alguns objetos da sala de aula, utilizando um termômetro laser. O objetivo desta atividade é verificar se haveria diferenças entre as temperaturas dos objetos e do ambiente.

A idéia de fazer este experimento partiu da necessidade de comprovar que o pé da mesa de metal não é mais frio que o tampo de madeira, como os alunos afirmaram ser quando tocaram as duas partes da mesa. Esta concepção espontânea dos alunos foi demonstrada no momento em que foi trabalhado o tópico equilíbrio térmico em aulas anteriores. Com esta atividade permite-se esclarecer as propriedades dos diferentes materiais na transmissão de calor.

Os resultados obtidos comprovaram que todos os objetos estavam com a mesma temperatura, a saber, naquele momento 28,5 °C. Esta era a temperatura mostrada também no termômetro que mediu a temperatura do ambiente.

Análise dos dados e discussão

Após a aula experimental e coleta de dados, foi feita uma análise dos dados obtidos por meio de uma discussão, envolvendo os alunos em sala de aula, na qual os dados dos experimentos foram relacionados com os tópicos revisados no estudo dirigido das Etapas 1 e 2. Apresentamos abaixo o relato das discussões realizadas:

- 1- Os resultados do experimento 1 revelaram que as sensações de quente e frio, percebidas por meio do tato, apesar de serem constantemente usadas em nosso cotidiano, não se apresentam como uma forma segura de medir a temperatura de um corpo, pois podem induzir a conclusões errôneas. Isto pôde ser verificado no experimento 1 quando os alunos A, B e C descreveram sensações diferentes em cada mão, ao retirá-las dos recipientes contendo água morna e gelada e colocá-las na água fria. Além disso, como era esperado, nenhum dos alunos foi capaz de mensurar a temperatura da água dos recipientes por meio do tato.

Na discussão deste experimento os alunos não se mostraram surpresos com o resultado, e demonstraram que já esperavam por isto, citando situações do cotidiano nas quais as sensações térmicas percebidas, não correspondiam à realidade. Em seus relatos mencionaram que a água da torneira da pia de suas casas parecia mais quentinha quando eles manuseavam o congelador da geladeira ou cortavam frango congelado.

- 2- Com os resultados obtidos no experimento 2 verificou-se que a temperatura corporal de duas alunas apresentaram um valor abaixo do valor médio encontrado nas pesquisas feitas. A discussão neste momento se tornou ainda mais interessante, pois os alunos iniciaram uma espécie de entrevista com as duas alunas perguntando-as como

se sentiam naquele momento, se haviam se alimentado direito de manhã, se estavam sentindo frio, etc. Esta curiosidade em relação ao “estado” das meninas ocorreu devido ao que eles descobriram no estudo dirigido, pesquisas que apontam algumas causas para que um corpo apresente variações de temperatura. Eles relacionaram este estado térmico com o conceito de hipotermia. A discussão avançou para esclarecimentos sobre pequenas variações na temperatura corporal que ocorrem durante o dia, sendo maior nos momentos de atividade e menor nos de repouso, e durante o ciclo menstrual, aumentando no período após a ovulação.

- 3- O resultado do experimento 3 causou surpresa, haja vista que não correspondeu ao esperado, conforme sugerido pelas informações coletadas durante as pesquisas feitas para o estudo dirigido. Esperava-se que após a realização da atividade física, o aluno voluntário apresentasse uma temperatura corporal superior ao valor medido antes da atividade física. No entanto, não foi o que ocorreu. O aluno apresentou uma temperatura 1° C inferior à medida realizada antes da atividade física.

As hipóteses levantadas por dois alunos, que podem justificar a redução da temperatura corporal do aluno voluntário, foram:

- a) A transpiração, ou seja, o suor resfriou a pele na axila fazendo com que a temperatura naquele local ficasse mais baixa do que antes da atividade física;
- b) Outro aluno sugeriu que o motivo pode ter sido uma reação “negativa”, como um “mal estar” súbito, e citou isso como um efeito orgânico ligado à função do hipotálamo.

Na realidade, a primeira hipótese feita explica a perda de calor que provavelmente ocorreu durante a realização da atividade física através da transpiração. O corpo mantém sua temperatura constante pelos processos de produção ou perda de calor.

Nesta discussão abordaram-se os processos através dos quais o corpo humano troca calor com o ambiente, evidenciando as formas de transmissão de calor por irradiação, convecção e condução térmica. Considerou-se também a importância da pele e da glândula sudorípara na manutenção do equilíbrio térmico do corpo.

Uma aluna citou um artigo de uma revista, encontrado no estudo dirigido, que alertava para o uso de desodorantes antitranspirantes que impedem a saída do suor através da pele. Segundo a revista, isto poderia causar tumores nas axilas. Buscou-se relacionar o papel dos vasos capilares e fístulas arteriovenosas na regulação da temperatura corporal, e ao fato de a pele apresentar-se avermelhada durante a atividade física. Discutiu-se a perda de calor por convecção pelo processo chamado de “clima privado” e por irradiação térmica. Os alunos citaram o exemplo de câmaras que filmam no escuro através de captação de ondas infravermelhas emitidas pelos corpos. Mencionou-se ainda o fato da absorção e perda de calor por irradiação para cores de peles diferentes serem as mesmas, e foi citado o “paradoxo térmico” que explica as razões de uma pele branca com aspecto avermelhado, em algumas situações não apresentar a temperatura superior à de uma pele amarelada. Neste momento foi esclarecido aos alunos que os vasos capilares é que são responsáveis pela aparência avermelhada da pele e as fístulas arteriovenosas responsáveis pela regulação da temperatura.

- 4- O experimento 4 mostrou que todos os objetos contidos na sala de aula naquele momento tinham temperaturas iguais. Isso permitiu corrigir a concepção alternativa dos alunos, baseada no senso comum, de que o metal é mais “frio” que a madeira.

Constatou-se que o pé de metal da mesa estava à mesma temperatura que o tampo de madeira. A discussão levou ao conceito de equilíbrio térmico e de condutividade térmica, e como ele pode ser compreendido de forma qualitativa através do contato da pele com o material, evidenciando que o mesmo é característica de cada material.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a atividade aplicada foi possível perceber a importância da contextualização para o processo de ensino e aprendizagem, pois permite a construção de um conhecimento global e mais significativo para os alunos. Foi evidente o interesse manifestado na discussão após a aula experimental e a participação se deu de uma forma como ainda não havia sido observada naquela turma.

A integração dos conhecimentos da física com os de outras disciplinas constitui uma proposta de garantir uma melhor compreensão de fenômenos científicos presente na vida dos educandos. A multidisciplinaridade capacita o aprendiz a enxergar o todo inter-relacionando as partes, isto é, a conexão entre dois ou mais componentes disciplinares se torna fundamental para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem e fortalece as disciplinas, pois as devolve a sua verdadeira identidade.

Resultados semelhantes foram obtidos em outros trabalhos. Rui e Steffani (2006) utilizam um recurso didático para inter-relacionar conceitos de física e biologia com música. Coelho e Ferrara (2005) aplicam em sala de aula uma unidade didática contextualizada e multidisciplinar sobre fractais. Eles percebem um aumento no interesse dos alunos, além de uma ampliação do conhecimento verificada por meio de questionários respondidos antes e depois da intervenção.

Portanto, acreditamos que nossa proposta contribua para diminuir um dos grandes desafios enfrentados no ensino de física segundo Sodré e Mattos (2005), ou seja, introduzir conteúdos interdisciplinares em sala de aula.

REFERÊNCIAS

ACEDO, P.H. e JÚNIOR, N.F.F. Concepções de alunos do ensino médio sobre respiração humana. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBF, 2008, p.1-11.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Ministério da Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC, 2002.

COELHO, P.S.; FIEDLER-FERRARA, N. Atividades curtas multi-abordagem no ensino médio: introduzindo o conceito de fractal. In: ENCONTRO NACIONAL EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Bauru. **Anais...** São Paulo: ABRAPEC. 2005.

FINKELSTEIN, N. Learning physics in context: a study of student learning about electricity and magnetism. *Internacional Journal of Science Education*, v.27, n.10, p.1187-1209, ago. 2005.

GARCIA, E.A.C. **Biofísica**. São Paulo: Sarvier, 2000.

Minas Gerais, estado. Secretaria de Estado da Educação. Centro de Referência Virtual do Professor. *Orientações Pedagógicas de Física para o Ensino Médio*. Belo Horizonte, 2007. Disponível em: http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv. Acesso em 02 mar.2009.

PEÑA, M.D.J. Interdisciplinaridade: questão de atitude. In: FAZENDA, I. (Org.) **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, 2005. p.57-77.

RUI, L.R. e STEFFANI, M.H. Um recurso didático para o ensino de física, biologia e música. *Experiências em Ensino de Ciências*, V.1(2), p. 36-49, 2006.

SANTOMÉ, J.T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Trad. Claudia Schilling. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SODRÉ, F.C.R. e MATTOS, C.R. Física e nutrição: um recorte interdisciplinar. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2005, Bauru. **Anais...** Bauru: UNESP, 2005, p.1-11.