

A APRENDIZAGEM DE TEMAS DE BIOFÍSICA NAS ESCOLAS DE ANANINDEUA-PA POR MEIO DO USO DE MATERIAIS SIMPLES: DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Milena Pinheiro Barbosa (Faculdade de Física – Ananindeua -UFPA)
Eva Maria Joana Cruz da Pureza (Faculdade de Física – Ananindeua -UFPA)
Carlos Alberto Brito da Silva Jr (Faculdade de Física – Ananindeua -UFPA)

RESUMO

Neste trabalho são propostas atividades práticas na sala de aula e eventos com alunos, professores e público em geral das escolas do município de Ananindeua-Pa para trabalhar com *temas de Biofísica* por meio do uso de materiais simples numa *Abordagem Baseada em Problemas* (ABP). Os temas foram abordados de maneira clara e objetiva através de experimentos de baixo custo (pulmão artificial, mão hidráulica, voz vibrante, ouvido humano e cérebro trabalhando, microscópio caseiro e estetoscópio). A metodologia aplicada foi através de exposições e oficinas. Os participantes aprenderam os conceitos, mesmo conhecendo os obstáculos, que permeiam a aprendizagem desta disciplina como a falta de: interdisciplinaridade, contextualização de conteúdos, profissionais da área e materiais didáticos.

Palavras-chave: Temas de Biofísica, ABP, Materiais Simples, Divulgação Científica.

INTRODUÇÃO

Muitos dos problemas encontrados em sala de aula com relação ao ensino de conceitos e leis fundamentais de Ciências (como, a Biologia, a Física e a Química), estão relacionados às maneiras como os professores abordam tal conteúdo sem fazer as conexões entre as Ciências, o que dificulta no entendimento dos alunos. Isso se deve aos professores não possuir formação necessária para estabelecer os vínculos entre os conhecimentos. Eles também não trabalham a prática (experimentação), as diversas mídias e a aplicabilidade dos mesmos em sua vida cotidiana (CAUDURO e LÜDKER, 2017). Como exemplo, temos, a experimentação tradicional, em Biagini e Machado (2014), onde o aluno realiza os experimentos baseado em roteiros fechados sobre a orientação do professor chegando a um resultado “correto” ou “definitivo” sobre o mundo (ou fenômeno em estudo) de forma descontextualizada sem refletir sobre o fenômeno ou sobre sua ação.

Desta forma, a busca por novas metodologias para aprendizagem realmente efetiva e significativa é uma proposta para se ensinar Ciências nos dias de hoje. A multidisciplinaridade

imposta nesse trabalho, vem com a proposta de estabelecer que a Física é uma ciência de investigação relacionada com as outras áreas do conhecimento, não se limitando somente às equações matemáticas. É possível mostrar aqui que a Física está intimamente relacionada aos conteúdos da Biologia através do estudo da Biofísica, e vice-versa. Por meio de uma abordagem diferenciada, pôde-se, enriquecer os conteúdos; haja vista que a disciplina Biofísica tem caráter obrigatório ou optativo nos *Projetos Pedagógicos dos Cursos* (PPC) de Saúde, Biologia, Ciências Naturais e Física do país adaptado a realidade de cada curso (CORSO, 2009 e OKUNO *et al.*, 1982); e cumprir metas pedagógicas-didáticas, explorando as competências e habilidade previstas nos *Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCNs) (BRASIL, 1998b). Em Cauduro e Lüdker (2017) é abordado sobre as diversas áreas da Biofísica.

Assim, encontramos nos PCNs de Ciências (em particular na parte destinada ao Ensino Médio) menção explícita às características das abordagens disciplinar e intedisciplinar no ensino de ciências. “No nível médio, os objetivos (habilidades, competências e os valores desenvolvidos na área) envolvem, de um lado, o aprofundamento dos saberes disciplinares em Biologia, Física, Química e Matemática, com procedimentos científicos pertinentes aos seus objetos de estudo, com metas formativas particulares, até mesmo com tratamentos didáticos específicos. De outro lado, envolvem a articulação interdisciplinar desses saberes, propiciada por várias circunstâncias, dentre as quais se destacam os conteúdos tecnológicos e práticos, já presentes junto a cada disciplina, mas particularmente apropriados para serem tratados desde uma perspectiva integradora” (BRASIL, 1999). Particularmente a Física escolar tem sofrido a crítica constante de não ser capaz de apreender o mundo cotidiano dos estudantes. A vertente metodológica que se denominou “*Física do cotidiano*”, fundamentada teoricamente em trabalhos de corrente freiriana (GREF, 1993), reivindica um ensino com maior concessão ao mundo real e em detrimento do mundo teórico-conceitual.

Então, utilizar-se da Biofísica, mais precisamente de experimentos de Biofísica como ferramenta didática para o ensino de Biologia e Física, ou vice-versa, torna-se de grande importância para fazer com que os alunos percebam que a Biologia, a Física e a Biofísica faz parte da construção do mundo e, portanto, estão no nosso dia-a-dia. Aguçar a curiosidade dos alunos e estimulá-los a buscarem caminhos, respostas e perguntas é a principal motivação no desenvolvimento deste trabalho. Assim, foram feitas a contextualização e a interdisciplinaridade dos conteúdos da Física (como, mecânica, hidrostática, hidrodinâmica, ondas, óptica e eletricidade) com a Biofísica (biomecânica, fluidos em sistemas biológicos, biofísica da audição ou bioacústica, biofísica da visão e bioeletricidade). Fazendo esse entrelace nos conteúdos é possível confeccionar experimentos de materiais alternativos (pulmão

artificial, mão hidráulica, voz vibrante, ouvido humano e cérebro trabalhando, estetoscópio e microscópio caseiro) para expor a comunidade acadêmica do município de Ananindeua-Pa, nas Escolas, Feiras Vocacionais e de Ciências com o intuito de fazer a divulgação científica da Biofísica no intuito da democratização do conhecimento científico.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Você sabe como é que a sua visão funciona? E a audição? E os aparelhos respiratório e circulatório? De que nós somos formados? De que maneira nosso corpo executa os movimentos? Como a nossa pele interage com as radiações? Quais são os efeitos? Se você já estudou os conteúdos de Física (mecânica, átomos, ondas, óptica, eletromagnetismo, etc.) é possível que já tenha sido respondida essas questões, caso não, mas você já possui um embasamento ou fundamentação teórica apoiada na Física. Isso e muitas outras coisas são estudadas pela área interdisciplinar da Biofísica. Mas o que é essa ciência?

Entende-se por Biofísica, a aplicação dos conceitos, métodos e leis fundamentais da Física no estudo de sistemas biológicos. Esse estudo não é novo e desempenha um importante papel nos avanços científicos e tecnológicos, bem como na área de ensino e educação. Pois, para uma boa parte dos alunos das áreas das ciências biológicas, da saúde e da vida, ainda não são claras as razões pelas quais eles devem estudar Física. Por isso, apresentamos aqui alguns conteúdos de Física que são importantes para o entendimento dos sistemas biológicos que foram sendo descobertos ao longo do tempo (DURÁN, 2003 e OKUNO et al., 1972).

Entretanto, o termo Biofísica surgiu, em meados do século XIX, assim que os princípios físicos newtonianos começaram a ser aplicados às ciências biológicas. Isto é, quando a Mecânica que é a parte da Física que estuda as causas e os efeitos do movimento nos objetos são aplicadas aos sistemas biológicos passa a ser denominada de Biomecânica que é uma parte da Biofísica (DURÁN, 2003). Porém, à análise dos aspectos biomecânicos dos movimentos corporais – humanos e animais – remontam à antiguidade clássica, nos estudos de Aristóteles, considerado o pai da Cinesiologia, onde todo movimento depende de um agente motor (músculos) e Leonardo da Vinci (1452-1519) que fez a análise mecânica das estruturas anatômicas, do andar, sentar e ficar em pé a partir da posição sentada, bem como descreveu o voo das aves. Com a invenção da fotografia, em 1826, surgiu uma nova possibilidade metodológica para as pesquisas sobre aspectos do movimento corporal, e deu origem a um ramo da Biomecânica conhecido como Cinemetria, que propicia o congelamento dos movimentos, o registro e, conseqüentemente, a quantificação geométrica por meio dos

instantâneos – ou fotograma – possibilitando sua descrição precisa. Até os dias atuais, este tipo de aplicação da fotografia à biomecânica consiste num dos principais meios de obtenção de informações sobre a geometria do movimento, e é denominada Fotogrametria Não-Cartográfica (AMADIO A. C. e DUARTE M., 1997 e HAMILL J. e KNUTZEN, 2008).

Portanto, com o estudo das ondas e da acústica foi possível entender o funcionamento do ouvido dando origem a biofísica da audição ou bioacústica. Esses estudos remontam da antiguidade, desde que os gregos antigos passaram a construir seus teatros em locais de baixo ruído, a favor do vento, a platéia se situava em degraus e usavam conchas acústicas lançando as bases da acústica. No século XVIII no período do Iluminismo, livros detalhados de anatomia tinham mapeado a estrutura básica do ouvido humano, documentando como as ondas sonoras (o som) eram transmitidos através do canal auditivo, provocando vibrações no tímpano. Nessa época, não havia eletricidade, nem microfones, nem mesas de som, nem amplificadores, muito menos alto-falantes (JOHNSON, 2015, DURÁN, 2003 e OKUNO et al., 1972).

A Óptica (do grego significa visão) é a parte da Física que estuda o comportamento e as propriedades da luz e, conseqüentemente, quando aplicada ao estudo do olho humano (da visão) é denominada de biofísica da visão. Desde a antiguidade, os gregos antigos tentaram entender o mecanismo da visão e o que havia no espaço compreendido entre os olhos e os objetos que vemos sem aprofundar as ideias sobre a natureza da luz: 1- Pitágoras acreditava que a visão (luz) fosse o resultado da emissão de raios pelo olho; 2- Demócrito (partícula) e Aristóteles (onda) acreditavam que a luz vem dos objetos e então entra nos olhos; 3- Platão acreditava que a luz tanto sai dos olhos quanto é emitida ou resvalada pelos objetos. Entretanto, foi em 1025, Al-Hazen, um estudioso árabe, quem elaborou o modelo atual para a visão, umas das grandes questões da Óptica na Grécia Antiga. A luz vem do Sol ou de outras fontes luminosas, como o fogo, e é refletida por demais objetos que entra em nossos olhos e assim conseguimos enxergar. Foi ele que baseado no estudo da visão obteve imagens com câmaras escuras, precursoras das câmeras fotográficas, sem lentes (ROCHA, 2002). A Biologia surgiu, em 1590, com o advento do microscópio óptico por Jansen (1560-1628) que foi melhorado e efetivamente utilizado no século XVII nas pesquisas em Biologia (OSADA, 1972).

A hidrostática e a hidrodinâmica é a parte da Física que estuda os fluidos em repouso ou em movimento. Nesse estudo, se destacam as descobertas feitas por Arquimedes (287 a.C. – 212 a.C.), Stevin (1548-1620), E. Torricelli (1608-1647), B. Pascal (1623-1662), D. Bernoulli (1700-1782), entre outros. Com isso, é possível estudar o sistema circulatório como um sistema ou circuito hidráulico, onde o sangue é o fluido que escoar ou não pelas veias, artérias e vasos sanguíneos. Entende-se por fluido, toda substância que escoar. Portanto, além dos líquidos, os

gases são também fluidos e, portanto, são estudados no sistema respiratório que tem como principal função garantir as trocas gasosas com o ambiente, garantindo a oxigenação do sangue e a eliminação do CO₂, necessárias para as reações metabólicas. Além disso, no pulmão ao entrar (inspiração) e sair (expiração) ar ocorre expansão e contração do diafragma, semelhante como se estivéssemos esticando ou comprimindo uma mola o que faz possível utilizarmos a Lei de Hooke que é estudada na Física (ROCHA, 2002, OSADA, 1972 e OKUNO et al., 1972).

A eletricidade e o magnetismo têm suas bases na antiguidade com Tales de Mileto ao estudar as propriedades do âmbar e do ímã (magnetita, Fe₃O₄). Em 1550, G. Cardano (1501-1576) estudou as propriedades medicinais do âmbar. Entre 1600 e 1800, foi o período do carnaval elétrico, onde os mágicos usavam as descobertas da eletricidade (gerador de F. Hauksbee (1666-1713), etc.) para usar nos seus espetáculos (raios na ponta do nariz, beijo elétrico, etc.). Em 1750, B. Franklin (1706-1790) descobriu que o raio tinha natureza elétrica. Então, em 1773, H. Cavendish (1745-1827), observou que o peixe torpedo criava eletricidade, mas ele não sabia se era a mesma produzida pelos geradores eletrostáticos. Então, ele produziu artificialmente o choque do peixe torpedo com 2 garrafas de Leyden ligadas à Terra. Assim, surgia a eletricidade contínua. Entretanto, em 1786, L. Galvani (1737-1798) publicou o livro “*A eletricidade Animal*” propondo a teoria da eletricidade animal, onde um fluido (eletricidade) corre do corpo a partir do cérebro através dos nervos até os músculos, onde é transformado em movimento, que foi posteriormente, derrubada por A. Volta (1745-1827), em 1799. O termo bioeletricidade atrela-se usualmente aos potenciais elétricos e correntes elétricas que são produzidos ou que podem ocorrer devido a uma diversidade de processos biológicos em organismos vivos, como nas enguias e peixes elétrico. Há também animais que têm sensores biológicos altamente sensíveis ao magnetismo daí tem-se o termo biomagnetismo. O pombo-correio, bem como, algumas espécies de pássaros migratórios utiliza um “sistema de navegação”, semelhante a uma bússola, baseado no campo magnético da Terra para estabelecerem orientação espacial em seus vôos. Em 1820, H. C. Oersted (1777-1851) descobriu a relação entre eletricidade e magnetismo, o eletromagnetismo. O termo bioeletromagnetismo é resultante da corrente elétrica variável produzidas pelos potenciais de ação ao longo das membranas celulares via leis de Faraday e Ampère nas equações de Maxwell. Pelo estudo do bioeletromagnetismo é possível explicar o sistema circulatório, bem como a informação que entra nos ouvidos e chega até o cérebro tendo ele como um circuito elétrico (ROCHA, 2002, DURÁN, 2003 e OKUNO et al., 1972).

METODOLOGIA

Aqui é proposta a metodologia da *Aprendizagem Baseada em Problemas* (ABP) que é uma estratégia de aprendizagem muito utilizada no ensino superior, como ponto de partida para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos (GUIMARÃES, DICKMAN e CHAVES, 2014). Haja vista que a maioria dos materiais usados como bibliografia básica de Biofísica no Brasil não apresenta exemplos, exercícios e problemas com grau de significação esperado, onde apenas uma das áreas (Biologia ou Física) é envolvida nos livros e sem conexões com a realidade dos alunos. Dessa forma, existe a necessidade do desenvolvimento de materiais didáticos, técnicas e metodologias que possam ser inseridas no estudo, visando uma melhor qualidade na análise dos casos na disciplina de Biofísica (CAUDURO e LÜDKER, 2017). Assim, a metodologia ABP foi aplicada e dividida em quatro etapas para a construção dos experimentos simples:

Etapa I – Foi feita uma revisão bibliográfica usando livros, artigos e sites de Biofísica para auxiliar na escolha dos temas e dos experimentos para confecção baseado nos problemas da Biofísica.

Etapa II – Com base no estudo feito nas referências citadas acima, escolhemos as partes do corpo humano que são mais atrativas para aplicar os conceitos de Física.

Etapa III – Confecção dos equipamentos baseado na etapa II com materiais de baixo custo, no qual podemos encontrar nas nossas casas, como: bexigas, mangueira de aquário, CD, seringas, latas, garrafas pets, e outros. Os experimentos confeccionados com esses materiais para demonstrar partes do corpo humano foram pulmão artificial, mão hidráulica, voz que vibra e ouvido humano, bem como estetoscópio e microscópio caseiro que são objetos de medida e observação, no qual podem ser trabalhados os conceitos e leis da Física, baseados nos conteúdos de hidrostática, hidrodinâmica, eletricidade, óptica, ondas sonoras e outros.

Etapa IV – Os experimentos confeccionados foram apresentados para a comunidade acadêmica do município de Ananindeua nas escolas, feiras científicas e vocacionais. Haja vista que, Cauduro e Lüdker (2017) identificaram 5 artigos que abordam a divulgação do ensino de Biofísica por meio de aspectos históricos, sem relação direta com a sala, e outros 5 artigos que propõe a abordagem dos conteúdos da Biofísica na sala de aula em 4 revistas analisadas de 2004-2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo, é mostrado o resultado das exposições dos experimentos simples nas escolas, eventos, feiras científicas e vocacionais do município de Ananindeua-Pa. A exposição foi feita da seguinte forma: 1- Era apresentado o experimento em sequência; 2- Era apresentado o material utilizado na construção do experimento e como o experimento foi construído; 3- Era feito perguntas sobre como o experimento funcionava, como ele surgiu, onde ele surgiu e para que ele servia; 4- Posteriormente, caso o aluno não respondesse era feito uma abordagem baseada na história e nos fundamentos da Física (Biofísica) a respeito do tema proposto para determinar a época, onde e para que ele servia. 5- Neste momento, achava-se, que todas as perguntas haviam sido respondidas, porém era quando surgiam novas perguntas e, assim, fomos buscar as respostas. Isso foi importante para um maior entendimento do assunto pela busca da autonomia dos conteúdos abordados e para o exercício da prática da docência.

O primeiro experimento exposto foi o pulmão artificial e o material utilizado foi 1 garrafa PET; 2 bexigas (pulmões); 1 luva de cirurgia (músculo do diafragma); 1 mangueira de aquário (duto por onde o ar passa); arame; elástico e fita adesiva (de boa qualidade). Na montagem: Corta-se o fundo da garrafa e fura-se sua tampa, logo em seguida, corte a mangueira em 2 tamanhos de 8 cm e 3 cm, encaixe elas até formar um T, forme um Y com o arame e prenda 2 bexigas com os elásticos, depois coloque um círculo feito de arame no fundo da garrafa pet e prenda com a fita, logo depois coloque a luva e passe a fita. Está feita a caixa torácica e os pulmões. Para simular o funcionamento do sistema respiratório puxe para baixo o balão maior no fundo da garrafa pet representando a contração do diafragma, o volume da garrafa aumentará e a pressão interna do ar irá diminuir, observe que os 2 balões menores (os pulmões) se enchem. O experimento despertou o interesse dos alunos que não imaginavam como o pulmão funcionava. A explicação foi feita de maneira simples, através de um modelo didático por onde passa o ar, ver Figura abaixo.

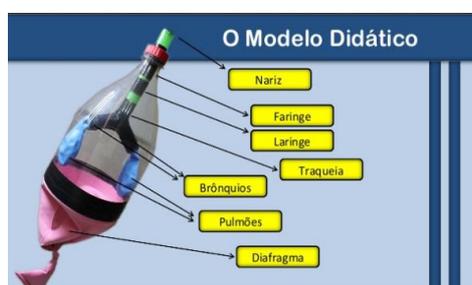


Figura 1- Modelo Didático para o Experimento do Pulmão Artificial.

O segundo experimento foi a mão hidráulica e o material utilizado foi 5 seringas de 3 ml e 5 ml cada; corante vermelho; 2 pacotes de mangueira de aquário; 1 folha de papel cartão;

20cm de papelão; 1 caixa de sapato; cola quente; super cola; elástico e tesoura. A montagem do experimento necessita de um modelo da própria mão, recorte o molde de sua mão em seqüência cole o papel cartão no papelão com o molde, depois faça marcações nos dedos, pequenas dobras no papelão já forrado, em seguida faça furos nos dedos. Corte 5 pedaços iguais da mangueira e cole nas seringas de 3 ml com super cola, e para que não entre ar, passe a cola quente na junção das mesmas, depois misture água com corante vermelho e com a seringa de 5 ml coloque o líquido na mangueira até encher, assim depois retire a seringa de 5 ml, seque e passe super cola em seu bico e cole na mangueira. Com tudo já colado, pregue a mão na caixa de sapato com cola quente e cole cada seringa no espaço da palma do seu molde, e puxe seu êmbolo, com ajuda do elástico prenda nos furos dos dedos, fazendo uma torção, assim cole as seringas de 5 ml na caixa de sapato com alguns cm de distância e está finalizado. A explicação da mão hidráulica é baseada no Princípio de Pascal, proposto em 1652, que explica como um sistema hidráulico funciona, assim, a mão hidráulica executa os movimentos de abrir e fechar a mão através de cilindros hidráulicos quando o êmbolo da seringa de controle é submetido a uma pressão que é transmitida a todos os pontos do fluido dentro do cilindro. Esse efeito num sistema hidráulico pode ter um efeito de multiplicação de forças como num braço, elevador e robô hidráulico, e pontes levadiças. De forma similar ao experimento 1 os alunos não sabiam como funcionava a mão e ficaram maravilhados quando souberam que outros objetos funcionavam segundo o mesmo princípio.

O terceiro experimento foi a voz que vibra ou vendo nossa própria voz ou ainda imagens de sons. O material usado foi caneta laser; lata de molho de tomate; 1 cd; bexiga; fita adesiva e cano PVC. Primeiro remova o fundo da lata, envolva ele com a bexiga e passe a fita adesiva. Depois, corte um V no cano PVC para servir de apoio para o laser, passe a fita no cano e no laser para fixar, corte um pedaço do CD e cole no meio da lata, foque o laser no CD num grau suficiente para ser projetado na parede, passe fita no suporte para grudar na lata e está finalizado. Que tal agora combinar som e luz? A explicação é baseada quando o som atinge o balão com o espelho plano, o balão vibra fazendo com que o raio laser que atinge o espelho seja refletido no anteparo formando imagens ou padrões denominados de Figuras de Lissajous (retas, círculos, elipses e os mais variados tipos). Os alunos acharam bastante interessantes e se surpreendiam com as figuras produzidas no anteparo (parede).

O quarto experimento foi o ouvido humano e o cérebro trabalhando, onde o material usado foi 1 led de 3V; cérebro de acrílico (opcional); mdf 6cm/4cm; 1m de fio elétrico; 7cm de arame; 2 copos americanos; 20ml de água sanitária; bexiga; papel alumínio e fita isolante. A montagem para a base: fazer 2 suportes, um em cada extremidade, para um suporte faça um

círculo com um pedaço de arame e coloque ele dentro do balão, reserve, com o prego, pregue o suporte na base de mdf na extremidade da esquerda, cole o balão em qualquer posição, faça o suporte da direita, pregue na base e em seu início coloque o led. Faça um circuito dipolo e una com os respectivos pólos do led, passe este circuito para o meio da base. A montagem da pilha: pegue os 2 copos americanos e cole um pedaço de 3cm da folha de papel alumínio em um de seus lados, passe a fita para segurar. Corte 6 pedaços de 4cm de fio elétrico iguais, e una 4 pedaços em 2 e 2, os outros 2 grude com a fita adesiva na parte do papel alumínio e os 2 pares coloque dentro do copo e grude por dentro com a fita, é de extrema importância que as partes não se toque com o fio que está colado com o papel alumínio, sendo assim, despeje a água sanitária nos 2 recipientes até que ocorra a oxidação do alumínio e faça acender o led. A explicação para o funcionamento do ouvido humano é baseado no estudo das ondas sonoras (som), onde o som entra no ouvido pelo canal auditivo até chegar ao tímpano que vibra quando identifica variações de pressões mesmo muito pequenas, o som entra no ouvido interno que contém um líquido que estimula as células nervosas do nervo auditivo enviando esses sinais ao cérebro na forma de impulsos nervosos, fazendo com que tenhamos a percepção do som. Talvez o melhor, pois mostrar como funciona o ouvido ao vibrar o balão e como a informação chega ao cérebro comparando quando o led acende.

O quinto e o sexto experimento dizem respeito aos instrumentos de observação e medidas. O quinto foi o microscópio caseiro ou a laser, onde o material usado foi 2 pedaços de 8cm de madeira (cabo de vassoura); 8cm de MDF; 1 seringa de 10 ml; 2 parafusos gancho de leva; caneta a laser (verde) e 3 pregos pequenos. Para montar o suporte é preciso unir os 2 pedaços de madeira formando um L, pregue na base de MDF. Coloque o parafuso na extremidade do L inicial e outro no início da madeira para apoiar a seringa, assim à caneta laser presa ao parafuso deve está focada na gota desprendida da seringa, desta forma ajusta-se a imagem para que seja refletida na parede ou numa superfície escura. O princípio físico desse microscópio é simples e se baseia nos estudos da Óptica Geométrica: a gota d'água funciona como uma lente esférica (biconvexa) que recebe a luz do laser e faz os raios convergirem e depois se dissiparem, projetando uma imagem na parede. Como os microorganismos da água estão na passagem dessa luz, acabam sendo reproduzidos em tamanho gigante na parede.

O sexto experimento foi o estetoscópio caseiro, onde o material usado foi: 1 mangueira de aquário; 1 tampinha de plástico; 1 conta gotas; 1 bexiga; fita adesiva e tesoura. Corta-se 10 cm da mangueira de aquário e em uma das suas extremidades prenda-se o conta gotas, logo em seguida, fura-se, a tampinha de plástico e envolve a bexiga na mesma, assim prende-se a tampa já forrada na segunda extremidade e passe a fita para vedar e está finalizado. O primeiro

estetoscópio foi proposto em 1816, pelo médico francês René Théophile-Hyacinthe Laennec, que transmitia um som bem menos nítido como o de hoje, impedindo que o som se perca no ar. O barulhinho dos batimentos do coração é captado pelo auscultador do estetoscópio (parte metálica e ativa – diafragma e sino - que o médico encosta no paciente) e amplificado através de uma estrutura interna que imita o ouvido humano. O som amplificado segue pelos tubos de condução, passa pela haste metálica e chega ao ouvido do médico pelas olivas auriculares.

Nas Figuras 2(a-e), são exibidas as imagens dos experimentos 2 a 6 construídos e apresentados nas feiras científicas, mini-curso, oficina e workshop:

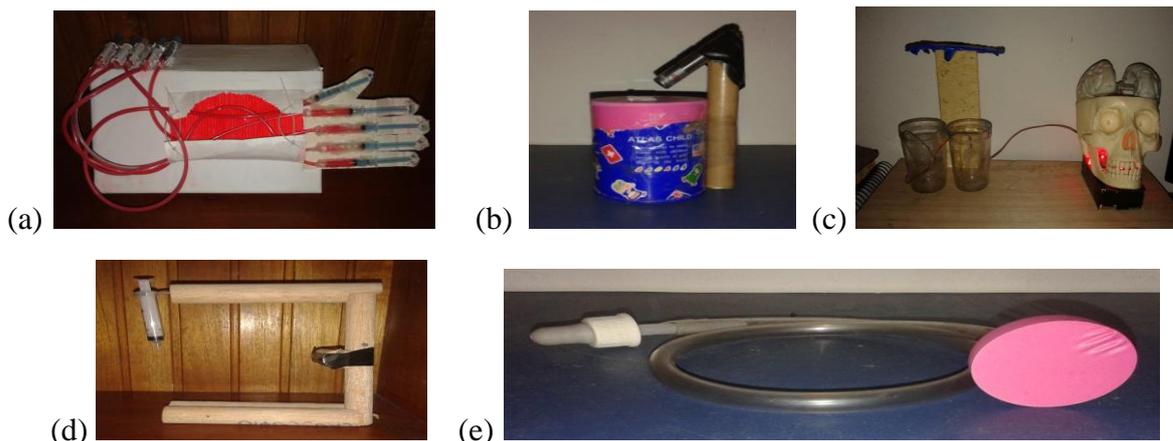


Figura 2- Experimentos: (a) Mão Hidráulica; (b) Voz que vibra; (c) Ouvido Humano e Cérebro Trabalhando; (d) Microscópio caseiro ou a laser; (e) Estetoscópio caseiro.

Abaixo nas Figuras de 3(a-c) a 5(a-c), são mostradas as imagens dos eventos (feiras científica e vocacional, mini-curso, oficina e workshop) realizados nas escolas do município de Ananindeua-Pa, bem como da apresentação dos experimentos para os alunos e público em geral que participaram. Apresentação de experimentos de Biofísica:



Figura 3- (a) Escola Estadual Regina Coeli Souza e Silva; (b) Feira de Ciências na Escola Antônio Gondim Lins; (c) Centro Educacional da Emília.



Figura 4- (a) Feira Vocacional do Colégio Salesiano Nª Sª do Carmo; (b) Feira do Vestibular do Colégio Sistema (particular); (c) Mini-curso para Professores do Município de Ananindeua (SEMED).



Figura 5- (a) (b) I Semana das Licenciaturas (SLIC2017) no Campus de Ananindeua/UFPA; (b) Oficina na disciplina Fundamentos de Biofísica na Especialização em Ensino de Física; (b) Exposição no 1 MCAA BRAZIL-EUROPE WORKSHOP (BREUW2017).

CONCLUSÃO

Buscou-se como resultado com essa forma de abordagem contextualizada e interdisciplinar, um maior interesse dos alunos pelo estudo da Biofísica, pelas curiosidades relacionadas à Física e pelas disciplinas afins. Pretendeu-se, com isso, que os alunos se tornassem mais participativos e críticos nas exposições escolares, nas salas de aula ou em feiras científicas e vocacionais. Assim, os efeitos do trabalho foram autonomia na construção, proposição e manuseio dos experimentos no ramo da Física e Biofísica, colocando em prática os conceitos e leis trabalhados em sala de aula. Constatou-se com os resultados obtidos que há uma diferença substancial se o tratamento dos temas for baseado apenas em um conteúdo, Biologia ou Física. Assim, se faz necessário um profissional bem preparado que saiba usar a Biologia e a Física para fazer as devidas relações de interdisciplinaridade entre as duas. Porém, nossa atividade prática procurou trabalhar a divulgação (o conhecimento) e a aprendizagem dos alunos por meio da exposição dos experimentos. Isso trouxe resultados satisfatórios nas escolas com relação a metodologia empregada para o professor trabalhar os conteúdos na sala de aula. Essa atividade também foi aplicada num evento internacional (1 MCAA BRAZIL-EUROPE WORKSHOP (BREUW2017)), numa turma de Especialização em Ensino de Física na disciplina Fundamentos de Biofísica do Campus de Ananindeua/UFPA, onde houve maior aprendizado, bastante discussão e a escolha de um grupo de alunos para trabalhar o tema no trabalho final de monografia.

REFERÊNCIAS

AMADIO A. C. e DUARTE M. *Fundamentos Biomecânicos para a Análise do Movimento*. Laboratório de Biomecânica, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, 1997.

BIAGINI B. e MACHADO C. *A Experimentação no Ensino de Ciências em Duas Escolas Municipais de Florianópolis/SC*, Revista da SBEnBio, Vol. 7, p. 900-911, out. 2014.

BRASIL, Ministério da Educação – *Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998b.

BRASIL, *Parâmetros Curriculares do Ensino Médio - Conhecimento de Física*. MEC. 1999.

CAUDURO P. J. e LÜDKER E., *Revisão Bibliográfica sobre o Ensino de Biofísica: Uma Análise de Artigos de 2004-2016*, Vivências, Vol. 13, N.24, p.418-422, mai 2017.

CORSO G., *Os Conteúdos das Disciplinas de Biofísica e Física*, Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol. 31, N.2, p.217031-217034, jun. 2009.

DURÁN J. E. R., *Biofísica: Fundamentos e Aplicações* (Person Prentice Hall, São Paulo, 2003).

GRAF, Física, 3 volumes, EDUSP, São Paulo, 1993.

GUIMARÃES F. S. P, DICKMAN A. G. e CHAVES A. C. L., *Website: Material de apoio para professores de Biofísica aplicada a Enfermagem*, Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol. 36, N.3, 35061-35068, ago. 2014.

HAMILL J. e KNUTZEN K. M. *Bases Biomecânicas do Movimento Humano*. 2 ed. São Paulo: Editora Manole, 2008.

(OKUNO *et al.*, 1982): OKUNO E., CALDAS L. e CHOW C., *Física para as Ciências Biológicas e Biomédicas* (Harper & Row do Brasil, São Paulo, 1982).

JOHNSON S., *Como Chegamos Até Aqui: A História das Inovações que fizeram a Vida Moderna Possível* (Best-Seller do New York Times, tradução Claudio Carina, 1.ed., Rio de Janeiro, Ed. Zahar, 2015).

OSADA J., *Evolução das Ideias da Física*, São Paulo, EDUSP, 148p., 1972.

ROCHA J. F. M. (Org.), *Origens e Evolução das Ideias da Física*, Salvador, EDUFBA, 374p., 2002.