



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

CAIO CÉSAR MONTEIRO DE OLIVEIRA MELO

VASOS COMUNICANTES NA SIMULAÇÃO DO SISTEMA CIRCULATÓRIO

Caruaru

2017

CAIO CÉSAR MONTEIRO DE OLIVEIRA MELO

VASOS COMUNICANTES NA SIMULAÇÃO DO SISTEMA CIRCULATÓRIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) do Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez

Caruaru – 2017

CAIO CÉSAR MONTEIRO DE OLIVEIRA MELO

VASOS COMUNICANTES NA SIMULAÇÃO DO SISTEMA CIRCULATÓRIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 06 /12/ 2017

BANCA EXAMINADORA

Dr. Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez (Orientador)

Dr. Ailton Fernandes de Macedo Junior (Examinador interno)

Dr. Augusto Cezar Moreira (Examinador externo)

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Sociedade Brasileira de Física (SBF) pelo suporte dado ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF, assim como a todo o corpo docente deste polo pelo empenho na qualidade do curso.

Quero agradecer, também, aos meus colegas mestrandos, em especial a Ricardo Farias, a Arthur Almeida e a Gabriel Pimenta, que compartilharam comigo as suas experiências. Aos meus familiares, por nos fortalecer nos momentos mais importantes, em especial aos meus pais, Laura Cibele e Alexandre Melo. E ao orientador deste trabalho, Dr. Ernesto Arcenio Valdés Rodriguez, pelo apoio durante todo o curso de mestrado.

Um agradecimento especial para os alunos que participaram das atividades desenvolvidas na produção e avaliação do produto educacional; ao Colégio Equipe, em especial à coordenadora Sâmea Franceschini, e ao Colégio Motivo por cederem o espaço, material e disponibilidade para a realização do nosso trabalho.

RESUMO

O presente trabalho visa contribuir para o entendimento de alunos do ensino médio acerca de alguns dos princípios físicos envolvidos no funcionamento do sistema circulatório humano, por meio de um método experimental para bombeamento de líquidos em vasos comunicantes. Aqui, apresenta-se um produto educacional e uma sequência didática que podem ser feitos em sala de aula. Para uma melhor compreensão dos aspectos relacionados ao funcionamento do sistema circulatório, o trabalho está organizado por partes: estrutura, composição, funcionamento, trajetória do sangue e pressão sanguínea. Esta pesquisa se inicia com um estudo relacionado ao sistema educacional brasileiro e algumas de suas problemáticas, como a necessidade da utilização de novas tecnologias para o ensino de Ciências. Em seguida, apresenta algumas metodologias de ensino descritas na literatura que fundamentam esta monografia; o ensino interdisciplinar e o ensino por projetos. No trabalho, descrevem-se, ainda, a fabricação do sistema experimental e as atividades desenvolvidas junto aos estudantes e apresentam-se os resultados de avaliações realizadas para determinar níveis de aprendizagem alcançados pelos alunos em relação aos conceitos desenvolvidos.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema circulatório. Bombas. Ensino experimental. Interdisciplinaridade. Ensino por projetos.

ABSTRACT

The present work aims to contribute to the understanding of high school students about some of the physical principles involved in the functioning of the human circulatory system, through an experimental method for pumping liquids into communicating vessels. Here, we present an educational product and a didactic sequence that can be done in the classroom. For a better understanding of the aspects related to the functioning of the circulatory system, the work is organized by parts: structure, composition, functioning, blood trajectory and blood pressure. This research begins with a study related to the Brazilian educational system and some of its problems, such as the need to use new technologies for teaching science. Then, it presents some teaching methodologies described in the literature that base this monograph; interdisciplinary teaching and project teaching. In the paper, we also describe the production of the experimental system and the activities carried out with the students, and present the results of evaluations carried out to determine the levels of learning achieved by the students in relation to the concepts developed.

KEYWORDS: Sciences (Physics). Teaching. Circulatory system. Bomb.

LISTA DE SIGLAS

LDB	Lei de Diretrizes de Bases
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	PROBLEMÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL	11
3	NECESSIDADE DA UTILIZAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE ENSINO NA ÁREA DE CIÊNCIAS (FÍSICA)	14
4.	EXEMPLOS DE EXPERIÊNCIAS POSITIVAS NO ENSINO DA CIÊNCIA	16
5	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
5.1	Interdisciplinaridade	20
5.2	Aprendizagem significativa	23
5.3	Ensino por projeto	25
6	METODOLOGIA DA PROPOSTA	26
6.1	Público Alvo e local da pesquisa	27
6.1.1	Características das escolas	27
6.1.2	Perfil dos estudantes	28
6.2	Desenvolvimento do produto educacional	28
6.2.1	Breve introdução sobre o funcionamento de uma bomba d'água	28
6.2.2	Montagem do experimento	30
6.2.3	Sequência didática: construindo o sistema circulatório utilizando bombas d'água	37
7	RESULTADOS	46
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS	57
	ANEXO A - Imagens dos alunos realizando o experimento	61
	ANEXO B – Questionário	70

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho consiste, essencialmente, no desenvolvimento de uma sequência didática que inclui a elaboração de um experimento com o intuito de facilitar o entendimento dos conteúdos relacionados ao funcionamento dos elementos dinâmicos do sistema circulatório humano e tem como objetivo a elaboração de um produto educacional para o ensino de conteúdos interdisciplinares de Ciências, especificamente os relacionados a bombas d'água e sistema circulatório humano.

A ideia inicial foi motivada a partir de experiências anteriores no ensino desses conteúdos em sala de aula, pois sempre havia questionamentos, realizados pelos alunos, para saber o que justificava o fluxo de sangue pelo corpo humano e quais os conceitos associados a esse tema. Assim, surgiu a vontade de desenvolver uma metodologia de ensino que contribuísse com a compreensão do fenômeno. Embora o projeto já estivesse em andamento, as ferramentas teóricas e metodológicas para o desenvolvimento final deste produto educacional foram encontradas nas disciplinas do mestrado profissional. Uma das primeiras compreensões foi a existência de uma problemática no ensino de Ciências no Brasil, que somente poderá ser superada com a incorporação em sala de aula de metodologias de ensino estudadas e descritas na literatura – tanto por pesquisadores como por professores e alunos de graduação e pós-graduação. Este trabalho se inicia a partir da indagação sobre essas problemáticas e algumas experiências descritas na literatura.

2. PROBLEMÁTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL

Tempos atrás, o conceito do cenário escolar era constituído pelo ensino tradicional, e, dessa forma, o ensino de Ciências era conceituado como verdade absoluta, validando uma forma objetiva de estudo científico.

Com o advento da Escola Nova, surgiram novos pensamentos, como, por exemplo, a valorização da participação do aluno com a intenção de beneficiar uma aprendizagem significativa. Assim, os conteúdos passaram por modificações na forma de serem ensinados, deixaram de ser informativos para ser trabalhados de maneira formativa. A partir dessa nova forma de pensamento, as atividades práticas constituíram-se em recursos facilitadores para a abrangência do ensino de Ciências. De acordo com Krasilchik (2000), “Tenta-se colocar em prática essas prescrições legais por meio de políticas centralizadas no MEC e que são detalhadas e especificadas em documentos oficiais, distribuídos com os nomes de ‘parâmetros’”.

De acordo com as questões disponíveis nos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais, é de grande valia suplantar a postura “cientificista” pela qual o ensino de Ciências se dispôs por muito tempo. O aparecimento dos movimentos “Alfabetização Científica” e “Ciência para Todos” ajudaram nesse processo. Com a intenção de dispor a “Escola para Todos”, passou-se a associar os conteúdos do ensino de Ciências à vida diária e à experiência do aluno que demandou novos conhecimentos do mundo, e, bem como, suas relações e demandas sociais.

Contudo, a partir desse paradigma, a aprendizagem passou a ser contextualizada e ganhou mais significado, já que, em meio à sociedade atual, que convive diariamente com a velocidade das influências das tecnologias conjurada com a valorização do saber científico, é necessário refletir sobre uma formação crítica de um aluno, enquanto esse for alheio ao conhecimento científico.

Dessa forma, vale salientar que:

[...] objetivo fundamental do ensino de Ciências passou a ser o de dar condições para o aluno detectar problemas com base nas observações sobre um fato, levantar teorias, testá-las, refutá-las e abandoná-las se for o caso, trabalhando de maneira a tirar conclusões por ele mesmo (BRASIL, 1997).

O aluno necessitaria ter a capacidade de “redescobrir” o já conhecido pela ciência, adaptando a sua forma de trabalho, entendida como o “método científico”, conforme sugere Brasil (1997), um encadeamento rígido de fases preestabelecidas. É com esse conceito que se buscava, naquele momento, a democratização do conhecimento científico, ilustrando a importância da vivência científica não somente para eventuais futuros cientistas como também para o cidadão comum.

Desse modo, uma das principais questões a serem atentadas pelos docentes no ensino de Física estava sobre o entendimento do conhecimento prévio dos alunos. Esta maneira de conhecimento estabelecia uma agregação de saberes que a pessoa agregava por mérito de sua vivência. É aquela distinção que designa um conjunto de conhecimentos metodológicos e contextuais, que ao mesmo tempo, caracterizava a estrutura cognitiva prévia do aluno (AUSUBEL, 1980, apud ALEGRO, 2008).

Quando o aluno entra em uma sala de aula, ele não vem como uma folha em branco ou uma tábula rasa, que estão dispostos para serem escritos pelo modo que o professor achar mais conveniente, o aluno traz dentro de si todo um histórico de conhecimento obtido em sua vida cotidiana. Para tanto, de acordo com o pensamento de Rutz (2009), “ao longo da vida escolar dos alunos eles vem recebendo inúmeras informações que formam o conhecimento prévio, dentro do ensino de Ciências”.

Dentro deste significado sobre o conhecimento do aluno:

Os alunos trazem para a escola conhecimentos, ideias e intuições construídos através das experiências que vivenciam em seus grupos sócio cultural. Eles chegam à sala de aula com diferenciadas ferramentas básicas para, por exemplo, classificar, ordenar, quantificar e medir. Além disso, aprendem a atuar de acordo com os recursos, dependências e restrições de seu meio (BRASIL, 1999).

Se o próprio PCN, que tem a autarquia de orientar as escolas e os professores com relação aos conteúdos a serem fornecidos nas aulas, não prevê o estudo de conteúdos de Física no ensino fundamental como estão dispostos no ensino médio, para tornar clara a ausência de conteúdos da disciplina de Física no 2º segmento do ensino fundamental, faz-se necessário conhecer o relatório publicado pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que tem o papel de analisar os livros didáticos utilizados na educação brasileira.

O relatório do PNLD/2008 aponta um preocupante resultado para os conteúdos presentes nas coleções de Ciências do 6º ao 9º ano do ensino fundamental. Pelo programa,

foram examinadas 13 coleções de livros de Ciências; em uma, não constam temas sobre a disciplina de Física; uma faz referência a uma leve introdução ao estudo da Astronomia no livro do 6º ano e, nos demais livros, até o final do ensino fundamental, não consta nada; uma coleção faz introdução à Astronomia somente no livro do 9º ano; duas coleções nada falam sobre Astronomia e só citam a existência da Física no livro do 9º Ano; sete coleções citam a Astronomia no livro do 6º ano e só voltam a falar em Física no livro do 9º ano; e, por último, temos uma coleção que fala de Astronomia no 6º ano e introduz os conceitos físicos nos livros de 8º e 9º anos.

Nos dias atuais, os alunos são bombardeados por uma infinidade de informações por meio da internet ou até mesmo em documentários apresentados na televisão e, mediante essas informações, a fim de discutir assuntos sobre o universo que não fazem parte dos conteúdos do Ensino Básico, levam à sala de aula suas dúvidas com relação a esses conhecimentos. De acordo com Sales (2007), a internet revolucionou o processo da busca pela informação, assim como na imprensa, do rádio, do telefone e da televisão, a Internet modificou de forma significativa o comportamento do homem e sua relação com a informação.

Em meio aos problemas apresentados, fica evidente que, no Brasil, a situação do ensino das Ciências é bastante preocupante e precária, e, em vista desse problema, é necessária uma atitude para transformar essa realidade. Os desafios encontrados se dividem em muitas vertentes, não se aplicando somente a um único ponto de vista; isto é, para solucionar o problema do ensino de Física no Brasil, muita coisa deve ser mudada. Tal transformação não viria de imediato ou através de uma fórmula mágica, em vista disso, propõe-se, aqui, a iniciativa de pensar a minimização desses problemas, tendo a interdisciplinaridade, nem sempre praticada no ensino, como possibilidade de saída para essa questão.

3. NECESSIDADE DA UTILIZAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE ENSINO NA ÁREA DE CIÊNCIAS (FÍSICA)

Conforme já apontado no item anterior, a constante mudança e a aceleração da informática vêm influenciando a vida dos alunos que são bombardeados de informações todos os dias, e, dessa forma, a informática tem sido uma ferramenta indispensável para os professores de Física no processo de ensino-aprendizagem. A discussão e a análise baseadas em artigos sobre aprendizagem de Física por meio da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) trarão um bom fundamento sobre o desenvolvimento e a exploração de tal recurso no ensino da Física.

De acordo com Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais no ensino de Física – sob diferentes enfoques e finalidades – ajudam na compreensão e provocam um desenvolvimento importante para as habilidades dos estudantes, como a reflexão em efetuar generalizações e de realizar atividades em equipe, bem como ajudam a desenvolver o aprendizado de alguns aspectos envolvidos com o tratamento estatístico de dados e a expectativa de questionamento dos limites de validade dos modelos físicos.

A tecnologia no ensino médio está associada à ciência sob um aspecto amplo,

Por exemplo, para a disciplina de física, são sugeridos, entre outros, os temas som, imagem e informação; equipamentos elétricos e telecomunicações; matéria e radiação, cuja relação com a tecnologia é explícita. Isso constitui um avanço, na medida em que os PCN+ articulam conhecimentos e competências e ambos passam a ser conteúdos disciplinares (RICARDO; CUSTÓDIO; JUNIOR, 2007).

Petitto (2003) entende que o computador é um poderoso mecanismo de aprendizagem e pode ser um grande companheiro pela busca do conhecimento. Levando em consideração que a informática educativa deve ser vista como uma forma de utilização de computadores e seus recursos no processo de ensino-aprendizagem na escola.

Novamente, percebe-se um fator motivador e fundamental para o aprendizado do aluno, o uso da informática como ferramenta cognitiva para a ensino de Física – que,

além de aproximar a relação professor-aluno, irá proporcionar para o estudante uma nova visão sobre a disciplina.

O artigo de Dornelles, Araújo e Veit (2006) fala sobre a simulação e a modelagem computacionais no auxílio da aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Com isso, os autores analisam as dificuldades conceituais dos alunos sobre circuitos elétricos simples e as alternativas que os professores deverão abordar para um melhor aprendizado sobre eletricidade. Dentre as dificuldades, constataram que os alunos costumam apresentar raciocínio equivocado em casos como a definição da corrente elétrica, na associação de resistores em série e em paralelo, sobre potencial elétrico e diferença de potencial. Os autores demonstraram que a interatividade do aluno com o material instrucional é um ponto-chave para seu aprendizado. E, no caso do estudo de circuitos elétricos, a possibilidade mais tradicional de interatividade implica em aulas experimentais, porém, antes, deve-se solidificar bem a teoria para dar início à prática no laboratório.

Em determinadas situações, algumas instituições de ensino utilizam o processo de ensino de Física mediado pelo uso do computador como uma ferramenta pedagógica, pois pode incorporar a um só momento as diversas mídias – escrita, visual e sonora – e, desse modo, potencializar as possibilidades pedagógicas da interação professor-aluno.

Uma das compreensões construtivistas dirigidas à pedagogia é a aquisição ou extração das ideias prévias dos estudantes em vista dos conteúdos a serem estudados.

Assim:

Em muitos casos, podem ser usados como ponto de partida para que se alcancem os objetivos propostos para a atividade selecionada, podendo esta variar, desde atividades de discussão em sala de aula, até trabalhos experimentais em laboratório (LABURU e ARRUDA, 2002)

Com isso, a proposta inicial é que o primeiro contato possa ser feito através das animações interativas que simulam a natureza, e os resultados suscitam a aprendizagem, que partem de uma ação de curta duração e apresenta resultados estimáveis e significativos para uma ação prolongada.

4. EXEMPLOS DE EXPERIÊNCIAS POSITIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Quanto ao estudo de Ciências, as atividades experimentais se mostram de grande relevância no processo de aprendizado dos estudantes, visto que estão ligadas a questões como a de conhecimento prévio dos alunos, não se limitando a uma prática arcaica – longe dos aspectos teóricos e introdutórios –, imprescindíveis para que os alunos realmente se envolvam com aquilo que fazem de uma maneira mais prazerosa e significativa para a edificação do conhecimento.

Para Guimarães (2009), alguns estudos apontam que, ao longo dos anos, grande parte das aulas verbais e dos livros didáticos será substituída por atividades experimentais, partindo do princípio que as informações pautadas no ensino tradicional nem sempre condizem com o conhecimento empírico, adquirido pelos estudantes durante o seu dia a dia e, portanto, essas informações não possuem a mesma significância que têm para o seu transmissor.

O ensino de Ciências, em qualquer categoria ou nível, necessita de uma relação contínua entre a teoria e a prática e, por meio delas, busca-se uma interação entre o conhecimento científico, abordado em sala de aula, e o senso comum, trazido pelo próprio estudante.

Dessa maneira:

Essas articulações são de extrema importância, uma vez que a disciplina de Ciências se encontra subentendida como uma ciência experimental, de comprovação científica, articulada a pressupostos teóricos, e assim, a idéia da realização de experimentos é difundida como uma grande estratégia didática para o seu ensino e aprendizagem (KOVALICZN, 1999).

Para Angotti (1992), as atividades experimentais não devem ser interpretadas como uma prática repetitiva ou ultrapassada, sem possibilidades de construção pessoal por parte dos alunos, pois devem observar a sua construção pessoal por meio do conhecimento científico.

Por meio das análises apresentadas pelos diversos teóricos, pode-se dizer que os professores de Ciências e Biologia acreditam que haja uma contribuição para a melhoria do ensino na introdução de aulas práticas no currículo, contudo, não se deve deixar de

citar que as aulas experimentais são de grande importância para o ensino-aprendizagem em Ciências, entretanto, na maioria dos casos, não é a salvação para todos os problemas encontrados para o ensino, posto que:

(...) a incrível falha das escolas tradicionais, até estes últimos anos inclusive, consiste em haver negligenciado quase que sistematicamente a formação dos alunos no tocante à experimentação. (...) uma experiência que não seja realizada pela própria pessoa, com plena liberdade de iniciativa, deixa de ser, por definição, uma experiência, transformando-se em simples adestramento, destituído de valor formador por falta da compreensão (PIAGET, 1973 apud GIOPPO, 1998).

Portanto, fica evidente que as atividades de experimentação são de grande importância para o ensino de Ciências, pois se apresentam de maneira diferenciada do ensino tradicional e podem influenciar de maneira positiva o progresso do desempenho dos alunos nessa área do conhecimento.

Essa atividade pode dispor de vários objetivos, pelos quais, em grande parte, não são dispostos de maneira específica e, para tanto, não são alcançados. Em meio à dificuldade em atingir os propósitos, surge a necessidade de que as atividades experimentais possuam objetivos claros, selecionados e definidos para professores e para alunos. Elas devem estar alistadas aos objetivos que estendam habilidades importantes. Essas habilidades e objetivos, constituídos ao longo de várias décadas, permanecem tão atuais como quando foram produzidas.

Conhecimento / compreensão verbal e matemático (informação sobre leis e princípios, teorias, fatos); generalização empírica; conhecimento e compreensão do laboratório (aparelhos e materiais; relações teoria e fenômenos – modelos; procedimentos laboratoriais/processo experimental; coleta e interpretação de dados; generalização a partir dos dados coletados); habilidade de aprender a partir da observação e da experimentação (NEDELSKY, 1965).

Contudo, na maioria das vezes, essas habilidades e objetivos não são expandidos, o que acarreta na desvalorização das atividades do laboratório escolar. Algumas das causas para essa ocorrência estão relacionadas a seguir:

Objetivos didáticos fortemente dependentes da estrutura cognitiva formal dos alunos; falta de 'cultura de laboratório' dos alunos e dos professores, é um fator de desmotivação; infra-estrutura escolar deficiente; falta de continuidade nas atividades laboratoriais; baixa valorização acadêmica das

atividades práticas, que requerem tempo e dedicação do professor (NEDELSKY, 1965).

De acordo com Lunetta e Hofstein (1991 apud MATOS, 2001), existem três objetivos centrais para as atividades de laboratório:

Cognitivo (promover desenvolvimento intelectual, melhorar a aprendizagem de conceitos científicos, desenvolver capacidades de resolução de problemas, aumentar a compreensão da ciência e de métodos científicos), Prático (desenvolver habilidades de desempenho de investigações científicas, de análise de dados de investigação, de comunicação, de trabalho com os outros) e afetivo (melhorar atitudes face à ciência, promover percepções positivas da capacidade de cada um compreender e afetar o seu próprio ambiente).

Para Borges (1997), existe um conjunto de categorias que resumem os objetivos da experimentação.

Possibilidades da verificação de leis e teorias científicas; desenvolvimento das atividades com o uso dos métodos científicos; facilita a aprendizagem e compreensão de conceitos com o uso das habilidades; Diante das idéias e opiniões dos autores citados foi possível realizar uma revisão bibliográfica sobre as principais correntes que influenciaram o uso do laboratório, assim como as justificativas teóricas que lhes dão sustentação.

De acordo com Tamir (1977), são dois os tipos de trabalho experimental: os de verificação e os de investigação. No primeiro caso, é o professor que identifica o problema, que relaciona o trabalho com os anteriores, que conduz as demonstrações e dá instruções diretas – tipo receita. Já no segundo, tipo investigativo, a experimentação deve ser encarada na sala de aula como um meio para explorar as ideias dos alunos e desenvolver a sua compreensão conceitual; deve ser sustentada por uma base teórica prévia informadora e orientadora da análise dos resultados; deve ser delineada pelos alunos para possibilitar um maior controle sobre a sua própria aprendizagem, sobre as suas dificuldades e de refletir sobre o porquê delas, para as ultrapassar.

De acordo com Miguéns (1991), os tipos de atividade ou modalidade de trabalho experimental são distintos com relação à função da sua natureza e dos objetivos pelos quais sua realização pretende atingir, são eles: Exercícios – os alunos realizam a atividade sob a orientação de procedimentos e instruções precisas, seguindo os passos

indicados nas fichas. Os exercícios de observação, medição e manipulação podem servir o desenvolvimento de habilidades práticas básicas e envolver os alunos no trabalho com algumas técnicas usadas pelos cientistas; Experiências – experimentações exploratórias simples, geralmente qualitativas, curtas e rápidas; experimentações de descoberta guiada – os procedimentos são realizados pelos alunos em direção a uma pré-determinada e única resposta certa. Estão ligadas a perspectivas indutivistas da ciência. A natureza convergente destas atividades conduz os alunos ao “jogo de encontrar a resposta certa”; Demonstrações – são realizadas pelo professor envolvendo ou não alguma discussão com os alunos sobre o que vai fazendo e acerca dos conceitos envolvidos. São necessárias e desejáveis quando estão envolvidos custos de realização particularmente elevados, procedimentos perigosos e a manipulação apropriada do equipamento; Trabalho de campo – os alunos saem da sala de aula e da própria escola e observam, exploram recolhem material e dados experimentam no terreno tal qual um ecólogo ou geólogo fariam; Investigações ou Projetos – os alunos resolvem problemas, pesquisam, experimentam, estudam um problema particular e trabalham as possíveis soluções. São atividades de fim aberto e podem ser realizadas pelos alunos tanto individualmente como em pequenos grupos, podendo ou não estar diretamente ligadas aos conteúdos a serem estudados.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão apresentados alguns tópicos relacionados às metodologias de ensino e aos fundamentos teóricos que norteiam todos os procedimentos realizados no trabalho, os parâmetros legais e como a questão da interdisciplinaridade e a aprendizagem significativa podem influenciar no ensino da Física.

5.1 Interdisciplinaridade

De acordo com Ivani Fazenda (1994), este conceito surgiu na Europa, mais especificamente na França e na Itália, no decorrer da década de 1960. Nasceu por meio da resposta aos movimentos estudantis, que exigiam um ensino mais voltado para as questões de ordem social, política e econômica da época, na crença que somente com a coerência dos saberes seria possível resolver os grandes problemas.

A interdisciplinaridade só chegou ao Brasil posteriormente, no fim da década de 60, influenciando na elaboração da Lei de Diretrizes e Bases 5.692/71. Com isso, sua presença no cenário educacional brasileiro foi se intensificado, com a LDB 9.394/96 e com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Mesmo que alguns estudos tenham revelado o não conhecimento da ideia de interdisciplinaridade, o conceito ganhou força nas escolas, sobretudo, no discurso e na prática de professores dos diversos níveis de ensino, apoiados pela legislação fortemente influenciada por esse tema.

O conceito, a priori, tem gerado uma série de paradoxos com os outros termos, por expressarem ideias muito próximas entre si. De maneira geral, dispõe-se da interação entre as disciplinas ou áreas do saber. Tais interações incidem em níveis diferentes de complexidade, o que acarretou na utilização de novas terminologias, as quais servem para significar esses níveis, tais como: a multidisciplinaridade, a pluridisciplinaridade, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade.

No nível mais simples, temos a multidisciplinaridade, que se assinala através de uma ação simultânea de várias disciplinas sobre um determinado tema. Neste estágio de interação, as disciplinas ainda se apresentam em fragmentos, visto que não há nenhuma substituição entre as áreas, somente a exploração de uma temática por cada uma delas.

No outro nível, temos a pluridisciplinaridade, que se distingue pela ação de várias disciplinas sobre uma certa temática com o estabelecimento de algum tipo de diálogo entre as áreas do saber. Neste contexto, constitui-se uma interação ainda não muito coordenada, sem nenhum tipo de hierarquia entre elas. A cooperação é ainda muito ocasional. Na ideia de interdisciplinaridade, as ações disciplinares sobre um determinado tema são proferidas transversalmente por meio de um conjunto de atividades coordenadas que têm como meta a construção de um objeto em comum.

Isso postula um elemento agregador que estabeleça um nível hierárquico capaz de empregar as ações interdisciplinares. Assim, no PCN, está disposto que:

A interdisciplinaridade supõe um eixo integrador, que pode ser o objeto de conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários (BRASIL, 2002).

No que diz respeito à definição, para finalizar, tem-se o nível de interação mais complexo, definido pela transdisciplinaridade. Trata-se da interação de todos os domínios disciplinares por meio de uma base axiomática mais geral. Procura-se a coordenação de todas as disciplinas na interpretação holística de todos os fatos e fenômenos.

Outra proposta de definição e estruturação foi elaborada por Heinz Heckhausen (1972), que estabeleceu uma concepção de distinção terminológica fundamentando-se nas disciplinas empíricas, dispondo de cinco formas de relações interdisciplinares. De maneira substancial, os tipos de interdisciplinaridade defendidos por ele são:

Interdisciplinaridade heterogênea – este tipo é dedicado à combinação de programas diferentemente dosados, em que é necessário adquirir-se uma visão geral não aprofundada, mas superficial (poderia dizer-se de caráter enciclopédico); dedicado a pessoas que irão tomar decisões bastante

heterogêneas, e que precisarão de muito bom senso. Ex: professores primários e assistentes sociais.

Pseudo-interdisciplinaridade – para realizar a interdisciplinaridade, partem do princípio que uma interdisciplinaridade intrínseca poderia estabelecer-se entre as disciplinas que recorrem aos mesmos instrumentos de análise. Ex.: Uso comum da matemática.

Interdisciplinaridade auxiliar – utilização de métodos de outras disciplinas. Admite um nível de integração ao menos teórico. Ex: A Pedagogia, ao recorrer aos testes psicológicos para fundar suas decisões em matéria de ensino, como também, colocar à prova as teorias da educação, ou avaliar o interesse de um programa de estudos.

Interdisciplinaridade complementar – certas disciplinas aparecem sob os mesmos domínios materiais, juntam-se parcialmente, criando, assim, relações complementares entre seus respectivos domínios de estudo. Exemplo: Psicobiologia, Psicofisiologia. Interdisciplinaridade unificadora – esse tipo de interdisciplinaridade advém de uma coerência muito estreita, dos domínios de estudo de duas disciplinas. Resulta na integração tanto teórica quanto metodológica. Ex: biologia + física = biofísica (HECKHAUSEN, 1972 apud FAZENDA, 1992).

Os saberes trazem em si analogias, vinculações, conjugações e inter-relações. É pertinente propor e experimentar um currículo que avalie a interdisciplinaridade do conhecimento como algo à disposição da comunidade escolar para construir a visão de totalidade, contestando a fragmentação com que o conhecimento, historicamente, vem sendo tratado nas escolas.

São inúmeras as experiências que oportunizam a interdisciplinaridade, tais como:

- A construção de projetos em comum, de fóruns de discussão para problematizar um conhecimento envolvendo várias disciplinas;
- A utilização de experiências curriculares por problema — quando a compreensão e a resolução de questões pertinentes e relevantes para a escola e para a comunidade são vivenciadas e estudadas, e sugestões de soluções são construídas;
- A envolvimento de várias disciplinas em discussões mobilizadas pela mídia com a utilização dos potenciais educativos das tecnologias contemporâneas;
- A mobilização de várias disciplinas em eventos científicos e socioculturais, demandando a construção de relações;

- A análise de filmes, documentários, peças, obras técnicas, obras de arte e literárias, inter cruzando vários campos do saber;

Todas essas análises articuladas poderão potencializar a interdisciplinaridade almejada, que significa, acima de tudo, fazer as disciplinas se depararem e dialogarem por meio das necessidades significativas e concretas, selecionadas como pontos importantes para a formação do aprendiz. Assim, essas noções nos permitem refletir sobre os modos como a ideia de interdisciplinaridade tem sido adaptada pelas pesquisas em Ensino de Ciências, objeto do presente estudo.

5.2 Aprendizagem significativa

Os princípios básicos dessa teoria estão na descoberta dos conhecimentos prévios ou subsunção dos estudantes, na predisposição do aluno para estudar os significados e os conteúdos disponíveis e no uso de mapas conceituais ao longo da aprendizagem. É evidente que possam existir pontos restritivos ou que dificultem a aprendizagem significativa, mas existem também os pontos facilitadores ou possibilitadores.

De acordo com alguns teóricos, para uma melhor compreensão da aprendizagem significativa, é pertinente debater a respeito das possíveis tipologias que possam ocorrer. Segundo Moreira (2006), para Ausubel, a aprendizagem significativa acontece através da recepção ou descoberta.

Conforme afirmam Pelizzari et al (2006), para que aconteça a aprendizagem significativa, é necessário compreender o processo de modificação do conhecimento, ao invés de levar em conta um sentido externo e observável, valorizar a importância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento.

Para que ocorra a aprendizagem são necessárias três condições. De acordo com Ausubel (1980): a primeira condição é a não-arbitrariedade do material: ele deve ser potencialmente significativo, pois, quando apresentado ao aluno, deve possuir a propriedade de se relacionar à estrutura cognitiva deste, uma vez que promove a interação entre a ideia nova e um determinado subsunçor. Ausubel ainda considera que

o material é potencialmente significativo quando se encontra dentro da capacidade de o aluno aprender; a segunda condição é a predisposição para aprendizagem significativa: se o aluno não estiver disposto a relacionar a ideia nova a uma ideia relevante já existente em sua estrutura cognitiva, não vai adiantar o material apresentado ser potencialmente significativo, ele vai adquirir uma aprendizagem mecânica; e a terceira condição é a substantividade: quando se aprende de forma significativa se retêm as substâncias das ideias, não as palavras precisas que formam a expressão da ideia e, assim, o mesmo conceito ou proposição pode ser utilizados com símbolos diferentes, mas que não mudam o seu significado.

Conforme explana Ausubel (1980), os indivíduos são capazes de instruir-se de maneira significativa, conectando ideias, opiniões ou proposições a conceitos abertos pelos quais estão adequados em suas disposições cognitivas, essas ideias novas são subsumidas pelas que prestaram de apoio ou amparo. Estas são suportes por sua vez quando auferem a ideia nova são alteradas e tornam-se mais firmes e diferenciadas, neste procedimento, novas subsunções são instituídas com a capacidade de fixação para novas produzindo uma aprendizagem com possibilidade de ser trazida com maior facilidade e, portanto, mais duradoura.

Ainda conforme os estudos de Ausubel (1980), existem outros três tipos de aprendizagem significativa: a aprendizagem representacional é a que mais se aproxima da aprendizagem mecânica, pois se refere aos significados das palavras e símbolos unitários. O indivíduo relaciona o símbolo ao objeto que o representa (ex.: a palavra quadrada e o objeto quadrado); na aprendizagem conceitual, os conceitos são generalizações ou ideias que são representadas por símbolos particulares e são utilizadas em eventos particulares (ex.: fórmula de Bhaskara para resolver equações do 2º grau); a aprendizagem proposicional é denominada como a mais complexa das aprendizagens, uma vez que se refere aos significados expressos por grupos de palavras combinadas em preposições ou sentenças. Esta aprendizagem pode ser constituída pelas representações e conceitos que formam subsunções proposicionais (ex.: a proposição função é constituída pelas representações tabela e gráfico e o conceito de equação do 1º e 2º graus).

Segundo Moreira (1997), os organizadores prévios servem para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e o que ele precisa ter para aprender significativamente a matéria de ensino. Os organizadores prévios constituem instrumentos, e esses podem ser um filme, um texto, um mapa conceitual, uma foto, pequenas frases afirmativas etc.

5.3 Ensino por projeto

Acerca da aprendizagem significativa, conforme exposto acima, a pesquisa apresenta a sua relevância mediante o trabalho desenvolvido pelos alunos. O trabalho escolhido foi apresentado aos alunos em sala de aula, no qual eles partiriam de seus conhecimentos empíricos para interagir com o desconhecido, novas situações propostas, a fim de se apropriarem do conhecimento específico. Ou seja, é a partir da perturbação no sistema de significações e dos conflitos gerados que o conhecimento se constitui particular no aprendiz.

A Física é uma ciência esplêndida por natureza, e seu estudo e compreensão devem ser incentivados em todos os campos escolares para que as pessoas tenham outra visão ou agucem uma perspectiva que já têm dessa notável ciência. O ensino de Física nas escolas quase sempre é comprometedor e, por se tratar de uma ciência exata, faz com que grande parte dos alunos não se interesse em conhecê-la mais a fundo. Desta maneira, propõem-se novos caminhos para a transmissão de conhecimentos.

6. METODOLOGIA DA PROPOSTA

Este trabalho é constituído de várias etapas necessárias para a elaboração do experimento da construção da bomba d'água e do sistema circulatório - e o desenvolvimento de uma sequência didática que contém um processo de avaliação de aprendizagem que consiste, inicialmente, em questionários pré-testes para saber o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema proposto. Em seguida, o experimento foi desenvolvido para os alunos terem contato com o conteúdo na prática. E, por último, foi aplicado um questionário pós-teste. Assim, têm-se um padrão para observar a evolução dos alunos após a realização do experimento. Esses procedimentos são utilizados comumente de acordo com a teoria da aprendizagem significativa. A pesquisa leva em consideração um processo de ensino e aprendizagem que busca compartilhar significados entre aluno e professor, com respeito ao conhecimento veiculado por materiais educativos do currículo escolar.

O trabalho propriamente experimental consiste em duas etapas: a primeira foi a construção da bomba d'água utilizando seringas e mangueiras, a segunda foi a utilização dessas bombas na montagem de um sistema que simula o sistema circulatório. Para uma melhor compreensão do contexto no qual foram desenvolvidas essas atividades, faz-se necessário conhecer as escolas e os alunos envolvidos nas atividades. E, para tanto, neste tópico, descrevem-se o processo para montagem dos experimentos e aplicação em sala de aula, assim como os testes de conhecimento aplicados.

Vinte alunos foram divididos em grupos de cinco; em seguida, foi aplicado o questionário pré-teste, uma folha por grupo, a fim de determinar níveis de conhecimentos prévios que os alunos tinham acerca do tema. O conhecimento prévio dos alunos orienta na abordagem do assunto durante a atividade posterior.

Tabela 1: Distribuição do tempo como sugestão

PARTE	PROCEDIMENTO	TEMPO GASTO (em minutos)
	Distribuição do material	5
I	Realização do pré-teste	10
	Construção da bomba d'água	45

	Realização do pós-teste	20
	Distribuição do material	5
II	Realização do pré-teste	20
	Construção da bomba d'água	90
	Explorando o experimento	10
	Realização do pós-teste	25

Fonte: O Autor, 2017

O questionário consiste basicamente em poucas questões sobre o experimento que será efetuado. Na realização e na entrega do questionário, foi gasto um tempo médio de 30 a 45 minutos por grupo.

- **Sequência Didática I – Objetivo da construção de uma Bomba hidráulica**

Esta parte inicial do experimento tem como objetivos:

- I. Construir uma bomba aspirante;
- II. Trabalhar as relações físicas entre pressão e volume.

6.1.Público-alvo e local da pesquisa

6.1.1 Características das Escolas

Estas atividades foram realizadas no Colégio Motivo, no bairro de Boa Viagem, situado na cidade de Recife, e no Colégio Equipe, no bairro da Torre. A atividade foi aplicada na turma de oitavo ano (8º ano) do ensino fundamental II do Motivo e nas turmas de nono ano (9º ano) do Colégio Equipe.

A escola possui dois laboratórios de Ciências, um para a disciplina de Biologia e outro para as disciplinas de Física e Química. Nesses laboratórios, o professor da disciplina é o responsável pelo seu uso, e as aulas acontecem apenas uma vez por semana. A partir dessa estrutura, o trabalho teve como objetivo fazer uma transposição didática de conteúdo, a partir do uso de um experimento com material de baixo custo, trabalhando conteúdos envolvidos na construção do coração mecânico de seringas.

6.1.2 Perfil dos estudantes

A escola possui cinco turmas de 8º ano do ensino fundamental II. A proposta foi aplicada na turma do 8º ano da tarde, em uma apresentação do conteúdo de hidrostática no tópico dos vasos comunicantes. O Colégio Equipe possui duas turmas de 9º ano, o projeto foi apresentado de maneira paralela ao conteúdo visto nas aulas regulares. O conteúdo de vasos comunicantes, que seria abordado apenas no ensino médio, foi antecipado para facilitar a compreensão sobre o sistema circulatório, visto em Biologia. A apresentação desse conteúdo, a princípio, foi teórica, apenas para entendimento prático do tema, e a parte prática só foi realizada após a abordagem do pré-teste.

O conteúdo já se encontra na base curricular da escola para o ensino fundamental II, prevendo uma abordagem teórica apenas como apresentação, o que facilitou a aplicação em sala de aula. Foram escolhidas as duas turmas do turno da tarde para o estudo em virtude da realização das aulas de Física dessas turmas. No colégio Equipe, o experimento foi apresentado em paralelo com o que estava sendo abordado em sala de aula.

Os vinte alunos foram divididos em quatro por bancada, nos quais cada bancada construiu duas bombas d'água. O experimento deveria ser aplicado em uma turma com quarenta alunos, porém, em função do tempo de aula, só foi possível aplicar apenas com vinte alunos.

Desde o início, verificou-se uma predisposição positiva para a interação dos alunos na realização de uma aula com atividade experimental.

6.2. Desenvolvimento do produto educacional

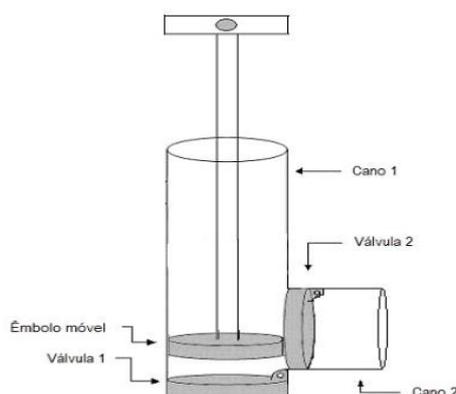
6.2.1. Breve introdução sobre funcionamento de uma bomba d'água

Bombas hidráulicas são máquinas que fornecem energia a um fluido com

a finalidade de transportá-lo de um ponto mais baixo para outro ponto mais alto. Essa energia é fornecida pelo trabalho realizado por uma peça cilíndrica, que geralmente é feita de metal e que se desloca verticalmente no interior de um cilindro, peça essa chamada de êmbolo.

Cada bomba possui um rendimento característico devido ao consumo de energia utilizada por ela para desenvolver seu trabalho. Em toda bomba d'água (ver figura 1) existe uma pequena quantidade de ar entre as partes que correspondem à válvula 1 e ao êmbolo móvel. Quando puxamos o êmbolo para cima, ocorre o aumento do espaço entre ele e a válvula 1. No entanto, a quantidade de ar entre eles permanece a mesma. Como o ar será distribuído por todo o cano 1, a pressão exercida por ele nas paredes diminui e, conforme o seu tamanho, essa pressão será quase nula. Quando a pressão é quase nula ou nula, refere-se ao ambiente como estando no vácuo. Como a pressão fora do cano (pressão externa) é maior que a pressão dentro do cano (pressão interna), a válvula 1 abre — liberando a passagem da água que está armazenada no subsolo ou em um reservatório abaixo dela. Essa água será arrastada pela diferença de pressão entre os ambientes externo e interno ao cano. A válvula 2 também irá sofrer os efeitos dessa diferença de pressão, mas, neste caso, a válvula será fechada, pois ela está posta de uma forma que a pressão atuará de forma contrária à do primeiro caso. Ou seja, a pressão será maior fora do que dentro. Com a válvula 2 fechada, a água fica impedida de escoar para o cano 2.

Figura 1 - Bomba d'água experimental e suas partes



Fonte: O Autor, 2017

Quando o êmbolo é empurrado para baixo, ele empurra a válvula 1, fechando-a e impedindo a água de voltar para o subsolo; já a válvula 2 será aberta, liberando assim a passagem da água pelo cano 2 e, posteriormente, para a superfície.

6.2.2. Montagem do experimento

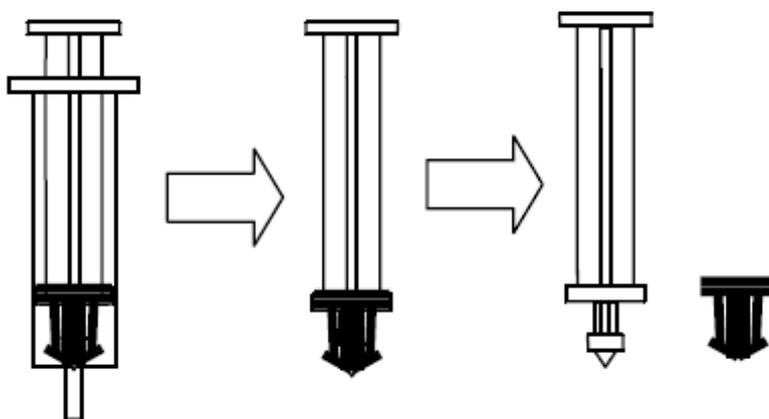
Material utilizado

- Seringas de 10 ml;
- 1 cola quente ou supercola;
- 1 garrafa PET de 500cml vazia;
- 1 canudo de refrigerante;
- 1 prego;
- 1 serra de metal.

Procedimento experimental

1. Desmonte duas seringas e retire do interior delas a borracha que está na ponta do êmbolo, como indicado abaixo. Não desmonte a terceira seringa (ver figura):

Figura 2 - Desmontagem do êmbolo



Fonte: O Autor, 2017

2. Faça um corte pequeno na lateral de uma das borrachas que você retirou

do êmbolo (ver figuras 3 e 4). Repita o procedimento para a segunda borracha. (Atenção: você deve fazer apenas um pequeno corte na lateral da borracha, não cortá-la em duas partes.)

Figura 3 - Presinha 1, corte na lateral



Fonte: O Autor, 2017

Figura 4 - Presinha 2, corte lateral



Fonte: O Autor, 2017

3. Utilizando a serra de metal (ver figuras 5 e 6), divida uma das seringas em duas partes, de forma que o lado da ponta da seringa fique com a graduação de 5 ml da seringa.

Figura 5 - Exemplo de corte na seringa 1



Fonte: O Autor, 2017

Figura 6 - Exemplo de corte na seringa 2 (PARTE B)



Fonte: O Autor, 2017

4. Coloque uma das borrachinhas no interior da parte B da seringa que você cortou e fixe-a com cola (ver figuras 7 e 8), de forma que a extremidade cortada da borracha fique livre para se movimentar.

Figura 7 - Fixação e pressinha com seringa 1 (PARTE B)



Fonte: O Autor, 2017

Figura 8 - Fixação e pressinha com seringa 2



Fonte: O Autor, 2017

5. Na seringa que foi mantida inteira, coloque a segunda borracha com a parte onde antes entrava o êmbolo da seringa virada para baixo (ver

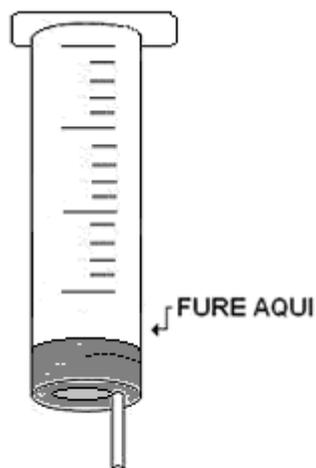
figuras 9 e 10). Com ajuda de um prego, fure a lateral da seringa um pouco acima da posição onde encontra-se a borracha.

Figura 9 - Exemplo de montagem 1



Fonte: O Autor, 2017

Figura 10 - Exemplo de montagem 2



Fonte: O Autor, 2017

6. Encaixe o conjunto construído no passo 4 no furo feito no passo anterior e cole com cola quente ou supercola (ver figura 11).

Figura 11 - Fixação da seringa



Fonte: O Autor, 2017

7. Retire o embolo da seringa que você não desmontou e coloque-o no interior do conjunto construído (ver figura 12).

Figura 12 - Exemplo de sua fixação



Fonte: O Autor, 2017

8. Fure a tampa da garrafa e atravesse a ponta da seringa na tampa da garrafa. Depois de atravessada, encaixe o canudo na ponta da seringa (ver figura 13).

Figura 13 - Exemplo do furo da tampa de garrafa



Fonte: O Autor, 2017

9. Coloque a tampa na garrafa. Como pode ser observado abaixo na figura 14.

Figura 14 - Fixação da tampa da garrafa



Fonte: O Autor, 2017

Em seguida, explora-se o experimento observando os aspectos físicos acerca da extração de água nos recipientes utilizando a bomba d'água e conceitos tais quais a pressão e a função das borrachas como válvulas. Observam-se ideias lançadas pelos alunos sobre situações do dia a dia, como em residências, prédios, entre outros. Reaplica-se o questionário pós-teste, a fim de saber quais os conhecimentos atribuídos no funcionamento do material. Essas perguntas constam abaixo, na figura 15, cujo conteúdo será apresentado nos questionários a seguir.

Figura 15 - Questionário

QUESTIONÁRIO – PÓS-TESTE	
<p>1. Para que serve uma bomba d'água?</p> <p>a. Aluno 1: _____ _____</p> <p>b. Aluno 2: _____ _____</p> <p>c. Aluno 3: _____ _____</p> <p>d. Aluno 4: _____ _____</p> <p>e. Aluno 5: _____ _____</p> <p>2. O que permite a extração da água? Há algum princípio Físico que permite essa extração?</p> <p>a. Aluno 1: _____ _____</p> <p>b. Aluno 2: _____ _____</p> <p>c. Aluno 3: _____ _____</p> <p>d. Aluno 4: _____ _____</p> <p>e. Aluno 5: _____ _____</p> <p>3. Podemos associar o funcionamento da bomba com o funcionamento de algum órgão do corpo humano?</p> <p>a. Aluno 1: _____ _____</p> <p>b. Aluno 2: _____ _____</p> <p>c. Aluno 3: _____ _____</p> <p>d. Aluno 4: _____ _____</p>	<p>e. Aluno 5: _____ _____ _____</p>

Fonte: O Autor, 2017

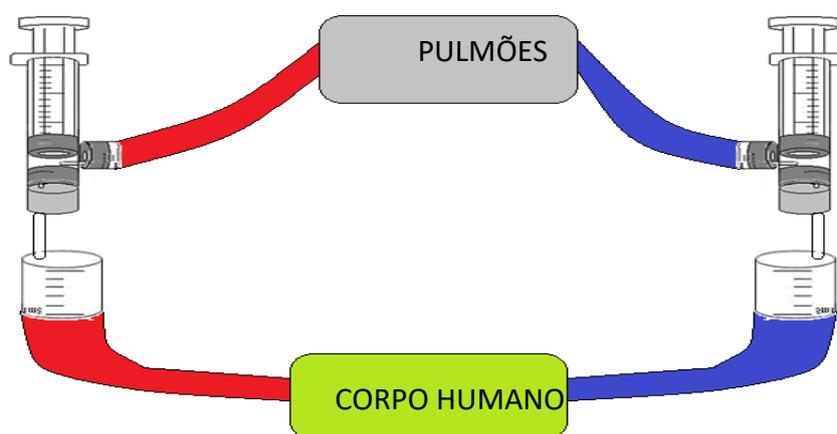
○ **Questionários pré e pós-teste**

1. Para que serve uma bomba d'água?
2. O que permite a extração da água? Há algum princípio físico que permite essa extração?
3. Podemos associar o funcionamento da bomba com o funcionamento de algum órgão do corpo humano?

6.2.3 Sequência didática: construindo o sistema circulatório utilizando bombas d'água

Nesta etapa, após a realização da construção da bomba d'água na parte I, foi entregue aos alunos o questionário pré-teste. Após o encerramento do questionário, foi dado o material de construção do experimento. Os alunos, distribuídos em grupos de quatro, construíram o experimento, em média, em 30 minutos (ver figura 16).

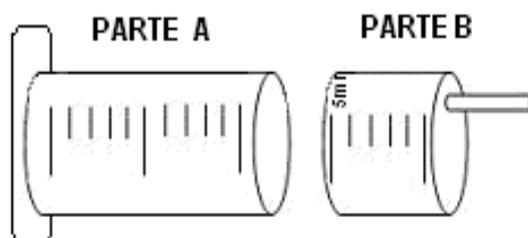
Figura 16 - Ilustração da dinâmica do modelo do projeto



Fonte: Internet, 2017

- **Material utilizado**
 - Duas bombas d'água construídas no passo anterior
 - 80 cm de mangueira vermelha
 - 80 cm de mangueira azul
 - Supercola
 - Cola de cano
- **Procedimento experimental**
 1. Corte uma seringa em duas partes (A e B).

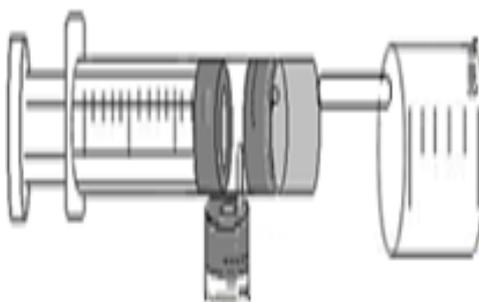
Figura 17 - Partes da seringa



O Autor (2017)

2. Cole a ponta da parte B na ponta da bomba d'água (ver figura 18).

Figura 18 - Colando a parte B, que segurará a mangueira



O Autor (2017)

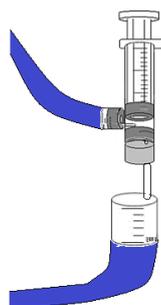
3. Repita o procedimento anterior para a outra bomba.
4. Corte as mangueiras em pedaços de 40 cm.
5. Encaixe as mangueiras nas seringas (ver figuras 19 e 20).

Figura 19 - Encaixe parte I



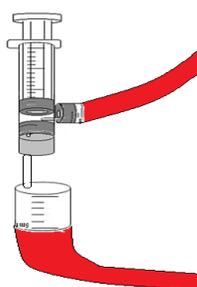
Fonte: O Autor, 2017

Figura 20 - Encaixe parte I – simulação



O Autor, 2017

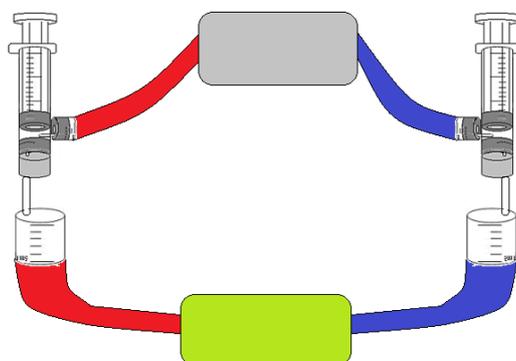
Figura 21 - Encaixe parte II



O Autor, 2017

6. Prenda as pontas das mangueiras em duas garrafas (representadas pelas figuras cinza e verde) – essas simularão o funcionamento dos pulmões e do corpo humano (ver figura 22).

Figura 22 - Sistema circulatório



Fonte: internet, 2017

7. Abra dois buracos em cada garrafa.

8. Insira as mangueiras nos orifícios das garrafas e vede com a cola de cano.
9. Com uma seringa e uma agulha, insira água nas mangueiras até enchê-las.

- **Funcionando**

1. Puxe o êmbolo da seringa do lado direito.
2. Empurre a seringa e observe o fluxo da água.
3. Puxe o êmbolo da seringa do lado esquerdo.
4. Empurre a seringa e observe o fluxo da água.

- **Questionamento pré e pós-teste**

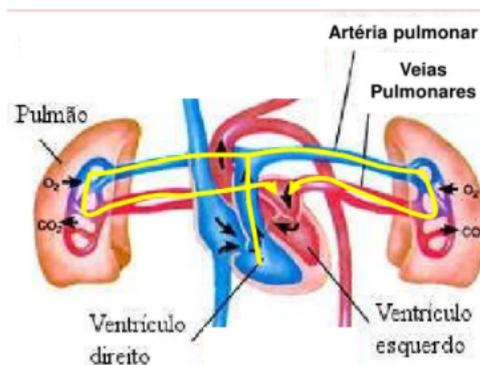
1. Onde você poderia usar o experimento da bomba d'água para o funcionamento do corpo humano?
2. O que poderia ser representado em cada parte de saída da bomba d'água?
3. Se conectássemos uma mangueira em cada saída da seringa, poderíamos comparar esse circuito a algo conhecido por você?

- **Explorando o experimento:**

Para uma breve análise, a estrutura do sangue, que é a base de todo o sistema circulatório, é constituída de uma parte líquida, isto é, o plasma, tendo em suspensão diversos corpúsculos microscópicos, os glóbulos sanguíneos, que são de três espécies: os glóbulos vermelhos, os glóbulos brancos e as plaquetas.

Por uma questão didática do estudo do sistema circulatório, é necessário atentar a uma grande e a uma pequena circulação sanguínea. A pequena circulação condiciona a relação entre o coração e os pulmões, cuja finalidade é a oxigenação do sangue; inicia-se no ventrículo direito, pelo qual sai sangue venoso, pela artéria pulmonar, que logo se bifurca, mandando um ramo para cada pulmão, onde ocorre a capilarização dos vasos (ver figura 23).

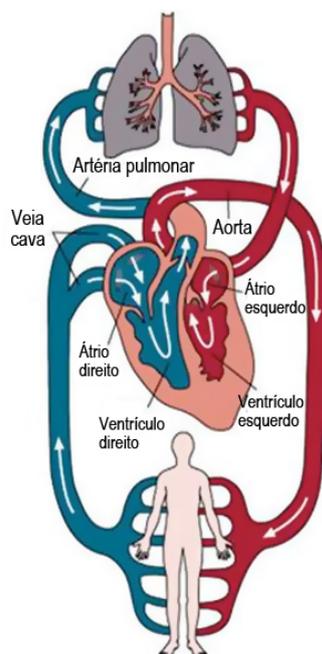
Figura 23 - Pequena circulação.



Fonte: ANATOMIADOCORPO, 2017.

Já a grande circulação sanguínea tem por finalidade conduzir o sangue arterial aos vários órgãos e, após essa ação, recolher o sangue venoso ao coração. Essa ação se inicia no ventrículo esquerdo, de onde o sangue sai pela artéria aorta, dissemina-se em todo o corpo, órgão por órgão, através dos diversos ramos do tronco aórtico. Abaixo, a figura 24 ilustra essa distinção.

Figura 24 - Grande circulação.



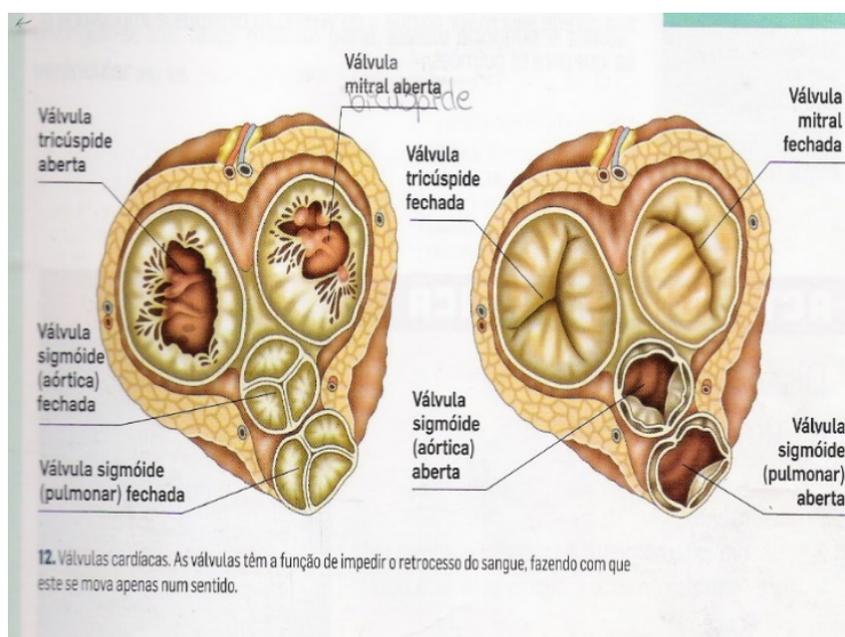
Fonte: PARK, 2017.

Cada uma das partes do nosso material construído corresponde a uma parte do coração, como se pode observar nas descrições abaixo.

1. Válvulas

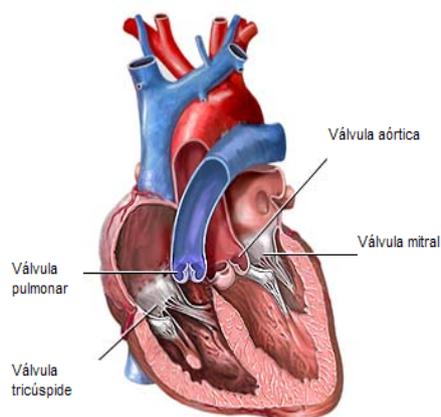
As **válvulas cardíacas** (ver figura 25) são estruturas que formam as **valvas cardíacas**, compostas basicamente de tecido conjuntivo, localizadas nas saídas das câmaras cardíacas, que auxiliando no fluxo do sangue em uma única direção. Atualmente, são chamadas de **valvas** cada um dos **aparelhos valvulares** do coração. Cada valva é formada por duas ou três válvulas (formações membranosas - *cúspides*).

Figura 25 - Válvulas do coração 1



Fonte: CFCP, 2017.

Figura 26 - Válvulas do coração 2

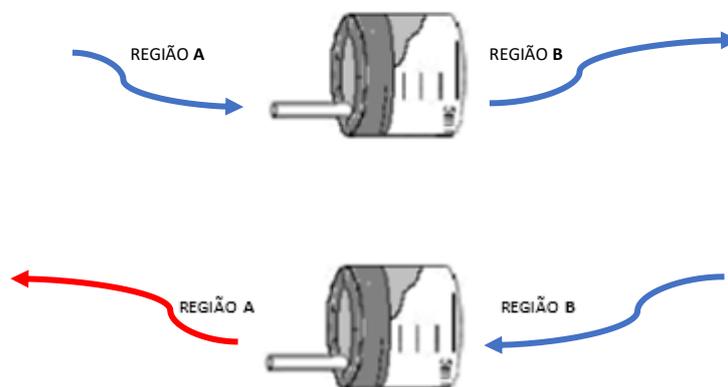


Fonte: CFCP, 2017.

Nessas imagens, observa-se como é o funcionamento das válvulas e quais as suas organizações no sistema cardíaco.

No experimento, as válvulas possuem um funcionamento semelhante ao do corpo humano (ver figura 24). Se o fluido chega da região A para a região B, a válvula se abre permitindo a passagem do líquido. Caso ele flua da região B para a A, a mesma se fecha (devido ao aumento da pressão na câmara) e impossibilita a continuação.

Figura 27 - Ilustração de entrada e saída de fluidos



Fonte: internet, 2017

2. Vasos

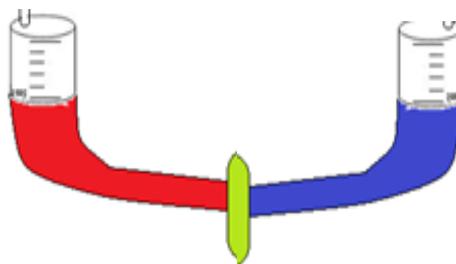
Uma das funções dos vasos sanguíneos é o transporte de sangue do coração para as células do corpo, transmitindo assim nutrientes e oxigênio para essas, retirando-lhes dióxido de carbono.

Há 3 tipos de vasos sanguíneos:

- Veias: Responsável por trazerem o sangue pobre em oxigênio até o coração.
- Artérias: Transportam sangue oxigenado por todo o corpo estabelecendo uma pressão elevada aos tecidos, por essa razão as artérias têm paredes vasculares fortes e o sangue flui rapidamente nelas.
- Capilares: ligam as artérias e as veias, através das arteríolas e vénulas.

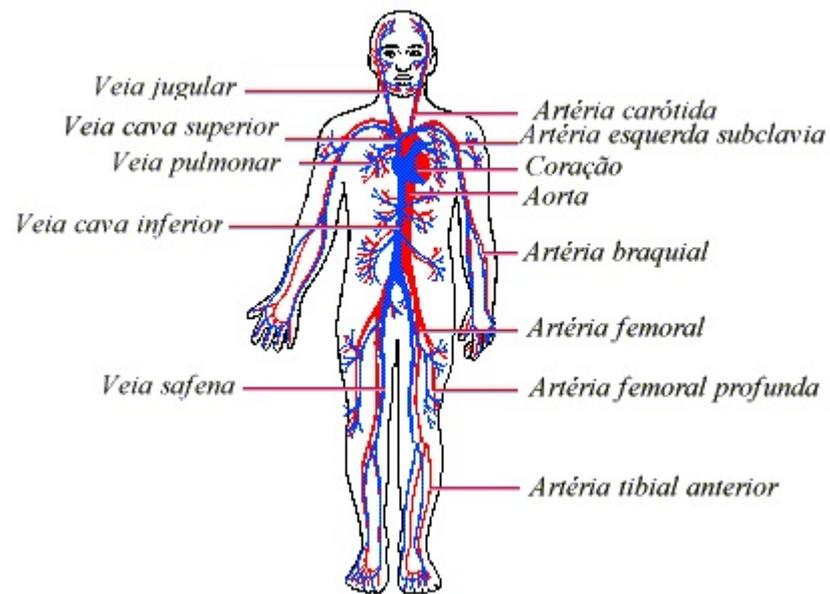
No experimento, representam-se as veias com a cor vermelha e a artéria com a cor azul.

Figura 28 - Ilustração do experimento



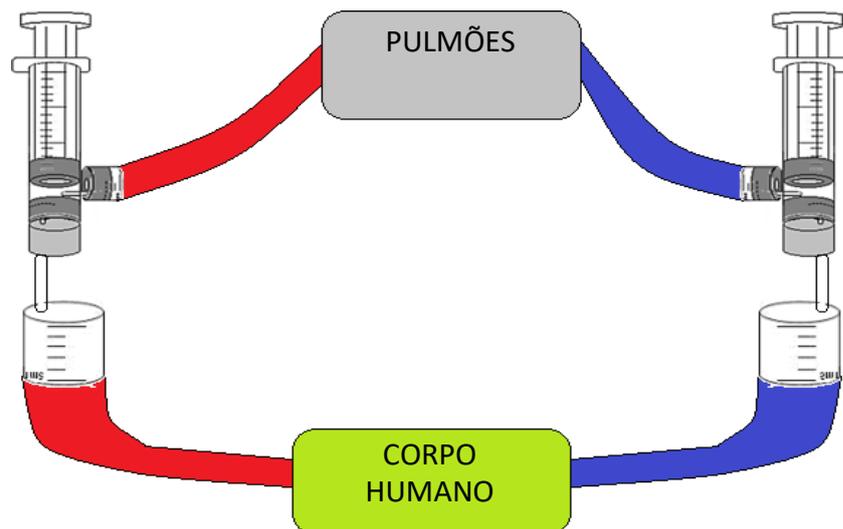
Fonte: internet, 2017

Figura 29 - Ilustração do sistema circulatório humano



Fonte: ANATOMIADOCORPO, 2017.

Figura 30 - Projeto do sistema montado.



Fonte: internet, 2017

7. RESULTADOS

Embora a análise dos resultados de um trabalho que envolve várias etapas e procedimentos deva levar em consideração aspectos qualitativos, apresentam-se neste capítulo apenas resultados oriundos dos testes de conhecimento utilizados nas atividades, de forma que esses resultados são apenas quantitativos e qualitativos. Questões relevantes de caráter qualitativo serão comentadas nas considerações finais. Aqui, apresentam-se resultados quantitativos dos testes, alguns exemplos de respostas dos alunos e resultados em forma de gráficos.

Faz-se necessário saber que não é objetivo deste trabalho a apresentação de resultados de uma pesquisa científica, posto que não será especificado tipo de pesquisa qualitativa, quantitativa ou quali-quantitativa.

- **Sequência didática I**
- Pré-teste

Tabela 2 – Sequência didática 1 – pré-teste

PERGUNTAS	RESPOSTAS RELACIONADAS AO TEMA	RESPOSTAS FORA DO TEMA	NÃO SOUBERAM RESPONDER
1. Para que serve uma bomba d'água?	12	5	3
2. O que permite a extração da água? Há algum princípio físico que permite essa extração?	6	9	5
3. Podemos associar o funcionamento da bomba com o funcionamento de algum órgão do corpo humano?	6	6	8

Fonte: O Autor, 2017

- Exemplos de respostas

- Questão 1:
 - Para retirar água de um lugar para outro.
- Questão 2:
 - A mudança na pressão de uma região permite o movimento da água.
 - Algo puxa o líquido para dentro da seringa.
 - Não sei explicar
- Questão 3:
 - Sim, ao funcionamento do coração.
 - Não
 - Não sei explicar

- Pós-teste

Tabela 3 – Sequência didática 1 - pós-teste

PERGUNTAS	RESPOSTAS RELACIONADAS AO TEMA	RESPOSTAS FORA DO TEMA	NÃO SOUBERAM RESPONDER
1. Para que serve uma bomba d'água?	15	4	1
2. O que permite a extração da água? Há algum princípio Físico que permite essa extração?	12	5	3
3. Podemos associar o funcionamento da bomba com o funcionamento de algum órgão do corpo humano?	14	4	2

Fonte: O Autor, 2017

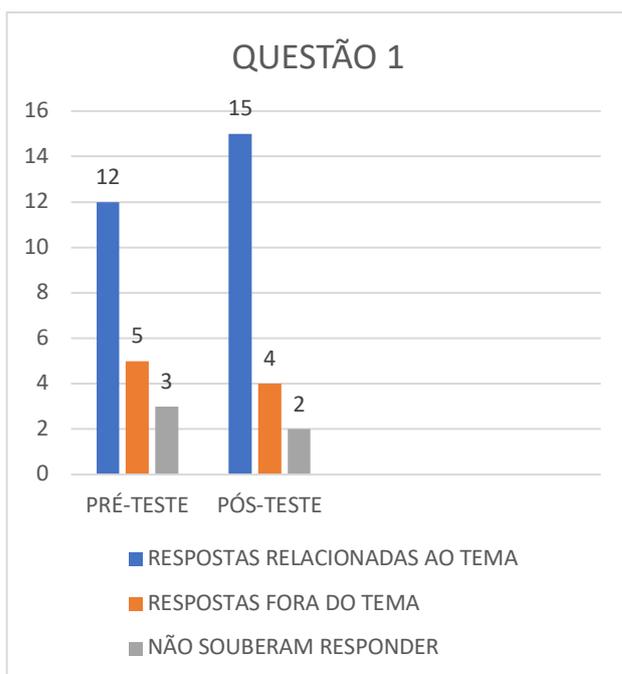
- Algumas respostas
- Questão 1:
 - Extração de água de uma região.
 - Não houve resposta
 - Não houve resposta

- Questão 2:
 - Quando a pressão aumenta, o líquido tende a ser expulsado.Quando a pressão diminui, o líquido tende a ser sugado. O conceito físico associado é o da pressão.
 - O líquido é puxado e depois é expulso.
 - Não sei

- Questão 3:
 - Sim, ao funcionamento do coração.
 - Deve ser.
 - Não sei.

- **Gráficos de resultados**

Figura 31 – Gráfico questão 1



Fonte: O Autor, 2017

Figura 32 – Gráfico questão 2

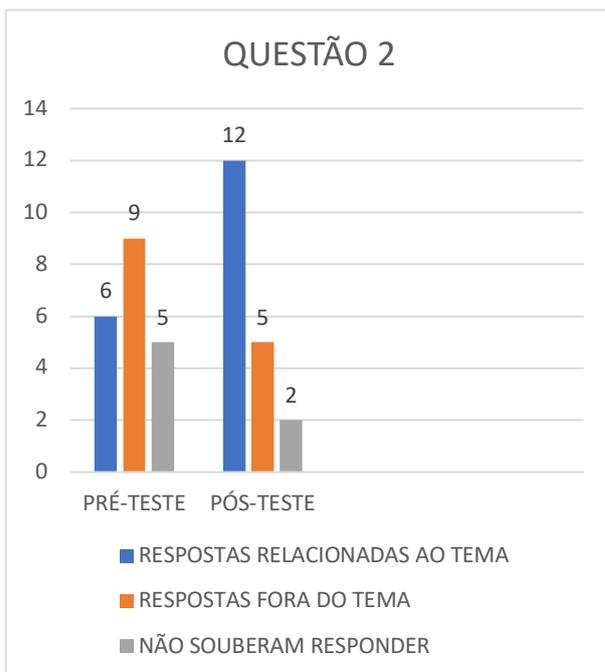
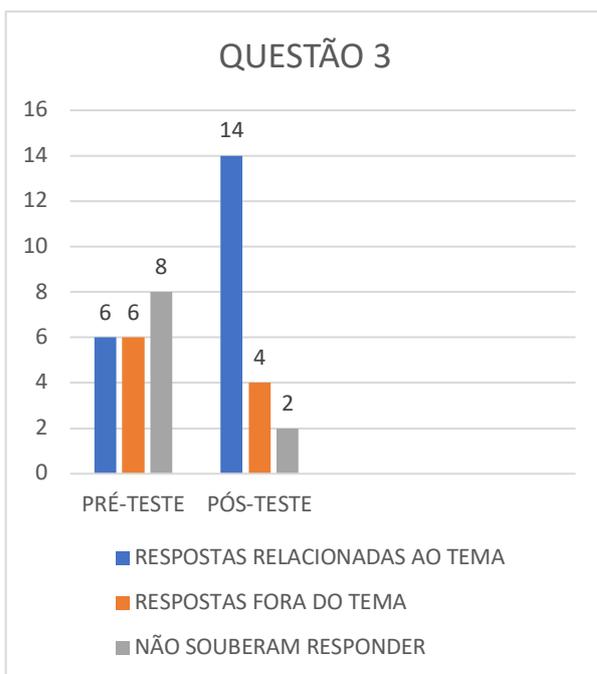


Figura 33 – Gráfico questão 3



- Sequência didática II
- Pré-teste

Tabela 4 - Questionário de perguntas e respostas pré-teste

PERGUNTAS	RESPOSTAS RELACIONADAS AO TEMA	RESPOSTAS FORA DO TEMA	NÃO SOUBERAM RESPONDER
1. Onde você poderia usar o experimento da bomba d'água para o funcionamento do corpo humano?	14	4	2
2. O que poderia ser representado em cada parte de saída da bomba d'água?	14	4	2
3. Se conectássemos uma mangueira em cada saída da seringa, poderíamos comparar esse circuito a algo conhecido por você?	14	4	2

Fonte: O Autor, 2017

▪ Algumas respostas

• Questão 1:

- O funcionamento do coração é semelhante ao da bomba d'água.
- Não consigo ver o comportamento da bomba
- Não sei

• Questão 2:

- Os átrios e ventrículos.
- Não existe relação.
- Não sei

- Questão 3:
 - Sim, as artérias e veias.
 - Não existe relação.
 - Não sei

- Pós-teste

Tabela 4 - Questionário de perguntas e respostas pré-teste

PERGUNTAS	RESPOSTAS RELACIONADAS AO TEMA	RESPOSTAS FORA DO TEMA	NÃO SOUBERAM RESPONDER
1. Onde você poderia usar o experimento da bomba d'água para o funcionamento do corpo humano?	16	3	1
2. O que poderia ser representado em cada parte de saída da bomba d'água?	15	4	1
3. Se conectássemos uma mangueira em cada saída da seringa, poderíamos comparar esse circuito a algo conhecido por você?	15	4	1

Fonte: O Autor, 2017

- Algumas respostas

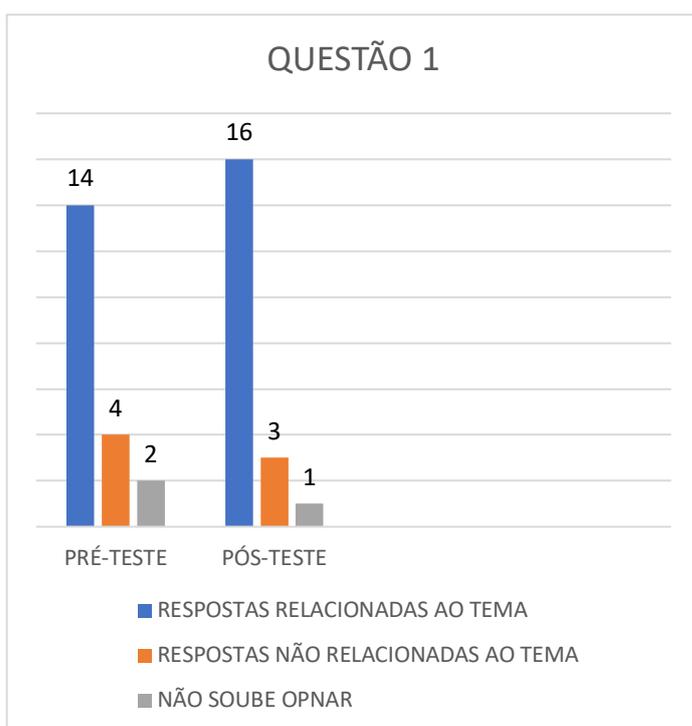
- Questão 1:
 - O Funcionamento é semelhante ao do coração.
 - Não houve resposta
 - Não sei

- Questão 2:
 - Aos átrios e ventrículos
 - Não houve resposta
 - Não sei

- Questão 3:
 - As veias e artérias
 - Não houve resposta
 - Não sei

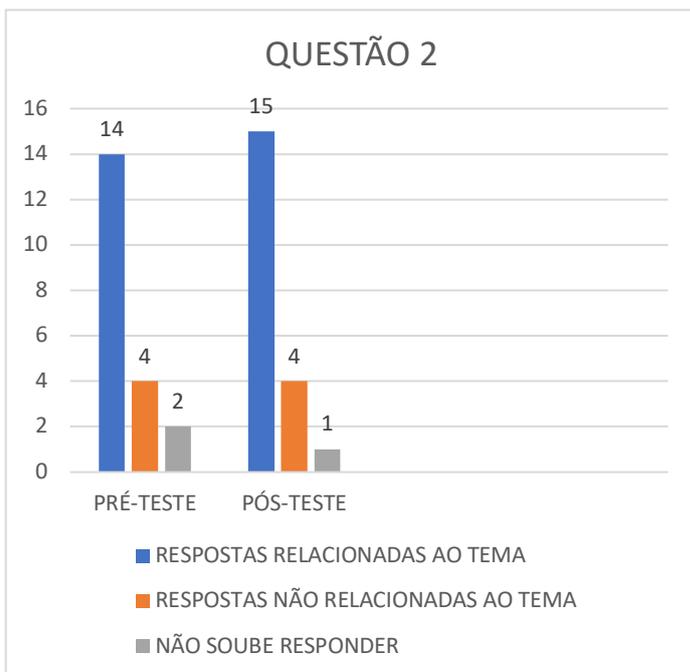
- **Gráfico de resultados**

Figura 34 - Questão 1



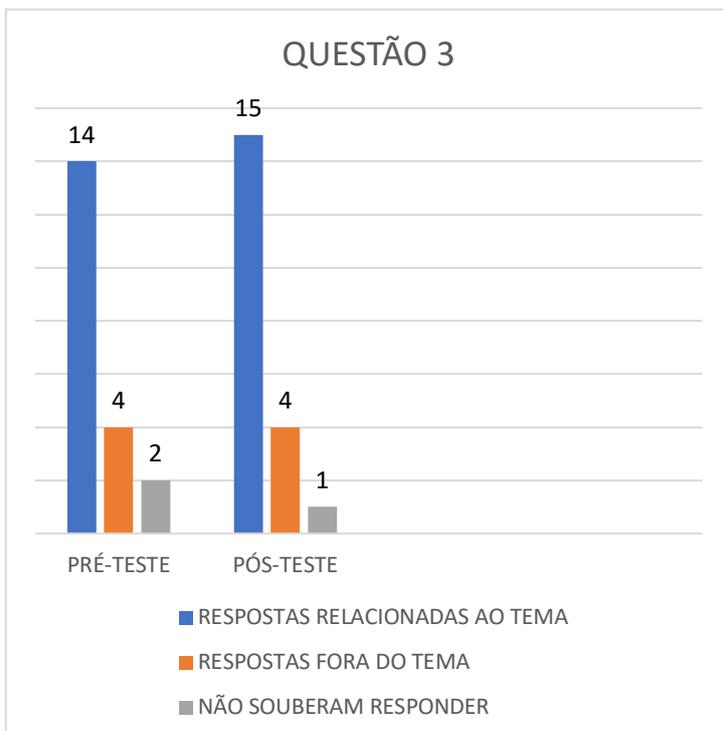
Fonte: O Autor, 2017

Figura 35 - Questão 2



Fonte: O Autor, 2017

Figura 36 - Questão 3



Fonte: O Autor, 2017

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito deste trabalho foi sugerir o ensino de Física como um instrumento de diálogo entre o alunado e a disciplina por meio de uma didática lúdica, promovendo, no uso de materiais simples, uma compreensão maior, por parte dos estudantes, a respeito do que se é trabalhado em sala de aula. Numa sequência de procedimentos educacionais, as atividades desenvolvidas em conjunto com os alunos, demonstradas no anexo, tiveram como foco a interdisciplinaridade entre os componentes curriculares de Física e Biologia

Com relação à metodologia adotada – sequências didáticas -, podemos concluir que o trabalho experimental antes da apresentação teórica do conteúdo trouxe mais compreensibilidade por parte dos alunos, ao permitir que estes vivenciassem uma situação prática vista por eles no cotidiano e, desta forma, possibilitando a aplicação do tema de forma mais direta e com maior eficácia de aprendizado, uma vez que pôde ser observada uma maior interação do alunado com o professor, tanto durante quanto após a realização da aula.

Destarte, indubitável a importância da pré-apresentação dos tópicos a serem abordados, tanto na forma experimental quanto na teórica. Este tipo de método adotado faz alusão às aulas invertidas, hoje muito adotadas em universidades dentro e fora do Brasil.

Assim, observamos a importância da pré-apresentação dos tópicos a serem abordados, tanto na forma experimental bem como na teórica. Este tipo de proposta tem semelhança com as chamadas aulas invertidas que estão sendo utilizadas em algumas universidades dentro e fora do Brasil.

A metodologia de trabalho determina o modelo da pesquisa; pesquisa-ação ou pesquisa-participante. Para tanto, a participação do professor é fundamental neste mecanismo de ensino, posto que é ele quem conduz o processo. Entretanto, aqui, a importância da atuação e diligência dos alunos é imprescindível para um melhor êxito na aquisição do aprendizado, por parte destes. Assim, espera-se lançar para os professores da rede escolar alguns elementos para a reflexão acerca deste conceito e, ao mesmo tempo, colher subsídios para o estabelecimento, a médio prazo, de uma programação

alternativa real que inclua aspectos desenvolvidos neste último século para o ensino de Física.

Com a participação efetiva dos estudantes, o objetivo fundamental deste trabalho foi alcançado, já que foi desenvolvido um produto educacional funcional que pode ser reproduzido a partir das orientações descritas nesta pesquisa. O sistema apresentado simula, de forma simples, os elementos mecânicos do sistema circulatório e serve para trabalhar, em sala de aula, os conteúdos interdisciplinares de Biologia e Física.

O mecanismo de aprendizagem foi de suma importância como suporte para o intercâmbio entre as disciplinas de Biologia e Física de forma contextual, proporcionando a conexão entre os fenômenos dessas matérias para a aprendizagem. Assim, a interdisciplinaridade que nos dias atuais aparece de forma ostensiva, conforme dispõe na Lei de Diretrizes e Bases da Educação 9.394/96, e, bem como, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), foi aproveitada não somente como linguagem mas também por meio de instrumento prático em uma interpretação dialética, na qual a comunicação entre os elementos curriculares foram submergidos na pesquisa. Desta forma, observa-se a importância da pré-apresentação dos tópicos a serem abordados, tanto na forma experimental quanto na teórica —esse tipo de proposta tem semelhança com as chamadas aulas invertidas que estão sendo utilizadas em algumas universidades dentro e fora do Brasil. De acordo com Guimarães (2004), as práticas formativas são atreladas espontaneamente à qualidade utilizada pelo aluno e professor em sua inclusão, bem como à postura profissional, ao raciocínio do mediador, dentre outras questões de grande importância para os alunos que reconhecem o professor como mediador e facilitador para os conduzir na construção mútua do conhecimento.

Embora seja possível observar que, em relação aos conteúdos, determinados níveis de aprendizagem são alcançados pelos alunos, não faz parte dos objetivos do trabalho tirar conclusões definitivas sobre níveis de aprendizagem significativa, além de que, para isso, são necessários procedimentos avaliativos mais complexos. Através do compartilhamento entre os indivíduos, o desenvolvimento cognitivo dos alunos parte da compreensão das abstrações para uma futura análise dos fenômenos biológicos e físicos

envolvidos nesta dinâmica. Assim, os artifícios de coleta de dados permitiram que os grupos orientados pudessem conhecer a aprendizagem processual.

Por fim, cabe destacar que a realização de todo este trabalho tem contribuído fortemente para a minha qualificação profissional, pois tenho adquirido experiências que vão ser incorporadas à minha prática docente, fundamentalmente aquelas relacionadas a teorias de aprendizagens e a novas metodologias de ensino.

REFERÊNCIAS

ALEGRO, R. C. **Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no ensino médio**. 2008. 289f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, (Campus de Marília), Programa de Pós-Graduação em Educação. Disponível em: <https://www.marilia.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/Educacao/Dissertacoes/alegro_rc_ms_mar.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

ANATOMIA DO CORPO. **Sistema Circulatório Humano – Anatomia do Aparelho Cardiovascular**. Disponível em: <<http://www.anatomiadocorpo.com/sistema-circulatorio/>>. Acesso em 10 dez. 2017.

ANGOTTI, J.A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1992.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, N°. 2, junho, 2003. Disponível em: <<http://files.fisicafulltime.webnode.com/200000014-b2461b366c/Ensino%20de%20F%C3%ADsica.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

AUSUBEL, D.P. **Psicologia Educacional**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BONITO, J.; TRINDADE, V. (1998). **Atividades práticas: Contributos para o ensino das geociências. Workshop realizada no 2º Simpósio Ensino das Ciências e da Matemática**. Disponível em: <http://home.uevora.pt/~jbonito/?page_id=400>. Acesso em: 25 out. 2017.

BORGES, A.T. **O papel do laboratório no ensino de ciências**. In: MOREIRA, M.A.; ZYLBERSZTA J.N.A.; DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.P. Atlas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Editora da Universidade – UFRGS, Porto Alegre, RS, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Fundamental**. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. 1999.

BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

CFCP. **Cirurgia da Válvula Cardíaca**. Disponível em: <<http://www.cfcpc.com.br/a/index.asp?n=23739&lg=pt>>. Acesso em 10 dez. 2017.

FAZENDA, I.C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. 4. Ed. Campinas: Papirus, 1994.

FRACALANZA, H; AMARAL, I. A. do; GOUVEIA, M. S. F. **O Ensino de Ciências no Primeiro Grau.** São Paulo: Atual, 1986.

GARRETT, R. M. y ROBERTS, I.F., 1982. **Demonstration Vs. small group practical work in Science Education: a critical review of studies since 1900**, *Stzldies in Science Education.*, 9, PP. 109-146.

GIOPPO, C; SCHEFFER, E.W.O.; NEVES, M.C. **O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná.** *Educar*, n. 14, p. 39-57. Ed. da UFPR. 1998. Disponível em: <http://www.educaremrevista.ufpr.br/arquivos_14/gioppo_scheffer_neves.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

GUIMARÃES, C. C. **Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa.** *Química Nova na Escola*. v. 31, n 3, p. 198-202, 2009. Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc31_3/08-RSA-4107.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

HECKLER, V; SARAIVA, M.F.O; OLIVEIRA FILHO, K.S. **Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 267-273, (2007). Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v29n2/a11v29n2.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

KOVALICZN, R. A. **O professor de Ciências e de Biologia frente as parasitoses comuns em escolares.** 1999. 123f. Dissertação (Mestrado em Educação). UEPG.

KRASILCHIK, M. **Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências.** São Paulo *Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n. 1, mar. 2000. Disponível em: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000100010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 26 out. 2017.

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas.** 3. Ed. São Paulo: Perspectiva, 2000

LABURÚ, C.E; ARRUDA, S.M. **Reflexões críticas sobre as estratégias instrucionais construtivistas na educação científica.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*. V. 24, n. 4, dezembro, 2002. Disponível em: <http://ufpa.br/ensinofts/artigos/v24_477.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

LUNETTA, V. & HOFSTEIN, A. (1991). Simulation and laboratory practical activity. In B. Woolnough (Ed.), *Practicalscience* (pp 125-137). Buckingham: Open University Press. in. MATOS, M. **Trabalho experimental na aula de Ciências Físico-Químicas do 3º Ciclo do Ensino Básico: Teorias e práticas de professores.** 2001. 34f. Tese (mestrado em Educação) - Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal. Disponível em: <http://essa.ie.ulisboa.pt/ficheiros/artigos/revistas_com_revisao_cientifica/2004_trab_alhoexperimentalnasaulas.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

MIGUÉNS, M. (1991). **Atividades práticas na educação em ciência: que modalidades?** *Aprender*, 14, 39-44.

MOREIRA, M.M. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. Adaptado e atualizado em 1997, de um trabalho com o mesmo título publicado em O ENSINO, Revista Galáico Portuguesa de Sócio – Pedagogia e Sócio – Lingüística, Nº 23 a 28: 87-95, 1988. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

NEDELSKY, L. (1965) **Science teaching and testing**. Harcourt, Brace & World Inc.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. **Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel**. Rev. PEC, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2001-jul. 2002. Disponível em: <<https://xa.yimg.com/kq/groups/23516955/.../aprendizagem+significativa+1.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

PIRES, M. A; VEIT, E. A. **Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 2, p. 241 - 248, (2006). Disponível em: <<http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/050903.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

PRAIA, J. F. **Aprendizagem Significativa de D. Ausubel: Contributos para uma adequada visão sobre sua teoria e incidências no ensino**. In: Teoria da Aprendizagem Significativa - Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Peniche, 2000.

RICARDO, E. C.; Custódio, J. F.; Rezende, M. F. J. **A tecnologia como referência dos saberes escolares: perspectivas teóricas e concepções dos professores**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 1, p. 135-147, (2007). Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060701.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

SALES, R; ALMEIDA, P. P. **Avaliação de fontes de informação na internet: avaliando o site do NUPILL/UFSC**. Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação Campinas, v. 4, n. 2, p. 67-87, jan./jun. 2007.

TAMIR, P. **How are the laboratories used?** Journal of Research in Science Teaching, v. 14, n. 4, p. 311-316, 1977. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000061&pid=S1516-7313200200020000900018&lng=pt>. Acesso em: 25 out. 2017.

VEIT, E. A.; Teodoro, V. D. **Modelagem no Ensino / Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, Nº 2, Junho, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n2/a03v24n2.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2017.

WELLINGTON, J. (ed.) **Practical Work in School Science**. London: Routledge. 1998. Disponível em: <[http://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=679870](http://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=679870)>. Acesso em: 25 out. 2017.

WOOLNOUGH, B. & ALLSOP, T. (1985). Practical work in science. Cambridge: Cambridge University Press. MATOS, M. **Trabalho experimental na aula de Ciências Físico-Químicas do 3º Ciclo do Ensino Básico: Teorias e práticas de professores**. 2001. 34f. Tese (mestrado em Educação) - Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal. Disponível em: <http://essa.ie.ulisboa.pt/ficheiros/artigos/revistas_com_revisao_cientifica/2004_trabalhoexperimentalnasaulas.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

ANEXO A - Imagens dos alunos realizando o experimento

Nas imagens a seguir, serão demonstradas as atividades com os alunos referentes aos estudos expostos nesta dissertação. Nas duas figuras abaixo (ver figuras 28 e 29), os trabalhos dos alunos com os materiais (seringa e cola) para a montagem da bomba.

Figura 31 e 32 - Encaixe da pressinha/borracha.



Fonte: O Autor, 2017

Nas figuras a seguir (ver figuras 33 e 34), o corte da seringa com o uso de uma serra manual para a montagem da bomba e a seleção das seringas de forma padronizada.

Figuras 33 e 34 - Corpo da seringa e Seringas de 10 ml.



Fonte: O Autor, 2017

Abaixo, na figura 35, pode-se observar o trabalho de um aluno com o uso de um estilete para o corte da borracha de uma seringa.

Figura 35 - Corte da borracha.



. Fonte: O Autor, 2017

Com o corte da ponta da seringa, este trabalho tem a intenção de encaixar a outra seringa para que a bomba seja montada.

Figura 36 - Corte da ponta da seringa para o encaixe com outra.



Fonte: O Autor, 2017

Na imagem a seguir (ver figura 37), os alunos foram orientados a fazer um furo perto da saída da seringa para a inserção e a colagem da mangueira que representa a válvula.

Figura 37 - Seringa furada.



Fonte: O Autor, 2017.

Após terem feito o furo na saída da seringa, os alunos foram orientados a fazer a colagem das partes da seringa como pode ser observado na figura 38.

Figura 38 - Colando as partes da seringa.



Fonte: O Autor, 2017

A partir da colagem das seringas, a figura 39, abaixo, mostra o encaixe das seringas para dar andamento à montagem da bomba.

Figura 39 - seringas encaixadas.



Fonte: O Autor, 2017

Com as seringas encaixadas, a orientação dada para os alunos foi a de colar as seringas com cola quente para vedação do material, fazendo com que o material usado dentro dela não escape (ver figura 40).

Figura 40 - Colando as partes da seringa



Fonte: O Autor, 2017

Após a colagem das seringas com a cola quente, a figura 37, abaixo, mostra as duas bombas prontas.

Figura 41 - Duas bombas prontas.



Fonte: O Autor, 2017

Com a contagem das seringas, representadas na figura acima, foi necessário que fosse colada à seringa das duas bombas prontas outra seringa, que será usada como encaixe da mangueira (ver figura 42).

Figura 42 - Colando a seringa que será o encaixe da mangueira



Fonte: O Autor, 2017

Na figura 43, abaixo, observa-se a orientação do encaixe da mangueira com uma garrafa PET, dando início assim ao sistema circulatório.

Figura 43 - Encaixando a mangueira na garrafa. Início da montagem do sistema circulatório



Fonte: O Autor, 2017

Abaixo, na figura 44, observa-se mais uma vez o uso da cola quente para dar uma boa vedação ao sistema da bomba e, em seguida, na figura 41, o corpo

das bombas.

Figura 44 e 45 - Vedando o sistema com cola quente e o corpo das bombas.



Fonte: O Autor, 2017

Abaixo, na figura 46, observa-se o primeiro lado do sistema circulatório pronto.

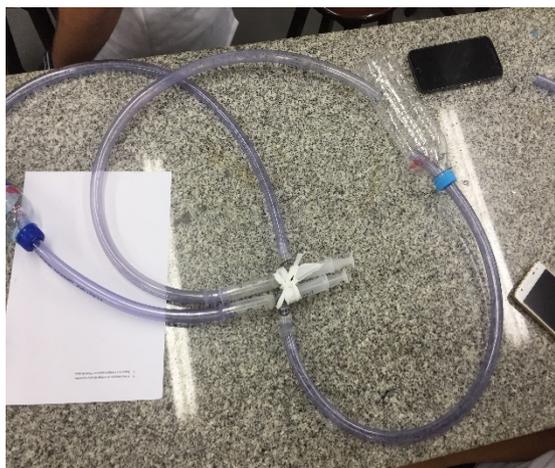
Figura 46 - Lado I do sistema circulatório pronto.



Fonte: O Autor, 2017

Com todo o trabalho feito pelos alunos, em equipes, e todo o processo de montagem da bomba, observa-se primeiro o sistema circulatório e, em seguida, o sistema circulatório pronto.

Figuras 47 e 48 – Sistema circulatório e o sistema circulatório pronto.

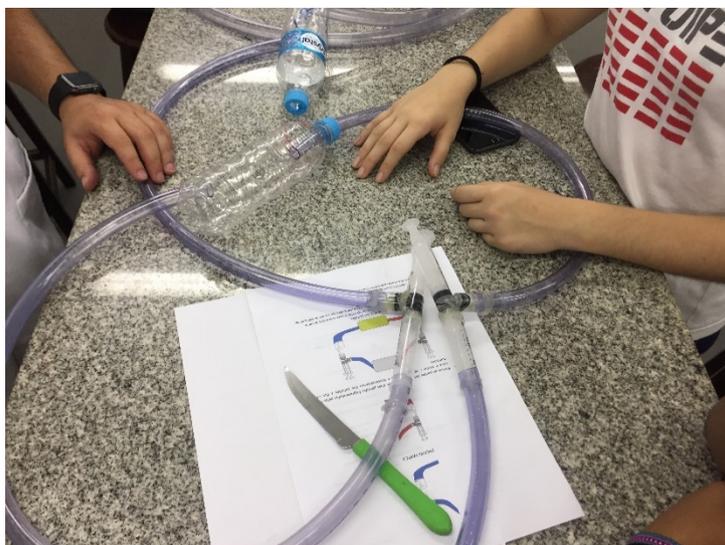




Fonte: O Autor, 2017

Na figura a seguir (ver figura 49), o trabalho dos alunos em equipe e a orientação da montagem da bomba do sistema circulatório.

Figura 49 - Alunos montando o sistema circulatório.



Fonte: O Autor, 2017

Por fim, na figura 50, a seguir, observa-se o questionário a ser aplicado para os alunos após a finalização do sistema circulatório.

ANEXO B – Questionário

Figura 50– questionário aplicado

QUESTIONÁRIO – PRÉ TESTE	
1. Para que serve uma bomba d'água?	
a. Aluno 1:	_____
b. Aluno 2:	_____
c. Aluno 3:	_____
d. Aluno 4:	_____
e. Aluno 5:	_____
2. O que permite a extração da água? Há algum princípio físico que permite essa extração?	
a. Aluno 1:	_____
b. Aluno 2:	_____
c. Aluno 3:	_____
d. Aluno 4:	_____
e. Aluno 5:	_____
3. Podemos associar o funcionamento da bomba com o funcionamento de algum órgão do corpo humano?	
a. Aluno 1:	_____
b. Aluno 2:	_____
c. Aluno 3:	_____
d. Aluno 4:	_____
e. Aluno 5:	_____

Fonte: O Autor, 2017